

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 - Zemědělské inženýrství

Studijní obor: 4106T019 - Agroekologie

Katedra: Katedra zootechnických věd

Vedoucí katedry: doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

OBSAH ZINKU, MĚDI A JÓDU V MLÉCE KRAV

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

Autor diplomové práce: Bc. Jitka Jakešová

České Budějovice, 2017

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jitka JAKEŠOVÁ**
Osobní číslo: **Z15296**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie - Péče o krajinu**
Název tématu: **Obsah zinku, mědi a jodu v mléce krav**

Zadávající katedra: **Katedra zootechnických věd**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Mléko je přirozeným zdrojem minerálních látek včetně stopových prvků ve výživě lidí. Jejich obsah v mléce odráží i úroveň saturace dojnic minerálními látkami.

Cílem práce je zhodnocení obsahu vybraných stopových prvků (Zn, Cu a I) v mléce krav v první fázi laktace, posouzení vlivu úrovně laktace na jejich obsah v mléce a vyhodnocení jejich vzájemných vztahů.

Ve vzorcích mléka získaných od dojnic ve vstoupné fázi laktace vybraného chovu v souvislosti s kontrolou užitkovosti budou stanoveny metabolicky významných stopové prvky zinek, měď a jod. Zn a Cu budou stanoveny atomovou absorpční spektroskopií (AAS), jod spektroskopicky po alkalickém spalování. Obsah prvků v mléce vyhodnotíte ve vztahu k dennímu nádoji, stádiu laktace případně ročnímu období a dalším aktuálním faktorům, včetně jejich předpokládanému obsahu v krmné dávce. Vyhodnotíte i jejich vzájemné vztahy. Výsledky porovnáte s literárními údaji, zhodnotíte statisticky, zpracujete do přehledných tabulek a grafů. V závěru práce uvedete podle významnosti faktory ovlivňující obsah sledovaných stopových prvků v mléce.

Práce je součástí grantu GAJU 094/2016/Z.

Rozsah grafických prací: 8 tabulek, 5 grafů
Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Hosnedlová, B. et al.: Zinc and copper concentration in milk of dairy cows in the South Bohemia region. In: XIIth Animals and Environment, Waršava, 2005, 256-259.

Noaman, V.: Serum copper, zinc, and iron concentrations of Holstein dairy cows in different seasonal and physiological states. Comp Clin Pathol., 2013, 1742-1744.

Rozenská, L.: Studium faktorů ovlivňující minerální složení koziho a ovčího mléka. Autoreferát doktorské disertační práce. ČZU Praha, 2013, 17 s.

Šimek, M. et al.: Uplatnění organických forem zdrojů minerálních látek ve výživě hospodářských zvířat. Společnost mladých agrárníků ČR. 2011. www.smacr.cz.

Trávníček, J. a kol.: Optimalizace obsahu jódu v kravském mléce. Jihočeská univerzita v Č. Budějovicích. 2011, 56 s. ISBN 978-80-7394-328-8.

Sborník referátů z X. konference u příležitosti Dne jódu: Zásobení jódem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice. JU v Č. B. 15.5.2013. SZÚ

Karviná, 2013, 58 s.

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

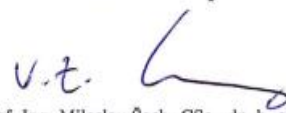
Katedra zootechnických věd

Konzultant diplomové práce: Ing. Martina Staňková

Katedra zootechnických věd

Datum zadání diplomové práce: 29. března 2016

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2017


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.

děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentůvká 1980, 370 00 České Budějovice


doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 29. března 2016

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedené v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne:

.....

Bc. Jitka Jakešová

Děkuji prof. Ing. Janu Trávníčkovi CSc. a pracovníkům laboratoře Katedry zootechnických věd ZF JU v Českých Budějovicích za pomoc a odborné rady při zpracování diplomové práce.

Dále děkuji své rodině a přátelům za trpělivost v průběhu psaní diplomové práce.

.....

Bc. Jitka Jakešová

Abstrakt

Mléko a mléčné výrobky patří mezi nejbohatší zdroje stopových prvků nezbytných v lidské výživě. Práce přináší údaje o obsahu zinku, mědi a jódu v mléce v průběhu laktace a o vlivu dalších faktorů, které na obsah prvků působí. Do pokusu byly zařazeny dojnice z chovu Hořepník a Chyšná, které se nachází v kraji Vysočina. Dalším chovem byl chov Haklovy Dvory nacházející se v jižních Čechách. Vzorky mléka byly odebírány v souvislosti s kontrolou užitkovosti. V chovu Hořepník bylo odebráno 90 vzorků mléka dojníc v období 25 – 132 dní laktace, z chovu Chyšná 78 vzorků mléka dojníc v období 11 – 89 dní laktace a z chovu Haklovy Dvory 81 vzorků mléka dojníc v období 23 – 244 dní laktace. Obsah zinku a mědi v mléce byl stanoven atomovou absorpční spektrometrií, obsah jódu v mléce spektrometricky po alkalickém spalování podle Sandell-Kolthoffa. Průměrný obsah zinku v mléce sledovaných chovů byl $3,59 \pm 1,15 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, průměrný obsah mědi v mléce byl $0,14 \pm 0,12 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a průměrný obsah jódu v mléce $0,18 \pm 0,06 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Největší variabilitu v mléce ve sledovaných chovech vykazovala měď ($V\% = 82,65$), nejmenší zinek ($V\% = 32,05$). Největší vliv doby trvání laktace byl zjištěn v chovu Hořepník (Zn: $r_{xy} = -0,430$, Cu: $r_{xy} = -0,425$, I: $r_{xy} = 0,326$). V chovu Haklovy Dvory a Chyšná byl prokázán nízký až zanedbatelný vliv postupující laktace. Kravské mléko se podle našich výsledků na zásobení jódem podílí z 19,2 % pro muže a pro ženy z 52,4 %. Na zásobení zinkem se kravské mléko podílí z 5,2 % pro muže a 7,2 % pro ženu a na zásobení mědí z 2,5 % pro obě pohlaví.

Klíčová slova: zinek, měď, jód, kravské mléko

Abstract

Milk and dairy products are one of the most important sources of essential trace elements in human nutrition. My thesis provides informations about the content of zinc, copper and iodine in milk during the lactation and also includes the impact of other factors on the content of elements. The experiment includes dairy cattle breedings from Hořepník and Chyšná which are located in the region Vysočina. Another breeding is from Haklovy Dvory. It is located in southern Bohemia. Milk

samples were taken in the relation to performance monitoring. During the period 25 to 132 days of lactation were taken 90 samples of milk from the Hořepník breeding. From breeding Chyšná were taken 78 samples of milk in the period of 11 - 89 days of lactation and from breeding Haklovy Dvory 81 samples of milk during the period 23 to 244 days of lactation. Copper and zinc content in milk was determined by atomic absorption spektrometry. The iodine content in the milk was set by spectrometry after incineration alkaline by Sandell-Kolthoff. The average zinc content in the milk was $3.59 \pm 1.15 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. The average copper content in milk was $0.14 \pm 0.12 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ and the average content of iodine in the milk was $0.18 \pm 0.06 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. The greatest variability in milk was proved to copper ($V = 82,65\%$), the lowest zinc ($V = 32,05\%$). The greatest effect of the duration of lactation was observed in breeding Hořepník (Zn: $r_{xy} = -0,430$, Cu: $r_{xy} = -0,425$, I: $r_{xy} = 0,326$). The influence of the duration of lactation was insignificant in the breeding Haklovy Dvory and Chyšná. Cow's milk, according to our results, supply the iodine accounts from 19,2% for men and 52,4% for women. The milk supply the zinc accounts from 5,2 % for men and 7,2 % for women, and copper from 2,5% for both sex.

Keywords: zinc, copper, iodine, cow's milk

Obsah

1. Úvod	9
2. Literární rešerše	11
2.1 Mléko a jeho složení	11
2.2 Zinek	18
2.3 Měď	28
2.4 Jód	38
3. Cíl práce	47
4. Materiál a metodika	48
4.1 Charakteristika podniků	48
4.2 Odebírání vzorků	52
4.3 Příprava a stanovení prvků v mléce	53
5. Výsledky	56
5.1 Obsah zinku, mědi a jódu v mléce dojnic v chovu Hořepník	56
5.1.1. Vliv antiketogenní profylaxe na obsah zinku, mědi a jódu v mléce dojnic v chovu Hořepník	58
5.2 Obsah zinku, mědi a jódu v mléce dojnic v chovu Haklovy Dvory	61
5.3 Obsah zinku, mědi a jódu v mléce dojnic v chovu Chyšná	63
5.4. Porovnání obsahu zinku, mědi a jódu ve sledovaných chovech	65
5.5. Porovnání vývoje obsahu zinku, mědi a jódu v mléce během laktace	66
5.6. Vliv denního nádoje na obsah zinku, mědi a jódu v mléce	70
5.7. Vliv ročního období	71
5.8. Vliv regionu	73
6. Diskuse	75
Krmivo	77
Vliv denního nádoje	79
Vliv laktace	79
Vliv ročního období	80
Vliv regionu	80
Vliv systému hospodaření	81
7. Význam zinku, mědi a jódu v mléce pro člověka	82
8. Závěr	84
9. Seznam literatury	102
10. Seznam použitých zkratk	86

1. Úvod

Mléko a mléčné výrobky jsou jedním z nejbohatších zdrojů stopových prvků nezbytných pro člověka i zvíře a jejich jediným zdrojem pro novorozená mláďata savců. V dnešní době patří zinek, měď a jód k nejčastěji analyzovaným mikroprvkům nejen v mléce (Pechová a kol., 2008).

Zinek je součástí mnoha enzymů, je nutný pro syntézu DNA, pro správnou činnost imunitního systému, podporuje hojení ran a zlomenin, růst a v neposlední řadě vnímání pachů a chutí (Murray, 2002). Zinek je lépe využitelný z živočišných potravin (maso, vejce, mořské plody) než z potravin rostlinných. Lidské tělo si zinek neukládá, a proto je nutný jeho pravidelný přísun potravou (Ruprich a kol. 2009; SZÚ, 2016). Zinek patří k těžkým kovům a může být ve vysokých dávkách pro člověka toxický. Vzhledem ke zvyšujícímu se znečištění životního prostředí může být kravské mléko považováno za dobrý bioindikátor znečištění v zemědělské krajině (Perez-Carrera a kol., 2016, Proskura a kol., 2015).

Státní zdravotní ústav (SZÚ) provádí monitoring zdravotních důsledků expozice lidského organismu toxickým látkám zevního prostředí. Zinek a měď jsou v české populaci sledovány v krvi, moči a ve vlasech. Koncentrace zinku v krvi české populace se pohybuje v rozsahu 4 000 – 6 000 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. U žen jsou prokazovány nižší koncentrace zinku v krvi než u mužů. Koncentrace zinku v moči nevykazuje časově ani sexuálně vázané změny a je považována u dospělé populace za stabilní – v roce 2005 byla střední koncentrace zinku v moči dospělé populace 357 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, v roce 2009 279 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a v roce 2015 316 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (SZÚ, 2006; SZÚ, 2016).

Měď je také důležitou součástí enzymů. Nedostatek mědi se projeví ztrátou pigmentace, zejména kolem očí, anémií, odvápněním kostí, malým vzrůstem, poruchami reprodukce a rizikem srdečního selhání (NRC, 2001). SZÚ (2006) uvádí referenční hodnoty mědi v krevním séru 800 – 1300 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Vyšší hodnoty byly prokazovány u žen. Monitorování hladiny mědi v krvi české dospělé populace vykazovalo od roku 1999 vzestupný trend, od roku 2001 se hodnoty stabilizovaly. V roce 2005 byla zjištěna střední koncentrace mědi v krvi mužů 870 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a u žen 1 020 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Byla prokázána snižující se tendence koncentrace mědi v krvi.

Jód je esenciální prvek pro lidi i zvířata. Je součástí tyroidních hormonů (tyroxin a trijodthyronin), které mají vliv na buněčnou aktivitu. Choroby

z nedostatku jódu představují celosvětový problém. V podmínkách nedostatečného přívodu jódu žije 2,0 – 2,2 miliardy osob a asi 700 – 800 milionů lidí trpí chorobami z nedostatku jódu (Zamrazil, 2013).

V České republice se vlivem geografie často vyskytovaly onemocnění štítné žlázy vzniklé nedostatečným příjmem jódu. Ohroženi byli především obyvatelé pohraničních hor, některé regiony středních Čech (Sedlčansko a Prčicko) a Valašska (Zamrazil a Čeřovská, 2014). Počátkem 90. let 20. století byla založena Meziřesortní komise pro řešení jódového deficitu a byla realizována řada opatření vedoucí k napravení nedostatku jódu. V roce 2004 bylo oficiálně potvrzeno Mezinárodním výborem pro poruchy způsobené nedostatkem jódu ICCIDD při WHO, že Česká republika nedostatek jódu vyřešila, avšak je nezbytné situaci dále monitorovat sledováním exkrece jódu v moči (Kodl a kol., 2015). V současné době je hlavní pozornost věnována udržení dosaženého stavu, rozšíření monitorování saturace a utlumení intervenčních aktivit vzhledem k blížení se k horní hranici optimálních hladin jódu (Ryšavá a Kříž, 2016).

Podle zprávy SZÚ (2016) je optimální střední koncentrace jódu v moči v rozpětí 100 – 299 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Optimální obsah jódu v moči v české populaci byl zjištěn u 42 % osob, nedostatečný obsah jódu v moči byl zjištěn u 34 % osob. Průzkum poukazuje na stále nedostatečnou saturaci české populace.

Diplomová práce se vzhledem k nezastupitelnému biologickému významu uvedených stopových prvků zabývá vybranými faktory, které ovlivňují obsah a dynamiku zinku, mědi a jódu v kravském mléce.

2. Literární rešerše

2.1 Mléko a jeho složení

Mléko je sekret mléčných žláz samic savců produkovaný za účelem výživy, správného růstu a vývoje mláďat. Kromě výživové funkce plní mléko funkci fyziologickou, obrannou (imunoglobuliny, antimikrobiální látky), napomáhá trávení (enzymy vázající proteiny), obsahuje růstové faktory a hormony.

Mléko se dělí dle složení na mléka kaseinová a mléka albuminová. Kaseinové mléko je typické pro přežvýkavce – mléko kravské, ovčí, kozí, velbloudí nebo buvolí. Ve složení mléka jsou znatelné mezidruhové rozdíly ovlivněné rozdílností požadavků mláďat odlišných druhů (viz tabulka č.4).

2.1.1 Bílkoviny

Mléčné bílkoviny jsou nejdůležitější složkou kravského mléka zejména pro výživu mláďat (hlavní zdroj dusíku), mají význam fyziologický (imunoglobuliny, biologicky aktivní peptidy) a technologický (výroba kvasných mléčných produktů a sýrů - podmiňují správný průběh technologických procesů) (Navrátilová a kol., 2012). Bílkoviny se v mléce vyskytují v koloidním stavu (Jelínek a Koudela, 2003).

Mléčné bílkoviny vznikají z aminokyselin vyskytujících se v krevní plazmě nebo z aminokyselin syntetizovaných mikroorganismy v předžaludku přežvýkavců. V kravském mléce se vyskytují ve dvou hlavních frakcích – kasein (75 – 80 %) a syrovátkové bílkoviny (25 - 20 %). Kasein je skupina fosfolipidů, na kterou se vážou minerální složky (zejména vápník, hořčík, fosfáty a citráty). Syrovátkové bílkoviny jsou tvořeny laktoglobuliny, albuminy a imunoglobuliny a mají vysoký obsah sirných aminokyselin (Drbohlav a Vodičková, 2002; Doležal, 2000). Poslední jmenované imunoglobuliny mají důležitou roli pro pasivní imunitu telete. Po otelení vzrůstá produkce imunoglobulinů (ochrana telete), poté se jeho obsah snižuje a zvyšuje se obsah dalších mléčných bílkovin (kasein) (Reece, 2011; Jelínek a Koudela, 2003). Minoritní zastoupení mají bílkoviny enzymů stabilizující obaly tukových kuliček (1 – 1,5 %) (Janštová a Navrátilová, 2014). Průměrný obsah

bílkovin v kravském mléce je 3,3 % (Drbohlav a Vodičková; 2002; Doležal, 2000), Navrátilová a kol. (2012) uvádí rozmezí 3,2 – 3,5 %. Zpravodaj kontroly mléčné užitkovosti vydaný Českomoravskou společností chovatelů, a.s. (2015) uvádí průměrný obsah bílkovin v mléce pro kontrolní rok 2014 – 2015 3,38 %. V kontrolním roce 2015-2016 byl průměrný obsah bílkovin 3,39 % (ČSCH a.s., 2016).

2.1.2 Lipidy (tuky)

Lipidy jsou pro organismus hlavním a pohotovým zdrojem energie. Mléčný tuk je stravitelnější než ostatní formy tuku (rostlinný, živočišný) – obsažené mastné kyseliny se díky krátkým řetězcům dobře resorbují a lipázy je dobře štěpí. ČSCH a.s. (2015) uvádí ve Zpravodaji kontroly mléčné užitkovosti pro kontrolní rok 2014 – 2015 průměrný obsah tuku v mléce 3,84%. V kontrolním roce 2015 – 2016 byl průměrný obsah tuku v mléce 3,88% (ČSCH a.s., 2016). Doležal a kol. (2000) uvádí, že kravské mléko obsahuje průměrně 4 % tuku.

Mléčný tuk je tvořen z glycerolu (97 - 98 % triacylglyceroly, 0,3 % diacylglyceroly, 0,03 % monoacylglyceroly, 0,1 % volné mastné kyseliny), fosfolipidů (0,8%) a cholesterolu (0,3%). Diacylglyceroly vznikají při poškození membrány tukové kuličky během dojení a skladování. Fosfolipidy obsahují mastné kyseliny (s delším uhlíkatým řetězcem), glycerol, kyselinu fosforečnou a aminové deriváty. Jsou součástí buněk a nervové tkáně (fyziologický význam). 60-65 % celkového obsahu fosfolipidů se vyskytuje v membráně tukových kuliček (zbylých 35-40 % je v plazmě). V mléce je obsaženo 0,02 – 0,03 % fosfolipidů, z toho 25 % tvoří lecitin (antagonista cholesterolu, prevence onemocnění jater, pozitivní účinek na nervový systém). Cholesterol tvoří 95 % všech přítomných sterolů v mléce a vyskytuje se ve formě volné (> 90%). Obsah cholesterolu v kravském mléce je nízký (1 g mléčného tuku = 2,2 – 4,1 mg cholesterolu) (Jelínek a Koudela, 2003; Navrátilová a kol., 2012). Mastné kyseliny tvořící mléčný tuk jsou buď přijaté z krmné dávky zvířat, nebo jsou syntetizované v mléčné žláze. Přibližně 70 % všech mastných kyselin vyskytujících se v mléčném tuku jsou nasycené (kyseliny s krátkým a středně dlouhým řetězcem – například kyselina máselná, kyselina palmitová, kyselina stearová a kyselina myristová). Vysoký obsah kyseliny máselné

v mléčném tuku je typický pro mléka přežvýkavců (monogastři mají velmi nízké koncentrace kyseliny máselné). Vyšší množství mastných kyselin s krátkým řetězcem má vliv na chuť a aroma mlék přežvýkavců (Navrátilová a kol., 2012). Hlavním prekurzorem mléčného tuku je kyselina octová (tvořená bachorovou fermentací vlákniny přijatých v krmivu) a kyselina máselná (Kudrna a Homolka, 2007).

Mléčný tuk se vyskytuje ve formě tukových kuliček (globulí). Velikost tukových kuliček se pohybuje od průměru 0,5 - 10 μm , nejčastěji 2,5 – 3,5 μm (Doležal, 2000; Drbohlav, Vodičková, 2002). Tukové kuličky jsou stabilizovány membránou tvořenou fosfolipidy (60% všech fosfolipidů mléka) a cholesterolem. Na membránu tukových kuliček se vážou stopy těžkých kovů, především měď a železo (Navrátilová a kol., 2012). Šustová a Sýkora (2013) uvádí, že při tučnosti mléka 3,7 – 4,1 % je počet tukových kuliček v 1 ml mléka $1,5 - 6 \cdot 10^{10}$.

2.1.3 Sacharidy

Sacharidy jsou významným zdrojem energie. V kravském mléce je nejzastoupenější laktóza (disacharid z glukózy a galaktózy), tvoří 99 % všech sacharidů v mléce (Navrátilová a kol., 2012). Vyskytuje se pouze v mléce. Laktóza (stejně jako minerální látky) je v mléce zcela rozpuštěna. Kravské mléko obsahuje kolem 5 % laktózy (Jelínek a Koudela, 2003). Doležal a kol. (2000) uvádí rozpětí obsahu laktózy 4,55 – 5,30 %. Laktóza je významným zdrojem energie, dodává mléku nasládlou chuť a ovlivňuje fyzikální vlastnosti (osmotický tlak, bod mrznutí, bod varu). Při rozkladu laktózy vzniká v trávicím traktu kyselina mléčná a ta zvyšuje resorpci vápníku, podporuje resorpci vitamínů a aminokyselin při odbourávání bílkovin, přispívá k regeneraci tkání a brání vzniku aterosklerózy (Jelínek a Koudela, 2003 Navrátilová a kol., 2012).

V mléce se v menších koncentracích vyskytují i další sacharidy. Ty jsou buď vázané na bílkoviny, fosfáty nebo lipidy nebo jsou ve volné formě. Je to například mléčný sacharid laktulóza. Laktulóza se dostává do nejnižších úseků střev, kde slouží jako zdroj energie pro mikroflóru (Doležal, 2000).

2.1.4 Vitamíny

Vitamíny jsou esenciální složkou potravy. Jsou získávané potravou či tvořené střevní mikroflórou. Jsou nezbytné pro látkovou přeměnu, regulaci metabolismu a jsou součástí katalyzátorů biochemických reakcí. Nedostatek vitamínů v potravě se projevuje různými poruchami (lehčí forma – hypovitaminóza, těžší forma – avitaminóza).

V mléce jsou obsaženy vitamíny lipofilní (rozpuštěné v tucích a nerozpuštěné ve vodě) – vitamín A, vitamín D, vitamín E a vitamín K. Vitamíny A, D, a E nejsou v bachoru syntetizovány a jejich množství je závislé na výživě. Vitamín K se u přežvýkavců syntetizuje v bachoru a jeho množství není ovlivněno výživou. V mléce se vyskytují i vitamíny hydrofilní (rozpuštěné ve vodě a nerozpuštěné v tucích) – vitamín B₁, vitamín B₂, vitamín B₆, vitamín B₁₂, kyselina listová a pantotenová a vitamín C (Reece, 2011).

Tabulka č. 1: Obsah vitamínů v mléce

Vitamín	Název	Obsah vitamínů [μg·100 ml ⁻¹]	Rozpuštěnost
A	Retinol axeroftol	25 – 35	Lipofilní (rozpuštěné v tucích)
D	Kalciferol	15 – 22	
E	Tokoferol	90	
K	Fylochinon	17	
B ₁	Thiamin, aneurin	25 – 40	Hydrofilní (rozpuštěné ve vodě)
B ₂	Riboflavin	180	
PP	Niacin	20 – 120	
B ₅	Kyselina pantotenová	250 – 500	
B ₆	Pyridoxin, adermin	40 – 120	
B ₁₂	Kyselina listová	5	
B ₃	Kyselina orotová	6000 – 10 000	
H	Biotin, inosit	3 – 5 000	
C	Kyselina askorbová	2 000	

Zdroj: Steigerová, 2005

2.1.5 Minerální látky

Minerální látky (zejména stopové prvky jód, měď a zinek) jsou předmětem této diplomové práce, takže jsou na následujících stranách zpracovány podrobněji.

Obsah minerálních látek v organismu živočichů tvoří 4 – 5 % jejich hmotnosti (Jelínek a Koudela, 2003). Do organismu se minerální látky dostávají převážně exogenně (výživou) (Šustová a Sýkora, 2005). Minerální látky se obvykle definují jako prvky obsažené v popelu potraviny. Minerální podíl u většiny potravin činí 0,5 – 3 % hmotnosti potraviny (Navrátilová, 2012).

Minerální látky lze klasifikovat například podle jejich množství, původu, účinků ve stravě, podle biologického nebo nutričního významu.

Nejčastěji se biogenní minerální látky dělí podle množství: majoritní prvky (makroprvky, makroelementy), minoritní minerální prvky a stopové prvky (mikroprvky). Makroelementy se vyskytují ve větším množství ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) a zástupci makroprvků jsou sodík, draslík, vápník, fosfor, síra, chlor a hořčík. Makroprvky se uplatňují při tvorbě zubů a kostí (fosfor, vápník), v prevenci rakoviny tlustého střeva a osteoporózy. Pozitivní vliv mají na stabilitu krevního tlaku a jsou součástí fosfolipidů a nukleotidů. Odbourávají cukr a mají vliv na činnost nervové soustavy (fosfor) (Navrátilová a kol., 2012, Jelínek a Koudela, 2003). Minoritní minerální látky tvoří přechod mezi makroprvky a mikroprvky. Jsou zastoupeny v menších množstvích – desítky až stovky $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Zástupci jsou zinek a železo (Navrátilová, 2012). Mikroprvky jsou nejméně zastoupené prvky v organismu (desítky a méně $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Mezi zástupce patří například jód, zinek, měď, fluor, železo, kobalt, selen, mangan, molybden, arsen, bor, kadmium, měď, nikl, či olovo. Hlavní význam mikroprvků spočívá v aktivaci enzymů a v katalytických, enzymatických a regulačních procesech (NRC, 2001; Jelínek a Koudela, 2003; Navrátilová a kol., 2012).

Minerální látky se vyskytují v mléce v různé formě. Nacházejí v podobě tzv. pravých roztoků, koloidně dispergované nebo se vážou slabě či silně na organické složky mléka, například bílkoviny, tuky, sacharidy a nukleové kyseliny (Šustová a Sýkora, 2005). Minerální látky jsou vedle organogenních prvků základními stavebními jednotkami organických látek tvořící 12 - 13 % sušiny mléka

(Navrátilová, 2012). Minerální látky ovlivňují výživnou hodnotu a chuť mléka, fyzikální vlastnosti a stabilitu mléčných bílkovin (Jelínek a Koudela, 2003).

Kravné mléko obsahuje průměrně 7,3 g minerálních látek v jednom litru mléka a jeho obsah není konstantní. Mlezivo obsahuje více minerálních látek. Jelínek a Koudela (2003) uvádí, že obsah minerálních látek v mlezivu tvoří 1,8 % a obsah v mléce je 0,7%. Obsah minerálních látek je ovlivňován úrovní minerální výživy dojníc (jód, selen, fluor a měď) a skladbou půdy při produkci objemných krmiv (Doležal, 2000). Šustová a Sýkora (2005) uvádí, že obsah minerálních látek závisí na plemeni, stadiu laktace (ke konci laktace vyšší obsah vápníku a fosforu) a zdravotním stavu dojnice. Gajdůšek (2003) uvádí, že při onemocnění dojnice dojde k poklesu obsahu vápníku, hořčíku a fosforu a k růstu obsahu sodíku, chloru. Navrátilová (2012) uvádí vliv genetických faktorů a faktorů vnějšího prostředí. V tabulce č. 2 je porovnání obsahu minerálních látek různých druhů přežvýkavců.

Tabulka č.2: Porovnání obsahu minerálních látek přežvýkavců

Minerální látky (ve 100 g)	Kravné mléko	Ovčí mléko	Kozí mléko	Buvolí mléko
Vápník [mg]	124,0	199,463	158,907	189,450
Fosfor [mg]	96,0	154,430	128,842	109,370
Draslík [mg]	137,0	159,468	177,00	100,800
Sodík [mg]	41,0	50,353	38,217	42,375
Hořčík [mg]	10,0	19,325	13,314	19,020
Měď [μg]	8,0	0,055	0,048	Neuvedeno
Železo [μg]	44,0	0,175	0,075	0,139
Zinek [μg]	318,0	0,594	0,330	Neuvedeno
Jód [μg]	13,0	Neuvedeno	0,004	Neuvedeno

Zdroj: Drbohlav a Vodičková (2002)

Tabulka č.3: Koncentrace mikroelementů v kravském mléce

Prvek	Koncentrace [l⁻¹]	Prvek	Koncentrace [l⁻¹]
Železo [mg]	0,50	Selen [μg]	10,00
Zinek [mg]	3,90	Kobalt [μg]	0,55
Měď [mg]	0,09	Chrom [μg]	2,00
Mangan [μg]	30,00	Molybden [μg]	50,00
Jód [μg]	100,00 – 770,00	Nikl [μg]	26,00
Fluor [μg]	20,00	Arsen [μg]	20,00 – 26,00

Zdroj: Cashman, 2003 citovaný v Navrátilová (2012)

Tabulka č.:4: Porovnání složek mlék přežvýkavců

Složky kravského mléka [g/100 g mléka]	Kravské mléko	Ovčí mléko	Kozí mléko	Buvolí mléko
Bílkoviny	3,290	11,175	3,760	4,587
Lipidy (celkové)	4,060	7,452	4,589	7,260
Nasyčené MK	2,400	Neuvedeno	Neuvedeno	Neuvedeno
Nenasycené MK	1,370	Neuvedeno	Neuvedeno	Neuvedeno
Laktóza	4,770	5,004	5,237	4,900
Voda	87,150	80,915	85,865	82,033
Sušina	12,850	19,083	14,138	18,225
Popel	0,730	0,898	0,751	0,750

Zdroj: Drbohlav a Vodičková (2002)

2.2 Zinek

2.2.1 Výskyt

Průměrný obsah zinku v zemské kůře je $76 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Rozšíření zinku je hojnější než u mědi ($68 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Nejdůležitější rudou zinku je zinkový sfalerit (blejno zinkové - ZnS), kalamín (smithsonit - ZnCO_3), hemimorfit $\text{Zn}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ a franklinit $(\text{Zn}, \text{Fe})\text{O}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$. Tyto rudy jsou těženy nejvíce v USA, Kanadě a Austrálii (Greenwood a Earnshaw, 1993).

Obsah zinku v půdě je ovlivněn jeho obsahem v mateční hornině. Zinek je běžnou součástí hornin, půd a sedimentů. Například v jílech bývá obsaženo asi $100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ zinku. Požadovaná koncentrace zinku v půdách je asi $80 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Rozpuštěný zinek (ve formě Zn^{2+}) se sorbuje na jíly a huminové koloidy (MŽP, 2016). International Programme on Chemical Safety (IPCS INCHEM) (2001) uvádí koncentraci zinku v půdě 10 až $300 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny v půdě, v sedimentech $100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. V antropogenně kontaminovaných vzorcích půdy se může obsah zinku pohybovat až kolem $35 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Peréz-Carrera a kol. (2016) uvádí obsah zinku v půdě $61 - 129,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Zinek se v atmosféře váže na aerosolové částice. Zdroje zinku jsou přírodní i antropogenní, na znečištění mají stejný podíl. Mezi hlavní antropogenní zdroje zinku patří těžba, průmyslové procesy, spalování uhlí a neobnovitelných zdrojů, likvidace odpadů a používání hnojiv a pesticidů obsahující zinek. Mezi hlavní přírodní zdroje patří lesní požáry a eroze hornin obsahující zinek. Je zjištěn snižující se trend emisí zinku z antropogenních zdrojů. Z atmosféry se zinek odstraní mokrou nebo suchou depozicí. Průměrná koncentrace zinku ve vzduchu je až $300 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$. V antropogenně kontaminovaných vzorcích vzduchu se může obsah zinku pohybovat až kolem $8 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (IPCS INCHEM, 2001).

Distribuce a transport zinku ve vodě, sedimentech a v půdě je závislý na druhu přítomného zinku a charakteristice životního prostředí. Rozpustnost zinku je určena pH. V nižších hodnotách pH se zinek ve vodné fázi vyskytuje v iontové formě. Zinek se může srážet při hodnotě pH větší než $8,0$. V takovém prostředí tvoří zinek například s huminovými kyselinami stabilní organické komplexy, které mohou zvýšit mobilitu a rozpustnost zinku. V kyselých a písčitých půdách s nízkým

obsahem organických látek se zinek obtížněji váže. Pouze rozpuštěný zinek má tendenci být biologicky dostupný (IPCS INCHEM, 2001; MŽP, 2016).

Koncentrace zinku ve vodě je velmi ovlivněna místními geologickými a antropogenními vlivy. Přírodní koncentrace zinku ve sladké vodě je $< 0,1$ až $50 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, v mořské vodě $0,002$ až $0,1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Zvýšenou koncentraci zinku může způsobovat přirozený výskyt zinkových rud, antropogenní činnost, abiotické a biotické procesy. V antropogenně kontaminovaných vzorcích vody se může obsah zinku pohybovat až kolem $4,0 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (IPCS INCHEM, 2001). Větší množství zinku se dostává do podzemních vod při oxidačním rozkladu sulfidických rud (MŽP, 2016). Vliv na obsah zinku ve vodě má atmosférický spad, eroze, splachy hnojiv obsahující zinek ze zemědělských ploch, deponované čistírenské kaly či uchovávání vod v zinkových nebo pozinkovaných kovech (nádoby, okapy). Rozdílnou koncentraci zinku v pitné vodě dokazuje studie Pérez-Carrera a kol. (2016), která uvádí vyšší koncentraci zinku v pitné vodě získané z hlubinných vrtů ($0,157 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) než koncentrace zinku v pitné freatické vodě (podzemní voda v malých hloubkách pod povrchem, dosažitelná mělkými studnami – $0,064 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Bilgucu a kol. (2016) ve své studii zjistili, že vyšší koncentrace zinku ve vodě jsou v oblastech těžkého průmyslu ($0,697 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Zdrojem jsou odpadní vody z průmyslových závodů.

2.2.2 Fyziologický význam zinku

Zinek patří mezi velmi důležité prvky nejen v lidském organismu. Zinek je součástí a aktivátorem mnoha enzymů, je důležitý při syntéze proteinů a nukleových kyselin, nezbytný pro tvorbu leukocytů a pro plnění fyziologických procesů v kůži a v kožních derivátech, ovlivňuje fagocytózu a tvorbu protilátek. U přežvýkavců ovlivňuje fermentační procesy v bacheru – růst a rozmnožování bacherové mikroflóry (Jelínek a Koudela, 2003). Důležitý je pro správnou činnost imunitního systému, růst, tvorbu a působení pankreatického hormonu insulinu (Velíšek a Hajšlová, 2009). Zinek spolu s vitamínem E je účinný v prevenci mastitidy (Wilde, 2006).

Celkový obsah zinku v organismu je desetkrát až patnáctkrát vyšší než obsah mědi. Potřeba zinku u savců činí 40 až $100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny krmné dávky. U mláďat

s vysokou intenzitou růstu je potřeba zinku relativně vyšší. U dospělých jedinců se potřeba zvyšuje v průběhu gravidity a vysokého stupně laktace (Jelínek a Koudela, 2003). Doležal a kol. (2011) uvádí fyziologický limit zinku v krvi pro skot 12,2 – 45,9 $\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$. Rey – Crespo a kol. (2014) ve své studii uvádí fyziologickou denní potřeba zinku 63 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Zinek se vstřebává ve dvanáctníku tenkého střeva, účinnost resorpce je přibližně 30%. Vstřebávání zinku je vyšší u jedinců s nižší tělesnou hmotností a v případě nižší saturace organismu zinkem. Při vysokých dávkách zinku v krmivu se účinnost resorpce snižuje. U mláďat je míra vstřebávání zinku vyšší než u starších zvířat. Resorpce také závisí na složení krmiva. Vysoký obsah bílkovin a aminokyselin jí zvyšují, naopak vláknina, kyselina fytová, vysoký obsah vápníku, fosforu a železa resorpci snižují. Nejvyšší koncentrace zinku v těle živočichů je ve svalové a kostní tkáni, v cévnatce oka a prostatě, v kůži a kožních derivátech, slinivce, játrech, varlatech, ledvinách a v kostech. Nejnižší koncentrace zinku je v nervové a plicní tkáni. Nevstřebaný zinek vylučován výkaly, v menší míře slinami, žlučí a pankreatickými šťávami (Jelínek a Koudela, 2003; Velíšek a Hajšlová, 2009).

2.2.3 Nedostatek a nadbytek zinku

Nedostatek zinku hrozí při nevyvážené stravě a při řadě onemocnění ovlivňující vstřebávání zinku – chronická střevní onemocnění či diabetes. Nedostatečný příjem zinku vede k narušení syntézy DNA a RNA, dále k narušení imunitních funkcí, zhoršení průběhu infekčního onemocnění, zpomalenému růstu, špatně hojícím se ránám a zlomeninám, deformaci paznehtů, kulhavosti, zhoršenému vnímání pachů a chutí, šerosleposti, ztrátě srsti a v extrémních případech i smrti zvířete. Mezi klinické příznaky nedostatku zinku patří únava, ztráta chuti k příjmu potravy, celková slabost organismu, popraskané ústní koutky a vypadávání srsti (Murray, 2002; Velíšek a Hajšlová, 2009; Enjalbert a kol., 2006; Spears a Weiss, 2008). U dojnic dochází ke snížení užitkovosti, poruchám reprodukce, neplodnosti, zvýšené predispozici k metritidám a mastitidám a mléko obsahuje více somatických buněk. U býků dochází k narušení vývoji varlat (Jelínek a Koudela, 2003; Wilde, 2006). Enjalbert a kol. (2006) uvádí, že onemocněním vzniklým nedostatečným

příjmem mědi trpí převážně telata a onemocněním vzniklým nedostatečným příjmem zinku zas dospělí jedinci.

Ke krátkodobě zvýšeným dávkám zinku je skot poměrně tolerantní, po dlouhodobém podávání zvýšených dávek může být zinek toxický. Projevuje se podrážděním zažívacího traktu, průjmem a zvracením, poruchami jater a ledvin a změnou krevního obrazu (zinek je antagonist a mědi) (Velíšek a Hajšlová, 2009).

2.2.4 Zinek v mléce

Jelínek a Koudela (2003) uvádí, že koncentrace zinku v kolostru a mléce je poměrně vysoká a odráží příjem zinku potravou. V kravském a ovčím mléce je koncentrace zinku v rozmezí 3 až 5 mg·l⁻¹, v kolostru 15 až 25 mg·l⁻¹. Trávníček a kol. (2005) ve své studii uvádí průměrnou koncentraci zinku v mléce dojnic 4,66 ± 0,6 mg·l⁻¹. Na základě studie bylo zjištěno, že mléko nelze považovat za podstatný zdroj zinku pro lidskou výživu (svým obsahem se mléko podílí na pokrytí potřeby u dospělé populace z 18,5 až 24,7 %). Množství zinku v kravském mléce dle Drbohlava a Vodičkové (2001) je 0,32 mg·l⁻¹. Sommer a kol. (1994) uvádí orientační potřebu zinku pro dojnici 60 mg·kg⁻¹ sušiny. Navrátilová a kol. (2012) uvádí, že jeden litr mléka pokryje doporučenou denní dávku zinku ze 40%.

Hosnedlová a kol. (2005) ve své studii zjistila, že průměrný obsah zinku v mléce dojnic v jižních Čechách byl 4,67 mg·l⁻¹. Tyto hodnoty ukazují na nižší variabilitu v obsahu zinku v mléce v porovnání s obsahem mědi. Nejnižší průměrná hodnota byla nalezena v okrese České Budějovice (4,42 ± 0,50 mg·l⁻¹), nejvyšší v okrese Český Krumlov (5,12 ± 0,42 mg·l⁻¹). Více než 61% vzorků bylo v rámci doporučeného rozmezí 4 – 5 mg·l⁻¹ (Illek a kol., 2000).

2.2.5 Faktory ovlivňující obsah zinku v mléce

Obsah zinku v mléce je ovlivněn celou řadou faktorů, zejména druhem zvířete, plemenem, březostí, množstvím nádoje, fází laktace či věkem dojnice, ročním obdobím, výživou a formou suplementace zinku, oblastí, znečištěním životního prostředí a systémem hospodaření.

Druh

Krčmár a kol. (2003) ve své studii uvádí, že průměrný obsah zinku v kozím mléce je vyšší než v kravském. Mondal a kol. (2015) prokázali, že obsah stopových prvků je vyšší v buvolím mléce než kravském mléce. Průměrný obsah zinku v kravském mléce byl $3,40 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ a $3,74 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ v buvolím mléce. Xuewei a kol. (2016) zjistil nejvyšší koncentraci zinku v buvolím mléce ($4\,629,55 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), menší koncentrace zinku byla zjištěna v kravském mléce ($3\,233,96 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) a nejmenší koncentrace zinku v kozím mléce ($2\,953,93 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Hanuš a kol. (2008) zjistil nejvyšší koncentraci zinku v ovčím mléce ($5,23 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), v kravském mléce (český strakatý skot – $4,65 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, holštýnský skot – $4,20 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) a v kozím mléce byla koncentrace zinku nejnižší ($4,30 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Byl prokázán rozdíl v obsahu zinku v mléce mezi plemeny skotu.

Březost a poporodní změny

Slavík a kol. (2006) sledoval zásobení zinkem v regionu Šumava v ČR. Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v obsahu zinku u jalovic a u krav. Noaman a kol. (2012) ve své studii sledující koncentraci zinku v krevním séru také nepotvrdil vliv březosti na obsah zinku. Obsah zinku v krevním séru březích dojníc byl $1,10 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ a nebřezích $1,01 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$. Karatzia a kol. (2016) uvádí, že obsah zinku v krvi zůstává stabilní až do porodu, po porodu vzroste a vrcholu dosáhne po 2 – 3 týdnech (obsah zinku 21 dní před porodem: $18,6 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$, 21 dní po porodu: $19,0 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$). Autor uvádí souvislost nárůstu obsahu zinku v souvislosti s vyšším příjmem krmiva.

Pavlata a kol. (2004) zjistil, že obsah zinku v krevním séru telete před prvním napojením kolostrum byl průkazně vyšší než obsah zinku v krevním séru matky. V průběhu kolostrální výživy se koncentrace zinku v krvi telat nepatrně zvýšila, ale nebyla zjištěna závislost koncentrace zinku v krvi telat na obsahu zinku v kolostru. Na základě studie bylo prokázáno, že telata dokáží ve svém těle koncentrovat zinek v průběhu nitroděložního vývoje a že je zinek koncentrován v kolostru krav (obsah zinku v prvním kolostru byl $416,76 \pm 120,07 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$). Zvýšená hladina zinku v kolostru může být způsobena zvýšením koncentrace glukokortikoidů po porodu vedoucí ke zvýšení přenosu zinku z krve do prsní žlázy. Krys a kol. (2009) zjistili, že koncentrace zinku v kolostru po porodu rychle klesala, znatelný pokles u zinku byl

už první den po porodu. Koncentrace zinku v prvním kolostru je až čtyřikrát vyšší než je koncentrace zinku v mléce (obsah zinku v den porodu: $317 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$, 20 dní po porodu: $79 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$).

Vliv denní produkce mléka

Hosnedlová a kol. (2005) sledovala obsah zinku a mědi a denní produkci mléka. Koncentrace zinku v mléce byla nejvyšší v zemědělských podnicích s produkcí přesahující 7 000 litrů mléka denně ($4,96 \pm 0,21 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a nejnižší na farmách s výrobou do 1 000 litrů mléka denně ($4,18 \pm 1,30 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Mléko z velkých farem má vyšší obsah zinku díky lepší suplementaci v krmivu. Na rozdíl od mědi obsah zinku nevykazoval vysokou variabilitu. Průměrná koncentrace se nacházela v doporučeném limitu pro obsah zinku v konzumním mléce (4 - 5 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) (Illek a kol., 2000).

Fáze laktace a věk dojnice

Pechová a kol. (2008) se ve své studii zaměřili na vliv fáze laktace na koncentraci zinku v chovu holštýnského skotu. Nebyla zjištěna závislost koncentrace zinku na postupující laktaci. Množství zinku se v mléce holštýnského skotu neměnilo. Ke stejnému závěru došla i Górska a Oprządek (2011) ve své studii pozorující vybranou skupinu holštýnských krav v Polsku. Nebyl prokázán vztah koncentrace zinku v mléce dojnic v závislosti na věku dojnice či fázi laktace. Naopak Pavlata a kol. (2004) zjistil proměnlivost obsahu zinku s postupující fází laktace.

Roční období

Erdogan a kol. (2003) ve své studii v jižním Turecku neprokázal vliv sezónnosti na koncentraci zinku v mléce. Bilgucu a kol. (2016) ve své studii uvádí, že nejvyšší obsah zinku v mléce byl zjištěn v období únor – březen ($3,046 \pm 0,120 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), nejnižší obsah v období duben - květen ($0,755 \pm 0,038 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Noaman a kol. (2012) ve své studii tvrdí, že obsah zinku v séru je nižší v létě než v zimě, zřejmě z důvodu hypertermálního stresu (obsah Zn v létě: $0,95 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$, zima: $1,21 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$). Nantapo a Muchenje (2013) zjistili, že koncentrace zinku a mědi v mléce byla vyšší v zimním období než v jarním období. Zároveň ve své studii nezjistili statisticky významný vliv genotypu na koncentraci stopových prvků.

Výživa

Pechová a kol. (2008) uvádí, že když není nalezen korelační vztah mezi koncentrací zinku v mléce a v krvi, tak je stádo dostatečně suplementované zinkem. Množství zinku v mléce ovlivňuje jeho dostupnost v krmivu. V dnešní době se ustupuje od syntetických krmiv a hledají se nové přírodní zdroje minerálů.

Feng a kol. (2011) sledoval reakci organismu dojnic na doplnění minerálních látek (zinku a mědi) v krmivu. Doplněním se zvýšila produkce mléka (z 26,22 kg·den⁻¹ na 27,75 kg·den⁻¹), zvýšil se obsah tuku a dusíkatých látek a snížilo se množství somatických buněk.

Slavík a kol. (2006) sledoval zásobení zinkem v regionu Šumava v ČR. Výsledky ukázaly, že koncentrace zinku v pastevním porostu, senu a senáži ve sledovaných chovech byla nízká. Průměrná koncentrace zinku v objemné píci činila 24,19 mg·kg⁻¹ sušiny. Rey – Crespo a kol. (2014) uvádí obsah zinku v píci 34,7 mg·kg⁻¹ sušiny. Hackbart a kol. (2010) zjistil obsah zinku v kukuřičné siláži 13,4 ± 0,89 mg·kg⁻¹, v zrně 4,09 ± 14,19 mg·kg⁻¹ a ve slámě 12,9 ± 2,02 mg·kg⁻¹. Krys a kol. (2009) ve své studii zkoumal možnost zajištění dotace zinku a dalších mikroelementů dojnícím v chovu českého strakatého skotu prostřednictvím minerálního lizu. Byl zjištěný velmi nevyrovnaný příjem minerálního lizu dojnícemi a jeho zkrmování nevedlo k průkaznému zvýšení koncentrace zinku v kolostru, krvi a mléce krav. Naopak Slavík a kol. (2006) zjistil, že deficit zinku je možné vyrovnat minerálními lizy s obsahem zinku. Noaman a kol. (2012) uvádí rozdílný obsah zinku v letním a v zimním krmení dojnic v Iránu. Obsah zinku v letní krmě byl 50,7 mg·kg⁻¹ sušiny a v zimním krmení 43,5 mg·kg⁻¹ sušiny.

Zdrojem zinku je kromě krmiva i pitná voda. Studie Pérez-Carrera a kol. (2016) dokazuje, že vzorky mléka odebrané od dojnic napájených freatickou vodou obsahovaly nižší koncentraci zinku (64 µg·l⁻¹) než vzorky od dojnic napájených vodou z hlubinných vrtů (157,3 µg·l⁻¹). Xuwei a kol. (2016) ve své studii prokázal, že zinek přijatý z pitné vody a z krmiva přispívá k obsahu zinku v mléce.

Doležal a kol. (2011) přidali do směsné krmné dávky (TMR) kvasinkové kultury obsahující *Saccharomyces cerevisiae*. Výsledkem obohacení byla vyšší

produkce mléka, lepší zdraví dojnic a vyšší obsah glukózy, vápníku, fosforu, mědi, hořčíku a zinku v krevním séru dojnic.

Singh a kol. (2016) porovnával účinky minerálního premixu a krmiva obsahující mořské řasy. Mořské řasy jsou bohatým zdrojem některých minerálních látek, ale studie prokázala, že jsou nedostatečným zdrojem zinku a mědi a je nutné jejich doplnění jinou formou. Obsah zinku v mléce dojnic, kterým bylo podáváno krmivo obsahující mořské řasy byl $17,90 \pm 3,04$ mg·den a obsah zinku dojnic, kterým bylo podáván minerální premix byl $22,97 \pm 6,90$ mg·den. Koncentrace zinku a mědi v řasách se mění s typem použitých mořských řas, druhem a místem jejich výskytu. Podobný výzkum provedl Rey – Crespo a kol. (2014) ve Španělsku. Dojnicím bylo podáváno krmivo, kde byly minerální zdroje stopových prvků nahrazeny mořskými řasami z Galicijského pobřeží. Průměrný obsah zinku v mléce dojnic se po podání mořských řas zvýšil z 3,28 na 3,69 mg·l⁻¹.

Formigoni a kol. (2011) sledoval vliv organického zdroje minerálních látek na obsah zinku v kolostru. Po podání organického zdroje došlo k navýšení počtu imunoglobulinů a zvýšila se koncentrace zinku v kolostru (z 0,16 mg·l⁻¹ na 0,18 mg·l⁻¹). V prvních 150 dnech laktace se zvýšilo procento mléčného tuku, ale nedošlo ke změně v nádoji, počtu somatických buněk či v obsahu bílkovin.

Forma suplementace zinku

V dnešní době se ustupuje od anorganických zdrojů a hledají se nové dostačující přírodní zdroje minerálních prvků.

Pechová a kol (2006) porovnávala vliv chelátové suplementace zinku v krmivu ve skupině českého strakatého skotu na somatické buňky v mléce. Suplementace zinku ve formě chelátu do krmné dávky dojnic neovlivnila koncentraci zinku v krevní plazmě a ani v mléce (koncentrace zinku v mléce není přímo ovlivněna výší suplementace tohoto prvku do krmné dávky). Byl zjištěn pozitivní vliv suplementace zinku na zdravotní stav mléčné žlázy a počet somatických buněk. Naopak Bach a kol. (2015) nezjistil změny v počtu somatických buněk vlivem chelátové suplementace zinku. Wilde (2006) ve své studii prokázal, že organické formy zinku jsou lépe dostupné pro organismus než anorganické formy zinku. Organické zdroje zinku mohou poskytnout větší užitek v prevenci nemocí – došlo ke

zlepšení keratinizace paznehtu, prevence kulhání a mastitidy. Bach a kol. (2015) zjistil, že částečná chelátová suplementace zinku má pozitivní vliv na zvýšení oplození krav a znatelný pokles počtu onemocnění.

Dle studie Bacha a kol. (2015) v prvním měsíci laktace byla výtěžnost zinku vyšší v mléce dojnic, kterým byl podáván pouze anorganický zdroj zinku. Během posledních měsíců pokusu byla výtěžnost nepatrně vyšší u dojnic s částečnou náhradou chelátových stopových minerálů (obsah zinku v mléce dojnic s částečnou náhradou - $32,5 \text{ kg} \cdot \text{den}^{-1}$, obsah zinku v mléce dojnic s krmivem pouze s anorganickým zdrojem zinku - $31,7 \text{ mg} \cdot \text{den}^{-1}$). Při dlouhodobějším podávání pouze anorganických zdrojů stopových prvků byl zjištěn negativní vývoj v produkci mléka. Nebyly zjištěny žádné rozdíly v obsahu mléčného tuku a bílkovin. Karkoodi a kol. (2012) neprokázal vliv organického nebo anorganického zdroje zinku v krmivu na jeho obsah v mléce. Formigoni a kol. (2011) ve své studii zjistil, že částečná substituce anorganických forem zinku a mědi organickými formami ovlivnila zvýšení obsahu imunoglobulinu v mlezivu a nižší úmrtnost telat při otelení. Hackbart a kol. (2010) zjistil, že při podávání organického zinku se zvýšila produkce mléka v polovině laktace. Nebyl ovlivněn obsah zinku v játrech ani ve žlutém tělísku. Nebyla ovlivněna ani poporodní folikulární dynamika či kvalita embrya.

Kinal a kol. (2011) ve své studii porovnává vliv biotinu a chelátového zinku (Zn-methionin) v prvním a druhém trimestru laktace. Zn-methionin měl sice menší vliv na doživost mléka krav než biotin, pozitivně však ovlivnil složení mléka včetně snížení počtu somatických buněk.

Země

V tabulce níže jsou uvedeny koncentrace zinku v mléce zjištěné ze studií v různých zemích.

Tabulka č.5: Porovnání obsahu zinku v mléce dojníc v různých zemích

Stát	Obsah zinku [mg.l ⁻¹]	Autor
Turecko	1,90	Bilgucu a kol. (2016)
Jižní Turecko	2,90	Erdogan a kol. (2003)
USA	3,90	Cashman (2003)
Česká republika	0,50	Doležal a kol. (2000)
Česká republika	4,67	Hosnedlová a kol. (2005)
Česká republika	4,66	Trávníček a kol. (2005)
Česká republika	3,86	Pechová a kol. (2008)
Polsko	3,60	Górska a Oprządek (2011)
Polsko	3,67	Proscura a kol. (2015)
Chorvatsko	0,51	Biladžić a kol. (2015b)
Chorvatsko	4,20	Biladžić a kol. (2011)
Argentina	2,05	Peréz-Carrera a kol. (2016)
Španělsko	4,63	Sola-Larrañaga a Navarro- Blasco (2009)
Španělsko	3,28	Rey-Crespo a kol. (2014)
Čína	3,23	Xuwei a kol. (2016)
Turecko	3,40	Bakircioglu a kol. (2016)

Znečištění životního prostředí

Erdogan a kol. (2004) porovnával obsah zinku v mléce v průmyslové oblasti a v oblasti bez průmyslového znečištění. Vzorky mléka odebrané v letním období z oblasti bez průmyslového znečištění obsahovaly nižší množství zinku než vzorky ze znečištěné oblasti (neznečištěná oblast: $2,3 \pm 0,2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a znečištěná oblast: $2,9 \pm 0,2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$). Kodrik a kol. (2011) ve své studii porovnával vliv přítomnosti dálnice na obsah těžkých kovů v mléce v Maďarsku. Bylo zjištěno, že vyšší obsah zinku v mléce byl zjištěn z oblastí neznečištěných dopravní infrastrukturou (Zn v mléce z neznečištěné oblasti: $2\,240,5 \pm 517,4 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, ze znečištěné oblasti: $1\,493,7 \pm 124,5 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$). Důvodem může být použití pesticidů, vliv mohou mít stroje a nástroje používané při sběru mléka. Bilgucu a kol. (2016) zjistil, že nejvyšší

koncentrace zinku v mléce byly zjištěny z oblasti okolo dálnic (0,774 až 3,046 mg·l⁻¹). Pravděpodobně v závislosti na silném provozu a používání olejů obsahující zinek v automobilech. Ogut a kol. (2016) zjistil, že nejvyšší koncentrace zinku v mléce byly zjištěny v průmyslové oblasti (4,92 mg·kg⁻¹), následovaný oblastí zemědělskou (4,76 mg·kg⁻¹), dále oblastí s velkou dopravní intenzitou (4,04 mg·kg⁻¹) a venkovským regionem (2,20 mg·kg⁻¹). Byly zjištěny významné statistické rozdíly mezi jednotlivými oblastmi.

System hospodaření

Šrednicka-Tober a kol. (2016) ve své studii studii nezjistila významné rozdíly v obsahu zinku a mědi v mléce z ekologického a konvenčního chovu. Naopak Bakircioglu a kol. (2016) prokázal nižší koncentrace zinku v mléce krav z chovů s ekologickou formou hospodaření než z chovů konvenčních (popřadě: 3,4 ± 0,7 mg·kg⁻¹ a 3,5 ± 0,7 mg·kg⁻¹). Obdobné výsledky uvádí i Tomza-Marciniak a kol. (2011), obsah zinku v krevním séru dojníc byl v ekologickém chovu nižší (0,159 μg·ml⁻¹) než v chovu konvenčním (0,645 μg·ml⁻¹).

2.3 Měď

2.3.1 Výskyt

V zemské kůře je mědi přibližně 68 mg·kg⁻¹. Hlavními rudami mědi jsou chalkopyrit (představuje 50% veškerých rud obsahujících měď - CuFeS₂), chalkozín(Cu₂S), kuprit (Cu₂O) a malachit (Cu₂(OH)₂CO₃). Nejvíce mědi v půdě je uloženo několik málo centimetrů pod povrchem půdy. Měď se váže na organickou hmotu, karbonátové a jílové minerály. Největší vyluhování mědi nastává v písčitých a kyselých půdách (IPCS INCHEM, 1998). Peréz-Carrera a kol. (2016) uvádí obsah mědi v půdě 31,5 – 93,0 mg·kg⁻¹.

Množství mědi ve vodě je ovlivněno přirozeným zvětráváním hornin, vypouštěním vod z průmyslové výroby a z čistíren odpadních vod. Sloučeniny mědi mohou být záměrně použity k odstranění vodních řas (IPCS INCHEM, 1998). Obsah mědi ve freatické vodě (6,2 μg·l⁻¹) byl nižší než obsah mědi ve vzorcích vody

z hlubinných vrtů ($7,7 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) (Pérez-Carrera a kol., 2016). Bilgucu a kol. (2016) ve své studii zjistil, že nejvyšší koncentrace mědi je ve vzorcích z oblasti průmyslového znečištění ($0,153 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Zřejmě vlivem vysoké koncentrace mědi v průmyslových odpadních vodách a vysokým množstvím srážek. IPCS INCHEM (2001) uvádí, že koncentrace mědi v mořské vodě je $0,15 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a ve sladké vodě $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Nejvíce mědi je uloženo v sedimentech nádrží.

Měď je uvolňována do atmosféry z přírodních a antropogenních zdrojů. Přírodními zdroji jsou lesní požáry, rozklad vegetace a sopečná činnost. Mezi hlavní antropogenní zdroje emisí patří těžba v měděných dolech, spalovny komunálního odpadu, čistírenské kaly a slévárny. Zemědělské využití výrobků obsahujících měď představuje 2% znečištění - měď je používána v hnojivu, jako baktericidy, fungicidy, algicidy a nátěry na ochranu dřeva. Průměrná koncentrace mědi v ovzduší ve venkovských oblastech je $5 - 50 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$. Koncentrace mědi v ovzduší je závislá na vzdálenosti od zdrojů (IPCS INCHEM, 1998).

Obsah mědi v potravě závisí na technologii zpracování surovin a používání chemických látek. Byl dokázán vyšší obsah mědi v plodinách kontaminovaných pesticidy obsahující měďnaté sloučeniny. Používání měďnatých nádob pro zpracování potravinářských surovin (například v pivovarnictví) také způsobuje vyšší obsah mědi (Velíšek a Hajšlová, 2009).

2.3.2 Fyziologický význam mědi

Měď je základní složkou mnoha enzymů podmiňující například vznik proteinu elastinu (nezbytný pro silné kosti a pojivové tkáně), pigmentaci kůže a vlasů, efektivní využití železa (katalyzuje oxidaci iontů Fe^{2+} na Fe^{3+} a tudíž fixaci železa v transferinu a vstřebávání), transport elektronů během aerobního dýchání, ochranu buňky před toxickými účinky metabolitů kyslíku (důležité pro funkci fagocytární buňky) a má antibakteriální účinek (Murray, 2002; NRC 2001, Greenwood a Earnshaw, 1993). Měď tvoří přibližně 0,002 až 0,0025 % hmotnosti těla zvířat. Potřeba mědi u býložravců je $8 - 12 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny krmné dávky, u prasat je potřeba mědi vyšší (Jelínek a Koudela, 2003). Dle NRC (2001) je doporučena dávka mědi $0,5 \text{ mg}\cdot\text{den}^{-1}$ pro dojnice s méně než 100 dní březosti, $1,5 \text{ mg}\cdot\text{den}^{-1}$ pro 100 -

225 dní březosti a $2,0 \text{ mg} \cdot \text{den}^{-1}$ nad 225 dní. Doležal a kol. (2011) uvádí fyziologický limit mědi v krvi pro skot $12,6 - 18,9 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$. Sommer a kol. (1994) uvádí orientační potřebu mědi pro dojnici $12 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny krmiva. Rey – Crespo a kol. (2014) ve své studii uvádí, že fyziologická denní potřeba mědi je $16 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Měď se vstřebává stejně jako zinek v dvanáctníku tenkého střeva. Stupeň resorpce se odhaduje na 25 - 70%, Jelínek a Koudela (2003) uvádí 20 - 30 %, IPCS INCHEM (2001) uvádí 20 - 60%. Nejvyšší koncentrace mědi je v játrech, ledvinách, slezině, srdci a mozku. Nejnižší koncentrace mědi je v hypofýze, štítné žláze a prostatě (NRC, 2001; Jelínek a Koudela, 2003). Resorpce je závislá na momentálním množství mědi v krmivu. Při nedostatku mědi v krmné dávce je stupeň resorpce vyšší, při nadbytku mědi se procento resorpce snižuje. Využitelnost mědi z krmiva zvyšuje přítomnost bílkovin a aminokyselin (stejně jako resorpci zinku). Menší vstřebávání mědi způsobuje vyšší obsah kyseliny askorbové, fruktosy, železa, síry, zinku či molybdenu. V závislosti na zvyšující se koncentraci síry za přítomnosti molybdenu v krmivu se snižuje koeficient absorpce mědi z 4,6% na 3,1 % (NRC, 2001). Molybden je antagonist a mědi – vyšší dávky molybdenu vyvolávají deficit mědi v organismu a její zvýšené vylučování (Murray, 2002; Spears a Weiss, 2008). Vyšší obsah zinku vede k tvorbě metalothioninu vedoucího k zadržení mědi v buňkách a jejího menšího uvolňování do krve. V praktických podmínkách zinek není významným faktorem ovlivňujícím vstřebávání mědi. Absorbovatelnost mědi snižuje i vyšší zastoupení železa v krmivu. Vliv kyseliny fytové a vlákniny na resorpci mědi je menší než na resorpci zinku (Velíšek a Hajšlová, 2009; NRC, 2001). Měď je transportována do jater, kde dochází k uložení části mědi do zásoby a zbytek mědi je vylučován žlučí do střeva. Měď je vylučována výkaly, v menším množství močí a v minimálním množství slinami (Murray, 2002; Jelínek a Koudela, 2003).

2.3.3 Nedostatek a nadbytek mědi

Při dlouhodobém nedostatečném příjmu mědi se objevuje porucha hybnosti, změny kůže a srsti (narušená pigmentace) a kostí (lámavost, deformace), poruchy metabolismu železa, anemie, nedostatečný vývoj a růst telete, průjem (Velíšek a Hajšlová, 2009; Greenwood a Earnshaw, 1993; Enjalbert a kol. 2016). Spears a Weiss (2008) uvádí, že nedostatečným příjmem mědi dochází ke snižování počtu

neutrofilních granulocytů (typ bílých krvinek – protiinfekční obrana), snížené produkce interferonů (protivirová obrana) a vyšší pravděpodobnosti výskytu mastitidy. IPCS INCHEM (2001) uvádí, že toxicita jednorázové dávky mědi se mezi druhy výrazně liší. Smrti předchází žaludeční krvácení, tachykardie, hypotenze, hemolýza, křeče a ochrnutí, změny biochemie a hematologie krve (zejména anémie), nepříznivé účinky má na játra, ledviny a plíce, záněty jater, degenerace epitelu v tubulech ledvin, degenerace varlat.

Onemocnění vzniklé nadbytkem mědi jsou vzácné. Hromadění mědi v těle se může projevit hemolytickou anémií nebo chronickým jaterním onemocněním, žloutenkou a hemoglobinurií. Toxicita mědi je velmi nízká, vysoce toxické jsou měďnaté ionty pro ryby, zvláště citlivé na zvýšený příjem mědi jsou ovce, naopak vysokou toleranci k mědi mají prasata (Velíšek a Hajšlová, 2009; Jelínek a Koudela, 2003).

2.3.4 Měď v mléce

Dle studie Drbohlava a Vodičkové (2001) je obsah mědi v mléce $0,01 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka. Pechová a kol. (2008) zjistili koncentraci mědi sledované skupiny dojníc v mléce $36,3 \pm 14,4 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. Navrátilová a kol. (2012) uvádí, že jeden litr mléka pokryje celkem 12 % doporučené denní dávky mědi.

Hosnedlová a kol. (2005) ve své studii sledovala obsah mědi v bazénových vzorcích mléka z chovů v jižních Čechách. Průměrný obsah mědi byl $43,8 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. Průměrný obsah mědi v mléce a vysoký koeficient variace ($V\% = 144,00$) naznačují nestejnou úroveň doplnění mědi. Nejnižší obsahy mědi byly zjištěny v okrese České Budějovice, Český Krumlov a Prachatice (méně než $5,0 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$). Nejvyšší koncentrace mědi v mléce byla zjištěna v chovu v okrese Jindřichův Hradec ($269,0 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$). Největší variabilita byla zjištěna v chovech z okresu České Budějovice ($V\% = 215,00$). Nízký obsah mědi byl zjištěn v 57% vzorcích (méně než $5 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$). Koncentrace mědi v mléce úzce korelovala s obsahem manganu.

2.3.5 Faktory ovlivňující obsah mědi

Koncentrace mědi v mléce je ovlivněna mnoha faktory – druhem, plemenem, březostí, množstvím nádoje, fází laktace či věkem dojnice, ročním obdobím, výživou a formou suplementace mědi, oblastí, znečištěním životního prostředí, systémem hospodaření.

Druh

Hanuš a kol. (2008) ve své studii uvádí, že obsah mědi je proměnlivý v závislosti na druhu. Nejvyšší obsah mědi byl zjištěn v ovčím mléce ($0,12 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), v kozím mléce ($0,10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) a nejmenší obsah mědi byl zjištěn v mléce holštýnského skotu ($0,08 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Mondal a kol. (2015) ve své studii porovnává obsah stopových prvků v mléce kravském a buvolím. Buvolí mléko obsahovalo vyšší koncentraci mědi než kravské mléko (buvolí mléko: $0,33 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, kravské mléko: $0,23 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Xuwei a kol. (2016) zjistil nejvyšší obsah mědi v kozím mléce, poté v buvolím mléce a následně kravském mléce.

Plemeno

Proskura a kol. (2015) ve své studii uvádí koncentraci mědi v mléce jerseyjského skotu $0,191 \pm 0,063 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Tato hodnota je mnohonásobně vyšší než jsou hodnoty uvedené ve studii Pilarczyka a kol. (2013) zpracovávající koncentraci mědi v mléce holštýnského-frýzského ($0,043 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) a simentálského skotu ($0,038 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$). Groska a kol. (2011) ve své studii zjistila koncentraci mědi v mléce holštýnského skotu $40,0 \pm 23,0 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Noaman a kol. (2012) uvádí koncentraci mědi v mléce holštýnského skotu $80,0 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ a v mléce českého strakatého skotu $90,0 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Březost a porod

Noaman a kol. (2012) zjistili, že obsah mědi v krevním séru březích dojnic je výrazně nižší než u nebřezích dojnic (březí dojnice: $0,44 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, nebřezí dojnice: $0,57 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Vysvětlením může být zvýšená potřeba mědi pro plod. Slavík a kol. (2006) neprokázal statisticky významný rozdíl v obsahu mědi v krevním séru mezi vysokobřezími krávami a jalovicemi z oblasti Šumava v ČR.

Pavlatá a kol. (2004) ve své studii porovnával vztah matky a mláděte a obsah mědi v kolostru a krvi krav a telat. Koncentrace mědi v krvi telat před prvním napojením kolostrum byla nižší než koncentrace mědi v krvi matky nebo v kolostru. V průběhu kolostrální výživy došlo ke zvýšení obsahu mědi v krvi telat (na rozdíl od zinku), ale ani po skončení tohoto období nedosahoval takové koncentrace mědi v krvi jaké má dospělý jedinec. Nebyl zjištěn vztah mezi obsahem mědi v krvi krav a v kolostru ani vztah mezi koncentracemi mědi a zinku u matek a jejich telat. Krys a kol. (2009) ve své studii uvádí rychlý pokles koncentrace mědi v kolostru po porodu. Signifikantní pokles u mědi byl zatelný už první den po porodu (pokles o $0,50 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$). Koncentrace mědi byla třikrát vyšší v prvním kolostru oproti koncentraci mědi v mléce (koncentrace mědi v kolostru v den porodu byla $2,02 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$, koncentrace mědi v mléce ve dvacátém dni po porodu $0,60 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$).

Vliv denní produkce mléka

Hosnedlová a kol. (2005) zjistili vliv nadoje na obsah mědi v mléce. Nejvyšší obsah mědi v mléce byl zjištěn na farmách s denní produkcí do 1 000 l mléka ($64,80 \pm 59,10 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), nejmenší obsah mědi byl zjištěn na farmách s denní produkcí 5 000 – 7 000 l ($18,42 \pm 37,83 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$).

Fáze laktace a věk dojnice

Górska a Oprządek (2011) a Rey-Crespo a kol. (2014) nezjistili vliv fáze ani počtu laktace na obsah mědi v mléce skotu. Pechová a kol. (2008) uvádí negativní korelační vztah mezi fází laktace a obsahem mědi v mléce. S postupem laktace se obsah mědi mírně snižoval. Górska a Oprządek (2011) ve své studii nezjistili vztah mezi obsahem mědi v mléce a věkem dojnice.

Roční období

Noaman a kol. (2012) zjistil, že nižší koncentrace mědi v mléce je v letních měsících než v zimních měsících (léto: $0,43 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$, zima: $0,58 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$). Toto konstatování potvrzuje i studie Sola-Larrañaga a Navarra-Blasca (2009) zkoumající vliv ročního období na obsah mědi v mléce dojnic ve Španělsku. Bilgucu a kol. (2016) rovněž zjistil nižší koncentraci mědi v období listopad – prosinec ($0,517 \pm 0,029 \text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a vyšší koncentraci mědi v mléce v období duben – květen ($1,564 \pm 0,060 \text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Erdogan a kol. (2004) ve své studii neprokázal vliv sezónnosti.

Výživa

NRC (2001) stanovuje požadavek na množství denního příjmu mědi $0,5 \text{ mg} \cdot \text{den}^{-1}$ po dobu prvních 100 dní březosti dojnice, $1,5 \text{ mg} \cdot \text{den}^{-1}$ v období 100 až 225 dnů březosti a $2,0 \text{ mg} \cdot \text{den}^{-1}$ nad 225 dní březosti dojnice. Množství denního požadavku mědi se mění v závislosti na růstu, laktaci, věku zvířete, chemické formě dodávané mědi a přítomnosti látek interferujících s absorpcí mědi. U novorozených telat se vstřebává z potravy až 70 % mědi, během prvních 4 týdnů života hodnota klesá na 60%. U dospělého skotu dochází ke vstřebávání mědi z potravy pouze z 1-5%. Pechová a kol., (2008) uvádí, že pokud nejsou nalezeny korelační vtahy mezi koncentrací mědi v mléce a v krvi, je krmivo dojnic dostatečně suplementované mědi.

Yamamoto a kol. (2014) ve své studii potvrdil, že při obohacení krmiva o stopové prvky (měď, zinek a další) došlo ke zvýšení produkce mléka s minimální změnou krevního složení a fyziologických parametrů dojnic, zlepšení pohyblivosti a zvýšení příjmu krmiva. Počet somatických buněk se nezměnil. Ramos a kol. (2012) ve své studii uvádí, že suplementace stopových prvků neovlivnila produkci mléka, ale došlo ke zvýšení obsahu mléčného tuku. Doba zabřeznutí byla kratší, byl zjištěn příznivý účinek na pohyblivost. Koncentrace metabolitů a hormonů se vlivem obohacení nelišily.

Enjalbert a kol. (2006) zjišťovali vliv nižšího obsahu mědi v krmné dávce dojnic. Pozorovali zpomalený růst a průjem telat a to v souvislosti s přebytkem molybdenu v krmivu. Nebyl zaznamenán vliv na produkci a reprodukční ukazatele dojnic. Hansen a kol. (2014) zjistil, že dlouhodobý nedostatek mědi způsobený podáváním vyšší dávky manganu ovlivňoval jaterní expresi hepcidinu a ferroportinu, ale neovlivnil duodenální expresi proteinů významných v metabolismu železa.

Xuwei a kol. (2016) prokázal úzkou závislost obsahu mědi v pitné vodě, krmivu a jeho obsahu v mléce. Vyšší korelace byla mezi obsahem mědi v krmivu a mléce než mezi obsahem mědi v pitné vodě a mléce. Studie Peréz-Carrera a kol. (2016) prokazuje, že vyšší obsah mědi v mléce byl u dojnic, kterým byla podávána voda z hlubinných vrtů než u dojnic napájených freatickou vodou (Cu v mléce dojnic napájených freatickou vodou: $26,2 \pm 20,5 \text{ ng} \cdot \text{g}^{-1}$, Cu v mléce dojnic napájených vodou z hlubinných vrtů: $38,5 \pm 19,5 \text{ ng} \cdot \text{g}^{-1}$).

Výsledky studie Slavíka a kol. (2006) prokázaly velmi nízkou koncentraci mědi v pastevním porostu, senu a senáži v regionu Šumava. Průměrná koncentrace mědi v objemné píce činila $4,59 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. Příjem mědi nebyl předkládaným lizem ovlivněn. Rey-Crespo a kol. (2016) uvádí obsah mědi v píce $5,54 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. Hackbart a kol. (2010) uvádí obsah mědi v zrně $6,0 \pm 0,55 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, slámě $0,8 \pm 0,34 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ a v kukuřičné siláži $1,9 \pm 0,22 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Krys a kol. (2009) ve své studii zkoumali vliv příjmu mikroprvků prostřednictvím minerálního lizu v chovu českého strakatého skotu. Byl zjištěný velmi nevyrovnaný příjem minerálního lizu dojnícemi (vliv chuti, vůně a tvaru lizu, dostupnost a vzdálenost lizu, tvrdost lizu – skot preferuje měkčí typy, v zimě je spotřeba lizu nižší než v období pastvy) a jeho zkrmování nevedlo k průkaznému zvýšení koncentrace mědi v kolostru, krvi a mléce krav. Byl zjištěn pouze trend ke zvýšení koncentrace mědi v krvi při podávání obohaceného minerálního lizu o organicky vázané mikroprvky.

Doležal a kol. (2011) obohatili krmnou dávku dojnic o kvasinkovou kulturu obsahující *Saccharomyces cerevisiae*. Příklad kvasinkové kultury významně zvýšil obsah mědi v krevním séru krav a celkově měl pozitivní vliv na bachorové trávení a stimulaci bachorové mikroflóry.

Forma suplementace mědi

Cortinhas a kol. (2010) zkoumal vliv organických zdrojů zinku a mědi u dojnic 60 dní před porodem až 80 dní po porodu. Byl zjištěný menší počet subklinických mastitid a somatických buněk u skupiny krav krmených organickými zdroji. Tyto výsledky naznačují zvýšení imunitní schopnosti a zlepšené zdraví mléčné žlázy u krav krmených organickými zdroji mědi. Cortinhas a kol. (2012) neprokázali vliv dodávání organického nebo anorganického zdroje mědi a zinku na příjem živin, krevní metabolický profil, dojivost a složení mléka, plazmatickou koncentraci těchto minerálů a tělesnou kondici sledované skupiny krav. K podobnému výsledku došel Del Valle a kol. (2015). Neprokázal se vliv organického zdroje mikroprvků na produkci mléka, došlo jen ke zvýšení obsahu mléčného tuku. Dále nebyl prokázán vliv organického zdroje mědi na celkovou zdánlivou stravitelnost krmiva, parametry krve, syntézu mikrobiálních proteinů nebo energetickou a proteinovou bilanci.

Zhao a kol. (2015) zjistil, že nahrazením minerálního zdroje mědi chelátovým zdrojem dojde ke zvýšení množství antioxidantů, obsahu mědi v krevním séru a v srsti, zvýší se tvrdost paznehtů, denní nádoj a dojde ke snížení množství tuku v mléce.

Region

Bilandžić a kol. (2011) ve své studii poukazuje na rozdílnou koncentraci mědi ve vzorcích mléka ze severní části Chorvatska a z jižní části Chorvatska ($931,9 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ na severu Chorvatska a $848,4 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ na jihu Chorvatska). Studie Sola-Larrañaga a Navarro-Blasca (2009) potvrzuje rozdílnou koncentraci mědi v mléce v závislosti na zkoumané oblasti Španělska. V tabulce níže je uvedeno porovnání obsahu mědi v mléce dojníc v různých státech.

Tab.č.6: Porovnání vlivu oblasti na obsah mědi v mléce v různých státech

Stát	Obsah mědi [$\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$]	Autor
Polsko	191,00	Proscura a kol. (2015)
Polsko	40,00	Groska a Oprządek (2011)
Chorvatsko	518,00	Biladžić a kol. (2015b)
Chorvatsko	890,15	Bilandžić a kol. (2011)
Španělsko	51,80	Sola-Larrañaga a Navarro-Blasco (2009)
Španělsko	55,90	Rey – Crespo a kol. (2014)
Čína	32,02	Xuwei a kol. (2016)
Jižní Turecko	133,90	Erdogan a kol. (2004)
Turecko	710,00	Bilgucu a kol (2016)
USA	90,00	Cashman (2003)
Česká republika	43,80	Hosnedlová a kol. (2005)
Česká republika	36,30	Pechová a kol. (2008)
Argentina	20,50	Peréz-Carrera a kol. (2016)

Znečištění životního prostředí

Erdogan a kol. (2004) porovnával obsah mědi v mléce z oblasti průmyslového a bez průmyslového znečištění, přičemž nezaznamenal významný rozdíl (znečištěná oblast: $133,9 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, neznečištěná oblast: $131,5 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Bilgucu a kol. (2016) porovnával obsah zinku a mědi ve vzorcích vody a mléka ze tří regionů v Turecku v závislosti na jejich znečištění (průmyslový provoz, potravinářský provoz, dálnice). Nejvyšší obsah mědi v mléce byl zjištěn z oblasti potravinářského průmyslu (od $0,573 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ do $1,564 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Zdrojem mědi mohly být hnojiva, pesticidy, herbicidy. Odlišné výsledky vlivu prostředí uvádí Ogut a kol (2016), který zjistil vyšší obsah mědi v mléce ve venkovské oblasti ($1,13 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), následně v zemědělské oblasti ($0,95 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), v oblasti s velkou dopravní intenzitou ($0,46 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) a v průmyslové oblasti ($0,44 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Kodrik a kol. (2011) ve své studii zjistil, že vyšší obsah mědi v mléce se nacházel ve vzorcích dojnic vyskytujících se v blízkosti intenzivních dopravních ploch než v mléce z neznečištěných zelených ploch. Mnohdy byla koncentrace mědi dvakrát až třikrát vyšší (znečištěné plochy: $336,2 \pm 7,9 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, neznečištěné plochy: $137,1 \pm 22,7 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Systém hospodaření

Tomza-Marciniak a kol. (2011) ve své studii zjistil, že koncentrace mědi v krevním séru dojnic je nižší v ekologickém chovu ($0,077 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$) než v konvenčním chovu ($0,147 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$). Bakircioglu a kol. (2016) zkoumali obsah mědi v mléce dojnic v Turecku. Bylo zjištěno, že průměrná koncentrace mědi v mléce z ekologických farem ($0,138 \pm 0,016 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) byla stejná jako průměrná koncentrace mědi v mléce z konvenčních farem ($0,138 \pm 0,041 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Při porovnání techniky krmení dojnic vyplývá, že ve vazných chovech s tradičním způsobem krmení do žlabu se vyskytovaly častější poruchy minerálního metabolismu ve srovnání s technologií volného chovu a automatickým způsobem podávání krmiv (Stec a kol., 2005).

2.4 Jód

2.4.1 Výskyt

Obsah jódu v zemské kůře a v hydrosféře je $0,46 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Jód se vzácně nachází ve formě jodidových minerálů (jodargyrit - AgI). K těžbě jódu se obvykle využívají jodičnanové minerály, například lautarit ($\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$), diezeit ($7\text{Ca}(\text{IO}_3)_2\cdot 8\text{CaCrO}_4$) a chillský ledek. Těžba jódu z minerálních ložisek nahradila dřívější získávání jódu z mořských řas (Greenwood a Earnshaw, 1993).

Muramatsu a kol. (2004) uvádí, že celkový obsah jódu v zemské kůře je $8,65\cdot 10^{12}$ tun. Většina zemského jódu je obsažena v oceánských sedimentech (68%) a kontinentálních sedimentárních horninách (28%). Ruly, svory a granulity mají vyšší koncentraci jódu ($0,012 - 0,025 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) než žula, granodiority a čediče ($4 - 9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Obsah jódu v půdě se pohybuje v rozmezí od 0,2 až $150 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Nižší koncentrace byly nalezeny v nížinných oblastech v písčitých půdách obsahující malé množství organických látek. Vyšší koncentrace jódu byly zjištěny v andosolech, v lesních půdách a v horských půdách. Trávníček a kol. (2013) ve své práci prokázali, že větší množství jódu je obsaženo v půdě z plochy lučních porostů, které byly třikrát ročně sečené ($5,44 \pm 0,40 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) oproti množství jódu v půdě z ploch, které byly sečené pouze jednou ročně ($5,24 \pm 0,77 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) nebo byly ponechané ladem ($4,65 \pm 0,98 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Průměrný obsah jódu ve vzorcích z řeky Blanice se pohybuje v rozmezí $1,48 \pm 0,30 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ až $3,05 \pm 0,38 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$. Vyšší obsah jódu byl zjištěn v odpadních vodách z čistírny odpadních vod $19,6 \pm 11,9 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$. Hodnoty jódu jsou závislé na složení odpadních vod přitékajících do čistírny a rozdílné rychlosti odstraňování jódu při čistícím procesu. Průměrný obsah jódu v lyzimetrické vodě odebrané z pastviny ($4,38 \pm 1,74 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$) byl vyšší než průměrný obsah jódu v lyzimetrické vodě odebrané z louky ($2,69 \pm 1,19 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$) nebo z pozemku ponechaného ladem ($2,25 \pm 1,39 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$) (lyzimetrická voda = voda, která protéká půdou a je jímána do speciální nádoby, koncentrace prvků ve vodě je ovlivněna složením půdy). Vyšší průměrný obsah jódu v lyzimetrické vodě odebrané z pastvin může být způsoben obohacením vody o jód z exkrementů paseného skotu (Šeda, 2013). Trávníček a kol.

(2013) sledovali obsah jódu ve srážkové vodě. V roce 2011 byl obsah jódu ve srážkové vodě $1,34 \pm 0,76 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ v CHKO Šumava a $2,08 \pm 1,20 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ v CHKO Jeseníky. Vyšší koncentrace jódu ve srážkové vodě byla zjištěna v Českých Budějovicích a to $2,49 \pm 1,21 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$.

Velíšek a Hajšlová (2009) uvádí průměrnou koncentraci jódu v mořské vodě přibližně $60 \mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ a v mořské soli $82 \mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$. Greenwood a Earnshaw (1993) uvádí průměrnou koncentraci jódu v mořské soli $0,05 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Muramatsu a kol. (2004) uvádí, že obsah jódu v mořské vodě tvoří 0,81 % (tj. $7,0\cdot 10^{10}$ tun) z celkového množství jódu vyskytujícího se v zemské kůře.

Hlavním zdrojem jódu v atmosféře jsou látky obsahující jód, které jsou uvolňované z mořské vody (například methyljodid (CH_3I) nebo ethyljodid ($\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$)). Mezi hlavní antropogenní zdroje jódu v atmosféře patří spalování fosilních paliv. Jód se z atmosféry dostává prostřednictvím aerosolu a deště. Koncentrace jódu závisí na velikosti aerosolu, na který se váže. Aerosol velikosti menší než $1,0 \mu\text{m}$ obsahuje $3,6 \pm 0,5 \text{ pmol}\cdot\text{m}^{-3}$, aerosol velikosti $1,0 - 1,5 \mu\text{m}$ obsahuje $1,0 \pm 0,4 \text{ pmol}\cdot\text{m}^{-3}$ jódu a aerosol velikosti větší než $1,5 \mu\text{m}$ obsahuje $0,9 \pm 0,3 \text{ pmol}\cdot\text{m}^{-3}$ jódu (Baker a kol., 2000). Šeda a kol. (2012) sledoval zvýšenou koncentraci jódu ve srážkách v České republice v souvislosti s výbuchem islandské sopky Eyjafjallajökull v roce 2010. Vlivem zvýšené koncentrace jódu ze spadu z oblaku prachu po výbuchu byla koncentrace jódu ve srážkách až 6krát vyšší (z původní koncentrace jódu $1,78 \pm 0,04 \mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ vzrostla na $6,68 \pm 0,16 \mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$). Po dvou týdnech klesla koncentrace na obvyklou hodnotu ($1,58 \pm 0,03 \mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$).

K příjmu jódu rostlinami z prostředí může dojít kořeny nebo jinými částmi rostliny. Přímé zachycení atmosférického jódu na listech nebo přímý příjem přes průduchy se zdá být celkem efektivní. Studie ukázala, že 60 % příjmu elementárního jódu přichází průduchy a zbylých 40 % sorpcí z vnější části rostlin (Trávníček a kol., 2013).

Nejvýznamnějším zdrojem jódu jsou zelené a hnědé chaluhy. Vyšší koncentrace jódu byla zjištěna v hnědých chaluách rodu *Laminaria* (v menší míře v rodu *Fucus*). Sušina obsahovala až 0,45% hmotnost. % jódu (Greenwood a

Earnshaw, 1993). Suttle (2010) uvádí, že koncentrace jódu v mořských řasách se pohybuje od 4 do 6 g·kg⁻¹.

2.4.2 Fyziologický význam jódu

Jód je součástí hormonů štítné žlázy (thyreoidální hormony – trijodthyronin a thyroxin). Tyto hormony regulují genovou expresi, celkový vývoj jedince, termoregulaci, resorpci glukosy a galaktosy, lipolýzu, glykogenolýzu a ovlivňují spotřebu kyslíku v jaterní, ledvinové a srdeční tkáni (Velíšek a Hajšlová, 2009). Koncentrace jódu v těle zvířat je 50 až 200 µg·kg⁻¹. S přibývajícím věkem se jeho koncentrace snižuje. Potřeba jódu pro většinu zvířat činí 0,3 mg·kg⁻¹ sušiny krmné dávky. U mláďat je potřeba jódu vyšší než u dospělých zvířat, potřeba jódu se zvyšuje v průběhu gravidity a při vysoké laktaci (Jelínek a Koudela, 2003). Sommer a kol. (1994) udává orientační potřebu jódu pro dojnice 0,8 mg·kg⁻¹ sušiny krmiva. Suttle (2010) uvádí denní potřebu jódu pro dojnice 0,03 – 0,06 mg·kg⁻¹ sušiny krmiva.

Jód se v těle snadno a rychle vstřebává v tenkém střevě (asi 90% z celkového množství jódu) (Zamrazil a Čerovská, 2014). Dochází ke vstřebávání jódu kůží a plicemi. Z celkového množství jódu v těle zvířat je 80 % obsaženo ve štítné žláze, 10 – 15 % ve svalovině, zbytek je obsažen v kůži, skeletu a dalších orgánech. Resorpci jódu snižují strumigeny, nadbytek vápníku, draslíku a těžkých kovů v krmné dávce (Jelínek a Koudela, 2003). Jód je vyloučen močí (přibližně 90%), v menší míře slinami, stolicí a potem. Značné množství jódu ve formě jodidu je vyloučen kolostrem a mlékem (Zamrazil a Čerovská, 2014; Velíšek a Hajšlová, 2009).

2.4.3 Nedostatek a nadbytek jódu

Důsledkem nedostatečného příjmu jódu či jeho biosyntézy může být snížená funkce štítné žlázy zvaná hypotyreóza. Toto onemocnění vede k poruchám růstu (tzv. nanismus – trpasličí vzrůst) a nadměrnému zvětšení štítné žlázy (struma). Dalším projevem nedostatečného příjmu jódu je snížená produkce a reprodukce, snížená životnost mláďat, vysoké úhyny mláďat, u samic poruchy činnosti ovarií, anestrus, ovariální cysty (Jelínek a Koudela, 2003; Suttle, 2010).

Nadbytečným příjmem jódu vzniká hyperfunkce štítné žlázy zvaná hyperthyreóza. Hyperthyreóza vede k nadměrnému růstu (gigantismus) (Velíšek a Hajšlová, 2009). Nadbytek příjmu jódu se projevuje sníženou funkcí tyreocytů a postupnou involucí štítné žlázy. Dochází ke zkrácení gravidity a snížení odolnosti (Trávníček a kol., 2011). Dalšími projevy nadbytku jódu je nechutenství, skleslost, postižení dýchacího aparátu, hypertermie, poruchy plodnosti a rození málo životaschopných mláďat s nízkou porodní hmotností. U skotu je často pozorován výtok z očí a nozder, zánět kůže a vypadávání srsti (Paulíková a kol., 2002). Nadbytečný jód je vylučován močí (Jelínek a Koudela, 2003).

2.4.4 Jód v mléce

Jedním z nejdůležitějších zdrojů jódu je mléko. Navrátilová a kol. (2012) uvádí, že jeden litr mléka pokryje doporučenou denní dávku jódu z 25 %. Kotrbová a Kastnerová (2007) uvádí, doporučená denní dávka jódu pro dospělého člověka je 125 - 200 mikrogramů. Hodnota se liší podle země a věku.

Studie Herziga a kol. (2005) poukazuje na časovou proměnlivost obsahu jódu v mléce. V letech 1988 až 1996 byl průměrný obsah jódu v mléce $38,7 \pm 49,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Příčinou nižšího obsahu jódu v krmivu bylo jeho nedostatečné doplňování. V letech 1997 až 1999 se průměrný obsah mléčného jódu zvýšil na $128,7 \pm 53,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, jelikož se začaly používat minerální krmné doplňky obsahující jód a snížil se podíl pastvy. V roce 2003 byl průměrný obsah jódu v mléce $310,4 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Tato koncentrace byla 8,5krát vyšší než průměrný obsah jódu v mléce dojníc v roce 1988. Na tuto situaci v roce 2005 zareagovala EFSA a nařídila snížení maximálního limitu jódu v krmivech dojníc z $10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ na $5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ kompletní krmné dávky (nařízení EK č. 1459/2005). V roce 2012 byla průměrná koncentrace jódu v kravském mléce $360 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a začala se řešit prevence poruch štítné žlázy v důsledku nadměrného příjmu jódu (Kroupová a kol., 2013). V roce 2013 doporučovala EFSA snížení maximálního obsahu jódu v krmivech pro dojnice a menší přežvýkavce na $2 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ kompletního krmiva. Trávníček a kol. (2016) ve své studii zjistil postupný setrvalý pokles průměrného obsahu jódu v mléce, úbytek extrémních hodnot a tím snížení variability obsahu jódu ve vzorcích mléka (obsah jódu v mléce dojníc v roce 2013: $292,2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, v roce 2014: $219,3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Průměrný obsah jódu v mléce v roce 2015

byl $243,7 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Tato zjištěná hodnota vyhovuje jak z hlediska saturace krmiv dojníc, tak i z hlediska spotřebitelů mléka.

Kavřík a kol. (2013) ve své studii porovnával průměrný obsah jódu v různých typech mléka. Průměrný obsah jódu v tuzemském mléce ($303 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) byl vyšší než průměrný obsah jódu v zahraničním mléce ($133 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) či v biomléce ($253 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Biomléko dosahovalo většího rozptylu hodnot obsahu jódu (cca 65%) než mléko zahraniční či tuzemské (cca 32%). Mléka z tzv. mlékomatu vykazovala dlouhodobě velmi vysoké hodnoty obsahu jódu v mléce ($486 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), rozptyl obsahu jódu byl menší (22%) než v případě tuzemského či zahraničního mléka. Průměrný obsah jódu v mléce z mlékomatu výrazně převyšoval optimum denního příjmu jódu pro člověka (125 - 200 μg) a při dlouhodobé konzumaci mohl způsobovat onemocnění z nadbytku příjmu jódu.

2.4.5 Faktory ovlivňující obsah jódu v mléce

Obsah jódu v mléce je ovlivněn mnoha vnějšími a vnitřními faktory, jako jsou například druh zvířete, plemeno, roční období, obsah a forma jódu v krmivu, obsah glukosinolátů v krmivu, používání desinfekčních prostředků, region a systém hospodaření.

Druh

Hanuš a kol. (2008) ve své studii zjistil nejvyšší obsah jódu v kravském mléce ($434,91 \pm 142,75 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), méně v ovčím mléce ($164,18 \pm 52,179 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) a nejmenší obsah jódu v mléce kozím ($126,02 \pm 46,96 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Rozenská a kol. (2013) uvádí průměrný obsah jódu v kozím mléce $458,7 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Trávníček a Kursa (2001) uvádí průměrný obsah jódu v ovčím mléce $105,5 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$.

Plemeno

Hanuš a kol. (2008) ve své studii porovnával obsah jódu v mléce českého strakatého a holštýnského skotu a neprokázal významný rozdíl mezi plemeny (český strakatý skot: $434,91 \pm 142,75 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a holštýnský skot: $462,84 \pm 103,92 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Rozenská a kol. (2013) nezjistila vliv plemene koz na obsah jódu v mléce (bílá

krátkosrstá koza: $367,1 \pm 102,0 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, hnědá krátkosrstá koza: $408,11 \pm 111,1 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Roční období

Paulíková a kol. (2008) zjistila vyšší koncentraci jódu v mléce dojnic v letních měsících ($154,6 \pm 304,2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) než v zimních měsících ($126,6 \pm 223,3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Naopak Hejtmánková a kol. (2006) ve své studii zjistila, že průměrná koncentrace jódu v mléce dojnic v zimním období byla vyšší ($251,0 \pm 110,0 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) než v letním období ($212,0 \pm 104,0 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Ke stejnému závěru dospěla ve své studii i Dahl a kol. (2003), Kavřík a kol. (2013) a Trávníček a kol. (2006). Vyšší průměrný obsah jódu v mléce v zimních měsících může být způsoben podáváním krmiva obohaceného o jód a větším podílem komerčně dostupných krmiv v krmné dávce. Čerstvé krmivo v letním období obsahuje více strumigenních látek, které výrazně snižují hladinu jódu v mléce (Hejtmánková a kol., 2006, Kavřík a kol. 2013).

Výživa

Niedobová (2013) uvádí, že obsah jódu v pícninách je velmi nízký, tudíž musí být jód v krmivech suplementován přídatkem jodidu či jodičnanu. EFSA (2013) doporučuje k užívání suplementace jódu v krmivu jodičnan vápenatý, který je považován za bezpečný zdroj jódu všech živočišných druhů a není nebezpečný pro životní prostředí. Dalším přípustným zdrojem je jodid draselný. Franke a kol. (2009) ve studii porovnávali vliv formy podávaného jódu na jeho koncentraci v mléce. Bylo zjištěno, že po podávání jódu ve formě jodičnanu vápenatého byla koncentrace jódu v mléce vyšší ($1,578 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) než v krmivu obsahující jodid draselný ($1,464 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Trávníček a kol. (2013) sledovali obsah jódu v lučním porostu a objemných krmivech. Průměrný obsah jódu ve vzorcích lučního porostu v lokalitě CHKO Šumava v roce 2011 byl $319,0 \pm 160,5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ a v roce 2010 $178,0 \pm 81,6 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Luční porost z plochy se 3 sečemi za rok obsahoval v roce 2011 $402,9 \pm 117,7 \mu\text{gI}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny, z plochy pouze s 1 sečí a následným spásáním $271,2 \pm 174,4 \mu\text{gI}\cdot\text{kg}^{-1}$ a z plochy ponechané ladem $288,9 \pm 153,1 \mu\text{gI}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny. V CHKO Jeseníky byl průměrný obsah jódu ve vzorcích lučního porostu $160,0 \pm 70,0 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Vyšší obsah jódu byl zjištěn v travách ($340,1 \pm 177,1 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny) než v bylinách ($200,3 \pm$

76,6 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny). Krmiva ze západních Čech obsahovala větší množství jódu než z oblasti podhorských jižních Čech (vlivem odlišného geologického podloží). Nejvyšší rozdíl v závislosti na podloží byl zjištěn u sena. Obsah jódu v seně ze západních Čech byl $168,0 \pm 121,5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny, obsah jódu v seně z jižních Čech $78,0 \pm 58,5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny. V období květen-červenec obsahoval pastevní porost méně jódu ($101,3 \pm 73,6 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny) než v období srpen-říjen ($214,0 \pm 107,3 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny). Byly zjištěny i statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými roky sledování.

Strumigeny

Vstřebávání jódu ovlivňují takzvané strumigeny (dusičnany, dusitany, glukosinoláty, kyanogenní glykosidy, huminové látky a izoflavony). Strumigeny snižují vstřebatelnost jódu a způsobují vznik onemocnění spojené s nedostatečným přívodem jódu (vznik strumy) (Jelínek a Koudela, 2003).

Glukosinoláty jsou sekundární rostlinné metabolity, které se vyskytují ve všech brukvovitých krmivech a krmných směsích. Obsah a složení glukosinolátů se liší v závislosti na druhu rostliny, zemědělských postupech a klimatických podmínkách. Hlavní metabolity glukosinolátů jsou thiokyanát, isothiokyanáty, nitrily a další. Hlavní škodlivé účinky glukosinolátů je snížení chutnosti, zpomalený růst a menší produkce. Nitrily ovlivňují funkce jater a ledvin. Thiokyanát ovlivňuje dostupnost jódu, je příčinou vzniku morfologických a fyziologických změn štítné žlázy. Prežvýkavci jsou méně citliví na vyšší příjem glukosinolátů ve srovnání s prasaty, králíky, drůbeží a rybami (Tripathi, 2007).

Kursa a kol. (2000) ve své studii sledoval účinek dlouhodobého podávání řepkového extrahovaného šrotu a dusičnanu na štítnou žlázu ovcí. U skupiny ovcí, která přijímala extrahovaný šrot a dusičnany bez suplementace jódu se vyskytla hypothyreóza projevující se vznikem strumy. Došlo ke změně funkčních parametrů štítné žlázy a ke snížení obsahu jódu v mlezivu ($57,0 \pm 36,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), mléce ($27,0 \pm 15,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) a v plazmě ($101,0 \pm 27,0 \text{nmol}\cdot\text{l}^{-1}$) jehňat. Hejtmánková a kol. (2006) zjistila, že u dojnic krmených potravou obohacenou o řepkovou složku byl statisticky podstatně nižší obsah jódu v mléce než u dojnic s neobohaceným krmivem (obsah jódu v mléce dojnic, kterým nebyla podávána řepková složka: $425,0 \pm 74,1 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, obsah jódu po přidání řepkového šrotu: $186,8 \pm 28,5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Dezinfekční prostředky

Dezinfekční prostředky se používají pro prevenci přenosu onemocnění, zejména mastitidy. Hanuš a kol. (2008) uvádí, že právě používání dezinfekčních prostředků na struky krav mohou mít vliv na mezidruhové rozdíly obsahu jódu v mléce. U malých přežvýkavců se dezinfekce struků neprovádí. Falkenberg a kol. (2002) potvrdili, že po ponoření struků krav do desinfekce obsahující jód, vzrostl obsah jódu v mléce z 213,38 na 243,51 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Naopak studie Čurdy a Rudolfové (2000) popírá vliv dezinfekčního prostředku na obsah jódu v mléce. Průměrný obsah jódu ve vzorcích mléka krav, jimž nebyly ošetřovány struky dezinfekcí Betadine, byla $58,0 \pm 15,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Mléko krav, kterým byly struky ošetřovány po dojení dezinfekčním prostředkem Betadine obsahoval $53,0 \pm 18,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Ve studii Bataglia a kol. (2009) nebyl zjištěn vliv využití dezinfekčních prostředků na obsah jódu v mléce. Flachowsky a kol. (2014) uvádí, že v některých zemích je užívání dezinfekčních prostředků obsahující jód omezeno nebo jsou nahrazovány jinými prostředky (např. chlorhexidin, glycerin, panthenol).

Region

Paulíková a kol. (2008) sledovala obsah jódu v mléce na Slovensku. Nejvyšší koncentrace jódu v mléce krav byly zjištěny v západním ($161,0 \pm 298,0 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), dále středním ($153,6 \pm 298,0 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), východním ($116,4 \pm 54,7 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) a nejméně na severním Slovensku ($51,1 \pm 8,9 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Studie Kursy a kol. (2005) uvádí, že nejnižší koncentrace byly zjištěny v okresech Ústí nad Labem ($6,6 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), Náchod ($6,7 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), Most ($16,6 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) a Jindřichův Hradec ($19,9 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Dahl a kol. (2003) ve své studii provedené v Norsku nezjistili vliv lokality na obsah jódu v mléce. V tabulce níže je porovnání obsahu jódu v mléce v různých státech.

Tab.č.7: Porovnání obsahu jódu v mléce dojníc v různých státech

Stát	Koncentrace jódu [$\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$]	Autor
Česká republika	462,8	Herzig a kol. (2008)
Česká republika	225,2	Hejtmánková a kol. (2006)
Česká republika	13,0	Drbohlav a Vodičková (2001)
Česká republika	1,0 – 8,0	Doležal a kol. (2000)

Česká republika	310,4	Kursa a kol. (2005)
Norsko	114,0	Haug a kol. (2012)
Dánsko	143,0	EFSA (2013)
Švédsko	140,0	EFSA (2013)
Finsko	170,0	EFSA (2013)
Island	112,0	EFSA (2013)
Španělsko	136,0	Rey-Crespo a kol. (2014)
Španělsko	185,0	Bach a kol. (2015)
Slovensko	136,9	Paulíková a kol. (2008)
Slovensko	240,0	Ryšavá a kol. (2007)
Bosna a Hercegovina	60,9	Crnkic a kol. (2015)
Německo	122,0	Köhler a kol. (2012)
Německo	130,0	Ryšavá a kol. (2007)
Anglie	325,0	Ryšavá a kol. (2007)
Francie	207,0	Ryšavá a kol. (2007)
Polsko	90,0	Ryšavá a kol. (2007)
Rakousko	74,0	Ryšavá a kol. (2007)
Švýcarsko	90,0	Ryšavá a kol. (2007)

Systém hospodaření

Vorlová a kol. (2014) nezjistili významný rozdíl obsahu jódu v mléce dojnic z ekologických ($119,29 \pm 40,37 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) a konvenčních chovů ($136,55 \pm 42,91 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Ve studii byl zjištěn významný rozdíl obsahu jódu v mléce v závislosti na velikosti farmy. Průměrný obsah jódu v mléce dojnic z malých farem (15 – 90 ks dojnic) byl nižší ($116,76 \pm 4,29 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) než průměrný obsah jódu v mléce dojnic z velkých farem (495 – 710 ks dojnic: $173,70 \pm 35,42 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Největší variabilita obsahu jódu v mléce byla zjištěna v mléce dojnic chovaných ve středně velkých farmách (180 – 407 ks dojnic: $112,92 \pm 94,74 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Rozdílnost může být způsobena lepší suplementací jódu v krmivu ve větších farmách, způsobem řízení farmy, možností přístupu na pastvu. Köhler a kol. (2012) ve své studii potvrdili, že mléko z konvenčních chovů obsahuje více jódu než mléko z ekologických chovů (konvenční mléko obsahovalo o $51 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ více jódu).

3. Cíl práce

Cílem práce je zhodnocení obsahu vybraných stopových prvků (zinek, měď a jód) v mléce krav v první fázi laktace, posouzení vlivu úrovně laktace na jejich obsah v mléce a vyhodnocení jejich vzájemných vztahů.

4. Materiál a metodika

Vzorky mléka pro stanovení obsahu zinku, mědi a jódu byly odebírány ve třech chovech – z chovu zemědělského družstva Krásná Hora nad Vltavou a.s. – středisko Haklovy Dvory, z chovu zemědělského podniku Agrodam Hořepník, s.r.o. a z chovu agropodniku Košetice, a.s. – středisko Chyšná.

4.1 Charakteristika podniků

4.1.1 *Charakteristika podniku Agrodam Hořepník, s.r.o.*

Společnost se nachází v okrese Pelhřimov v kraji Vysočina. Firma Agrodam Hořepník s.r.o. vznikla dne 11. října 1993 transformací zemědělského družstva Hořepník. Hlavním předmětem podnikání je zemědělská prvovýroba, silniční doprava, hostinská činnost, obchodní činnost, pronájem a práce zemními, stavebními, manipulačními a zemědělskými stroji. Firma má celkem čtrnáct společníků a dva jednatele a zaměstnává cca 35 zaměstnanců, sezónně přijímá brigádníky.

Společnost obhospodařuje 871,73 ha zemědělské půdy – z toho 718,10 ha orné půdy a 153,63 ha trvalých travních porostů. Mimo pěstování tržních plodin je rostlinná výroba zcela podřízená produkční potřebě živočišné výroby. Zastoupení rostlinné výroby je následující: řepka ozimá – 120 ha, obiloviny (ječmen ozimý, ječmen jarní, pšenice ozimá, tritikale) – 270 ha, krmné plodiny (jetel, kukuřice, tráva, směsky) – 250 ha, brambory – 120 ha.

V živočišné výrobě se zaměřují výhradně na chov holštýnského skotu. V současnosti chovají cca 400 ks dojníc a 350 ks mladého skotu. Průměrná denní dodávka mléka je okolo 10 900 litrů mléka. Dojnice v laktaci jsou ustájeny ve dvou zrekonstruovaných halách.

Tab.8: Krmná dávka v chodu Hořepník a stanovení obsahu zinku, mědi a jódu

Krmivo	Množství [kg]	Sušina krmiva [%]	Sušina krmiva [kg]	Koncentrace v sušině [mg·kg ⁻¹]			Koncentrace v krmivu [mg·kg ⁻¹]		
				Zn	Cu	I	Zn	Cu	I
Sójový extrah. Šrot	2,20	89,5	1,97	70,20	20,80	0,15	138,30	22,77	0,30
Kuk. Semeno	1,60	89,0	1,42	15,7	4,5	0,16	22,29	6,39	0,23
Pšenice semeno	2,10	87,0	1,83	46,8	3,5	0,06	85,64	6,41	0,11
Ječmen semeno	2,00	87,8	1,76	22,5	4,60	0,05	39,60	8,10	0,09
Travní senáž	8,00	35,0	2,80	39,0	12,40	0,09	109,20	34,72	0,25
Kuk. Siláž	37,00	24,0	8,88	27,0	4,80	0,08	239,76	42,62	0,71
Řepný extrah. Šrot	2,70	88,5	2,39	64,50	5,50	0,42	154,16	13,15	1,04
Krmná ječná sláma	0,60	85,0	0,51	23,50	10,90	0,42	11,99	5,56	0,21
Sušina krmné dávky v kg			21,56	x	x	x	x	x	X
Koncentrace v 1 kg sušiny krmné dávky				309,20	67,00	1,43	x	x	X
Koncentrace v krmné dávce celkem				x	X	x	800,94	139,72	2,94

4.1.2 ZD Krásná Hora nad Vltavou a.s.

Společnost se nachází v okrese Příbram ve Středočeském kraji. Současný hospodářský celek vznikl postupným slučováním 9 menších zemědělských družstev založených v letech 1956 až 1959. Od 1. ledna 2003 došlo ke změně právní formy na akciovou společnost. Celková výměra obhospodařované půdy činí 4 852 ha – z toho orná půda tvoří 3 269 ha (67%), louky a pastviny 1 623 ha (33%). Na zhruba 45 % orné půdy se pěstují obiloviny (1 475 ha), na 36 % pícniny (1 153 ha) a na zbylých 19% olejnin (641 ha). Celkový počet chovaného skotu v zemědělském družstvu je 3 670 ks – z toho 1 446 ks dojných krav, 341 ks masných krav. Průměrná roční dojivost krav je 8 724 l·ks⁻¹.

Středisko Haklovy Dvory

Středisko se nachází přibližně 7 km severozápadně od města České Budějovice v jižních Čechách. Středisko je pronajato zemědělským družstvem Krásná Hora nad Vltavou a.s. Svou činnost provozuje na necelých 800 ha zemědělské půdy (600 ha orná půda, 200 ha louky a pastviny). Z rostlinné produkce se zaměřují na pěstování řepky ozimé a pšenice ozimé. Produkce objemných krmiv je dostatečná pro vlastní potřebu. V živočišné produkci se věnují chovu skotu holštýnského plemene (přibližně 80%), českého strakatého skotu a českých červinek (20%). Chovají zde celkem 183 ks hovězího dobytka - 85 ks dojníc a 30 ks masných krav. Průměrná užitkovost stáda za laktaci byla 8000 litrů mléka. Denní produkce mléka byla 1 300 l·den⁻¹.

Tab. 9: krmná dávka dojníc chovu Haklovy Dvory a stanovení obsahu zinku, mědi a jódu

Krmivo	Množství [kg]	Sušina krmiva [%]	Sušina krmiva [kg]	Koncentrace v sušině [mg·kg ⁻¹]			Koncentrace v krmivu [mg·kg ⁻¹]		
				Zn	Cu	I	Zn	Cu	I
Kukuřičná siláž	25,0	24,0	6,0	27,0	4,8	0,08	162	28,8	0,48
Travní senáž	15,0	35,0	5,25	39,0	12,4	0,09	204,75	65,1	0,47
Krmná sláma ječná	0,5	85,0	0,43	23,5	10,9	0,42	10,11	4,69	0,18
DOVP	8,0	87,0	6,96	46,8	3,5	0,06	325,73	24,36	0,42
Sušina krmné dávky v kg			18,64	x	X	x	x	x	x
Obsah prvku v1 kg sušiny krmné dávky				136,3	31,6	0,65	x	x	x
Obsah prvku v krmné dávce celkem				X	X	x	702,59	122,95	1,55

4.1.3 Agropodnik Košetice, a.s.

Společnost se nachází v okrese Pelhřimov, kraj Vysočina. Agropodnik Košetice, a.s. vznikl v roce 2003 změnou právní formy (na akciovou společnost) z původního družstva Agrodružstvo Košetice, které vzniklo v roce 1976 sloučením

JZD Košetice, JZD Buřenice a JZD Chyšná. Dodnes je společnost rozdělena do tří středisek – středisko Košetice, Buřenice a Chyšná. Podnik zaměstnává celkem 106 zaměstnanců, z toho 14 řídicích pracovníků.

V současné době Agropodnik Košetice, a.s. obhospodařuje přibližně celkem 2 850 ha. Z rostlinné výroby je stěžejní výroba krmné základny pro živočišnou výrobu (kukuřice, výroba senáží, atd.), dále společnost pěstuje brambory sadbové i konzumní, potravinářskou pšenici, řepku, v menší míře ječmen, oves a další. Živočišná výroba se zaměřuje na chov skotu holštýnského plemene, především na výrobu mléka a produkci hovězího masa. Celkový počet chovaného skotu je 2430 kusů - z toho 930 ks dojnice holštýnského plemene. Průměrná užitkovost za sledované období je 10 295 kg mléka.

Středisko Chyšná

Chyšná se rozkládá zhruba na 990 ha orné půdy, 254 ha luk a 20 ha není obděláváno. Chyšná chová v současné době 422 ks holštýnského plemene. Dojivost je $27,30 \text{ l} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$. Průměrná užitkovost za uzavřenou laktaci je 11 2896 kg mléka.

Tab.10: krmná dávka dojnic v chovu Chyšná a stanovení obsahu zinku, mědi a jódu

Krmivo	Množství [kg]	Sušina krmiva [%]	Sušina krmiva [kg]	Koncentrace v sušině [mg·kg ⁻¹]			Koncentrace v krmivu [mg·kg ⁻¹]		
				Zn	Cu	I	Zn	Cu	I
Kuk. siláž	21,00	24,0	5,04	27,0	4,8	0,08	136,08	24,2	0,40
jetel strniš.	5,00	20,0	1,00	17,0	11,0	0,32	17,0	11,0	0,32
jetel 50S	6,00	16,0	0,96	34,6	11,8	0,31	33,2	11,3	0,30
Melasa	0,80	77,0	0,62	18,1	22,1	0,78	11,2	13,7	0,48
DOVP	2,30	87,0	2,00	46,8	3,5	0,06	93,6	7,0	0,12
DKS	9,60	89,0	8,50	32,9	5,5	0,71	280,0	47,0	6,00
Sušina krmné dávky v kg			18,16	x	x	x	x	x	x

Koncentrace v1 kg sušiny krmné dávky	176,4	58,7	2,26	x	x	x
Koncentrace v krmné dávce celkem	x	x	x	571,08	114,2	7,62

4.2 Odebírání vzorků

4.2.1 Vzorky z chovu Hořepník

Vzorky mléka dojnic z chovu Hořepník byly odebírány individuálně. Odběry probíhaly jednou měsíčně v rámci kontroly užítkovosti v období červenec – prosinec 2014 vždy u stejné skupiny krav. Tato skupina byla stanovena v prvním odběru. První odběr mléka byl v období 25 – 82 dní laktace, poslední odběr proběhl v období 126 – 132 dní laktace. Dojnice byly během pokusu ve vzestupné a vrcholné fázi laktace. Celkem bylo odebráno 90 vzorků v šesti odběrech.

Každý měsíc byly vzorky odebírány celkem 16 dojnicím, které byly rozděleny do dvou podskupin po 8 kusech – pokusná a kontrolní. Pokusné podskupině byl podáván antiketogenní přípravek Kexxtone 32,4 g.

Kexxtone 32,4 g je válcovitý oranžový polypropylénový intraruminální inzert pro kontinuální uvolňování. Využívá se k omezení výskytu ketózy u dojnic či jalovic v předporodním období a pro zlepšení efektivity bachorové fermentace a získávání většího množství energie z krmiva. Kontraindikace nastává u zvířat s živou hmotností nižší než 300 kg.

4.2.2 Vzorky z chovu Haklovy Dvory

Vzorky mléka dojnic z chovu Haklovy Dvory byly odebírány individuálně. Mléko bylo odebíráno jednou měsíčně při kontrole užítkovosti zodpovědnou a proškolenou osobou v období srpen 2014 až listopad 2014 a únor až březen 2015. V období srpen – listopad 2014 bylo sledováno kontinuálně 12 dojnic. V listopadu 2014 bylo vybráno náhodně 26 dojnic a pro pokus v únoru a březnu 2015 byla vybrána skupina 11 dojnic.

Mléko bylo odebíráno primárně od dojnic s nejkratší dobou laktace. V jednotlivých odběrech byly dojnice s různou dobou laktace, tudíž vyhodnocení výsledků ve vztahu k pořadí odběru je méně přesné. Dojnice se během odebírání vzorků vyskytovaly od 23 – 32. dne laktace do 224 – 244 dní laktace. Dojnice byly během pokusu ve vzestupné fázi, vrcholu i sestupné fázi laktace. Celkem bylo z chovu Haklovy Dvory odebráno 81 vzorků mléka dojnic v šesti odběrech.

4.2.3 Vzorky z chovu Chyšná

Vzorky mléka dojnic z chovu v Chyšné byly také odebírány individuálně. Vzorky byly odebírány v měsíčních intervalech v období červen – listopad 2016, vyjma měsíce září. Vzorky byly odebírány od stejné skupiny 14-ti dojnic v období červen až srpen 2016, pro poslední dva odběry byla stanovena další skupina 18-ti dojnic. Během sledovaného období se dojnice vyskytovaly od 11 – 33 dní po porodu do období 79 – 89 dní po porodu, tedy ve vzestupné fázi. Celkem bylo odebráno 78 vzorků v šestiměsíčním intervalu.

Všechny vzorky byly před stanovením obsahu mikroprvků v mléce zmrazeny a uchovány pro následné laboratorní zpracování. Podklady byly získávány z chovatelské evidence, ze soustav kontroly užitkovost a z průvodních listů skotu.

4.3 Příprava a stanovení prvků v mléce

Zinek a měď byly stanoveny atomovou absorpční spektroskopií (AAS), jód spektroskopicky po alkalickém spalování.

4.3.1 Příprava vzorků na stanovení mikroelementů metodou AAS

Do porcelánových kelímků jsme odměřili 25 ml homogenizovaného mléka. Vzorek se následně sušil v sušárně 3 dny při 80°C, další 3 dny při 105 °C. Po vychladnutí se kelímky se vzorky zvažily a získali jsme hmotnost sušiny. Kelímky se následně spalovaly v muflové peci další 3 dny. Po vychladnutí jsme do vzorku přidali cca 1 ml deionizované vody a 1 ml 65% HNO₃. Následně jsme kelímky přikryli hodinovými skly, zahřívali na topné desce až do odpaření veškeré tekutiny a

poté vložili do pece, kde se kelímky spalovali dalších 24 hodin. Po vychladnutí jsme kelímky zvážili a získali hmotnost popeloviny.

Pro zjištění obsahu mikroprvků jsme si museli připravit výluh z popela. Do kelímků se získaným popelem ze spalování vzorků mléka jsme napipetovali 10 ml 1 M HNO₃, přikryli hodinovým sklem a zahřívali na topné desce. Po vychladnutí jsme obsah kelímku převedli s malým množstvím vody do 50 ml odměrné baňky. Tento postup jsme ještě jednou opakovali. Následně jsme baňku s výluhy popelu doplnili po rysku deionizovanou vodou.

Pro výpočet zinku na AAS se eluát (zředěný výluh) pětkrát ředí. Pro výpočet mědi se eluát neředí. Pro měření se používá kalibrační křivka: 0,1 mg·l⁻¹, 0,3 mg·l⁻¹, 0,5 mg·l⁻¹, 0,7 mg·l⁻¹, 1,0 mg·l⁻¹. Metodou atomové absorpční spektrometrie se změří množství prvku v mg·l⁻¹ eluátu.

4.3.2 Stanovení obsahu zinku a mědi v mléce metodou AAS (atomová absorpční spektrometrie)

Principem této nejrozšířenější metody je absorpce záření volnými atomy v plynném stavu. Volné atomy v plynném stavu absorbují fotony určité energie vycházející z lampy s dutou katodou. Světlo z lampy prochází plamenem, do kterého je současně přiváděna jemná mlha roztoku vzorku. Zjišťuje se absorbované množství záření, které je přímo úměrné množství stanovovaného prvku. Roztok vzorku je nasáván kapilárou a unášen ve formě aerosolu do plamene. V plameni dochází k atomizaci stanovovaných prvků. Průměrná teplota v plameni je 2 300°C. Optický systém je tvořený hranolovým monochromátorem, který izoluje oblast světelného spektra charakteristického pro měřený prvek a neabsorbované záření dopadá na fotonásobič, který je detektorem určujícím množství prvku ve vzorku. Stejným způsobem se zjišťuje i obsah zinku a mědi v krevní plazmě.

4.3.3 Stanovení jódu v mléce spektrometrickou metodou po alkalickém spalování

Jód se stanovuje spektrometrickou metodou po alkalickém spalování podle Sandell-Kolthoffa modifikovanou Bednářem a kol. (1964). Metodou se stanovuje jód celkový (anorganický i vázaný na bílkoviny) (Trávníček a kol., 2011).

Do speciální spalovací zkumavky z těžkotavitelného skla jsme odměřili 1 ml mléka. Poté jsme přidali 1 ml 10% síranu zinečnatého, 1 ml 4 M hydroxidu draselného. Zároveň jsme si připravili kalibrační vzorky připravené ze základního standardního roztoku a to v koncentracích 150, 100, 50, 25, 12,5 a 0 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Vzorky (kalibrační i roztoky mléka) jsme vysoušeli 24 hodin při teplotě 115°C, následně se vzorky žihaly v muflové peci (při 500°C se žihá 30 minut, při 600°C se žihá 60 minut). Po vychladnutí zkumavek se zbytek po vyžhání suspendoval v 6 ml deionizované vody. Zkumavky jsme 10 minut centrifugovali.

Do tenkostěnných zkumavek jsme odpipetovali 2 ml supernatantu, přidali jsme 2 ml kyselá směsi (kyselá směs je směs chloridu sodného rozpuštěného v deionizované vodě, metaarzenitanu sodného rozpuštěného v hydroxidu draselném a zředěné kyseliny sírové). Zkumavky jsme inkubovali v ledové lázni 10 minut. Poté jsme přidali 2 ml síranu ceričito-amonného a opět jsme inkubovali 20 minut v lázni o teplotě 20°C, poté v ledové lázni 10 minut. Po vyjmutí z ledové lázně se obsah ve zkumavce převrstvil 0,5 ml octanu brucinu, promíchal se a inkuboval v horkovzdušné sušárně. Po vyndání ze sušárny jsme nechali zkumavky stát 30 minut při pokojové teplotě.

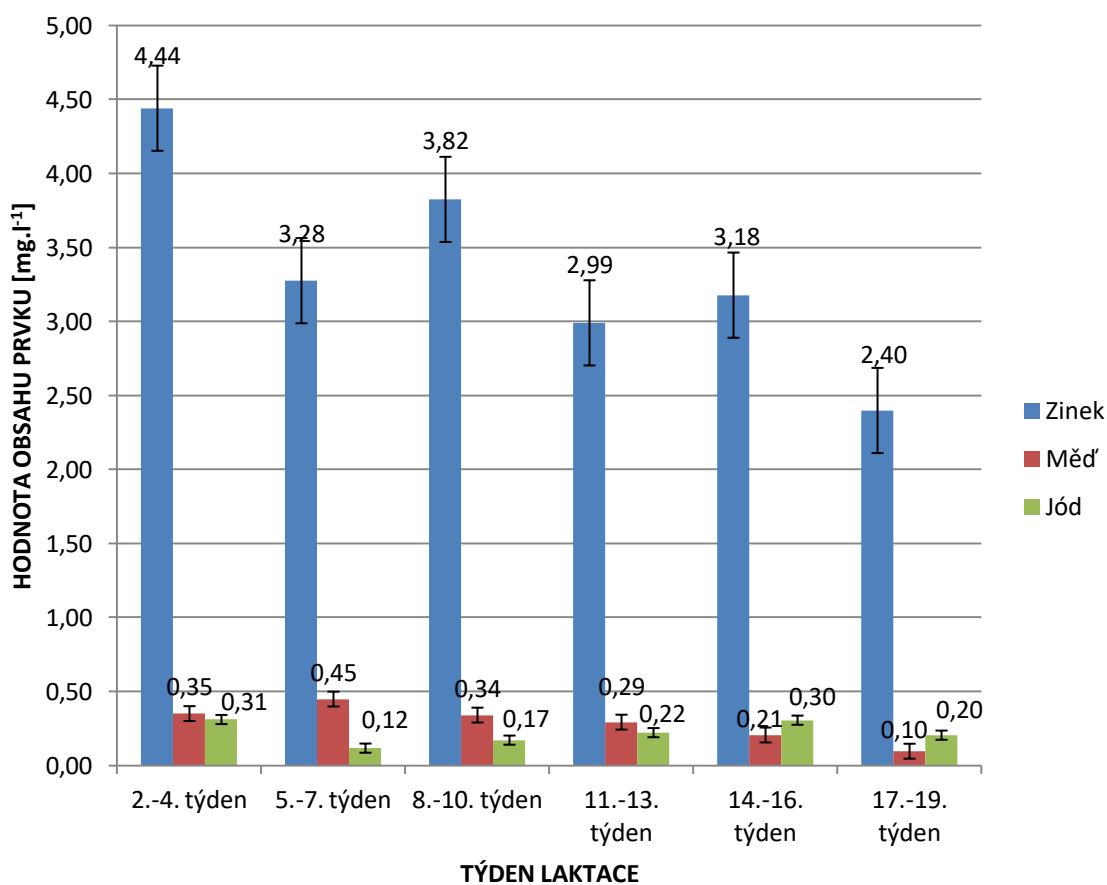
Po uplynutí inkubace jsme naměřili absorbanci při 430 nm proti deionizované vodě. Z kalibračních vzorků jsme naměřili kalibrační křivku a odečetli jsme z ní naměřené hodnoty absorbancí vzorků. Výsledná hodnota udává počet μg jódu na litr.

5. Výsledky

5.1 Obsah zinku, mědi a jódu v mléce dojnic v chovu Hořepník

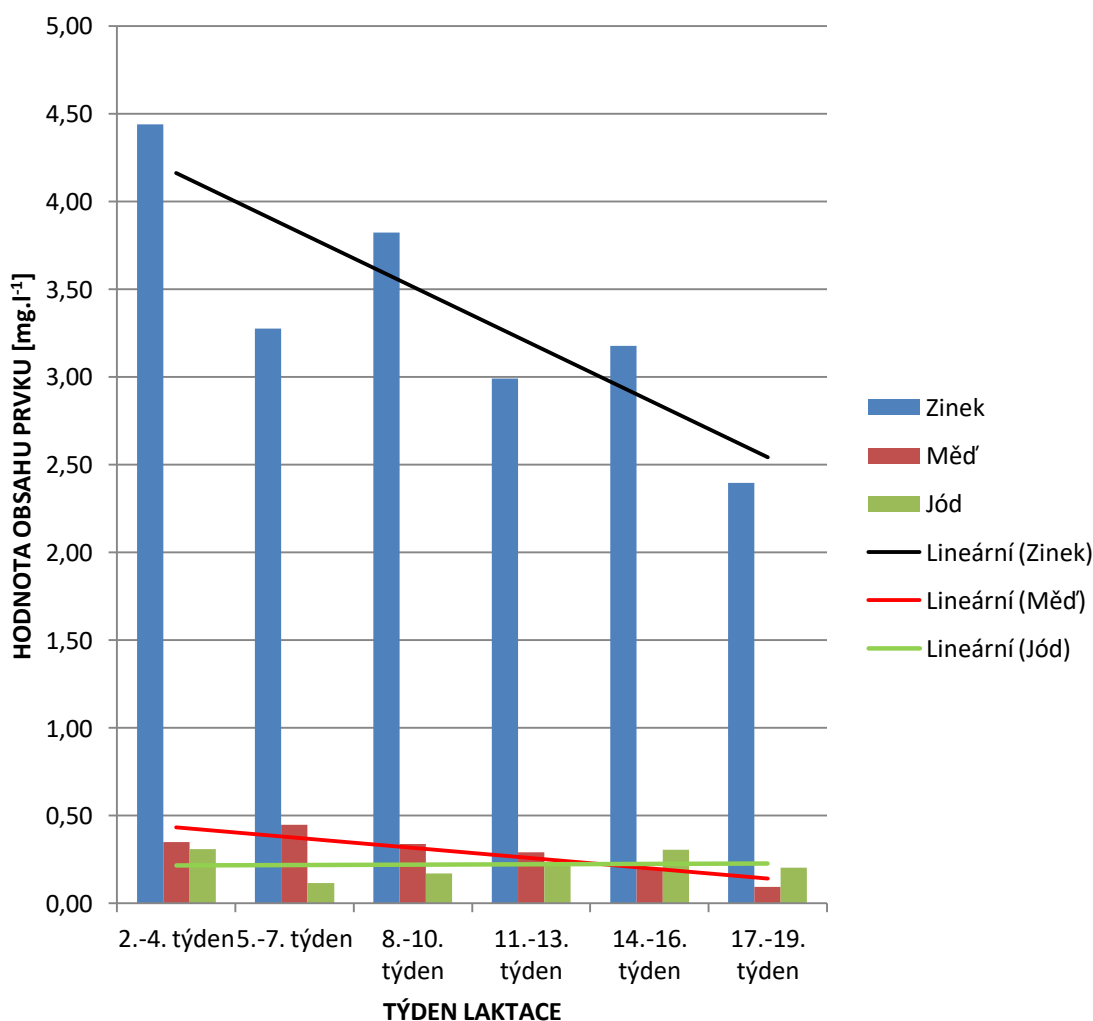
Graf č. 1 znázorňuje vývoj průměrného obsahu zinku, mědi a jódu v mléce v období od 2. do 19. týdne laktace v chovu dojnic ve středisku Hořepník. Z grafu je zřetelný velký rozdíl průměrných hodnot mezi zinkem a zbylými prvky. Nejvyšší průměrný obsah zinku ($4,44 \pm 0,45 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a jódu ($0,31 \pm 0,06 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) byl ve 2. – 4. týdnu laktace. Nejnižší průměrný obsah zinku ($2,40 \pm 0,27 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) i mědi ($0,10 \pm 0,01 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) byl v 17. – 19. týdnu. Nejvyšší průměrný obsah mědi ($0,45 \pm 0,16 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a nejnižší průměrný obsah jódu ($0,12 \pm 0,04 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) byl zjištěn v 5. – 7. týdnu laktace.

Graf č. 1: Průměrné hodnoty zinku, mědi a jódu v mléce od 2. do 19. týdne laktace z chovu Hořepník [$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$]



Z grafu č. 2 je patrné, že průměrný obsah zinku, mědi a jódu v mléce je velmi proměnlivý. Spojnice trendu průměrného obsahu zinku a mědi v mléce mají klesající tendenci během postupující laktace (v grafu č. 2 znázorněna spojnice trendu pro zinek černou barvou, spojnice trendu pro měď červenou barvou). Naopak spojnice trendu průměrného obsahu jódu má vzrůstající tendenci (spojnice trendu zelené barvy). Regresní rovnice spojnice trendu pro průměrný obsah zinku během laktace je $y_{Zn} = -0,3239x + 4,4844$, pro průměrný obsah mědi v mléce během laktace je $y_{Cu} = -0,0585x + 0,4933$ a pro průměrný obsah jódu v mléce během laktace je $y_I = 0,0025x + 0,2126$.

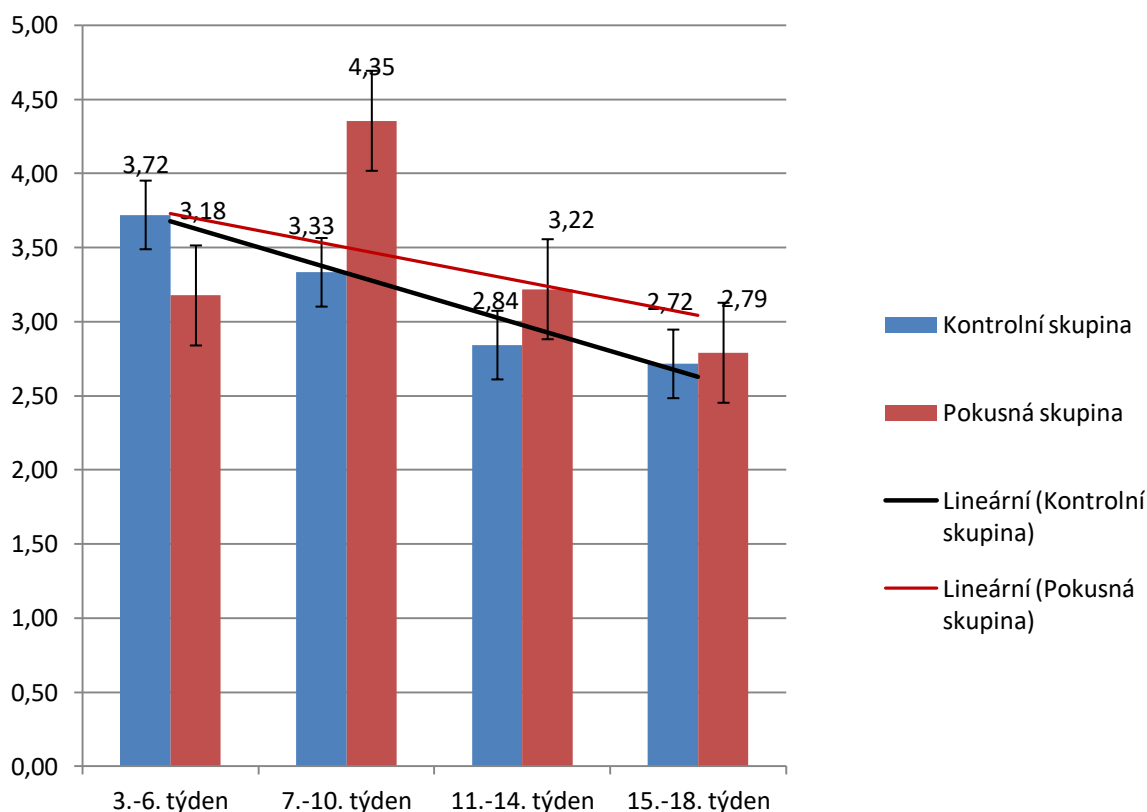
Graf č. 2: Spojnice trendu průměrných hodnot zinku, mědi a jódu v mléce dojníc z chovu Hořepník ve sledovaném období [mg.l^{-1}]



5.1.1. Vliv antiketogenní profylaxe na obsah zinku, mědi a jódu v mléce dojníc v chovu Hořepník

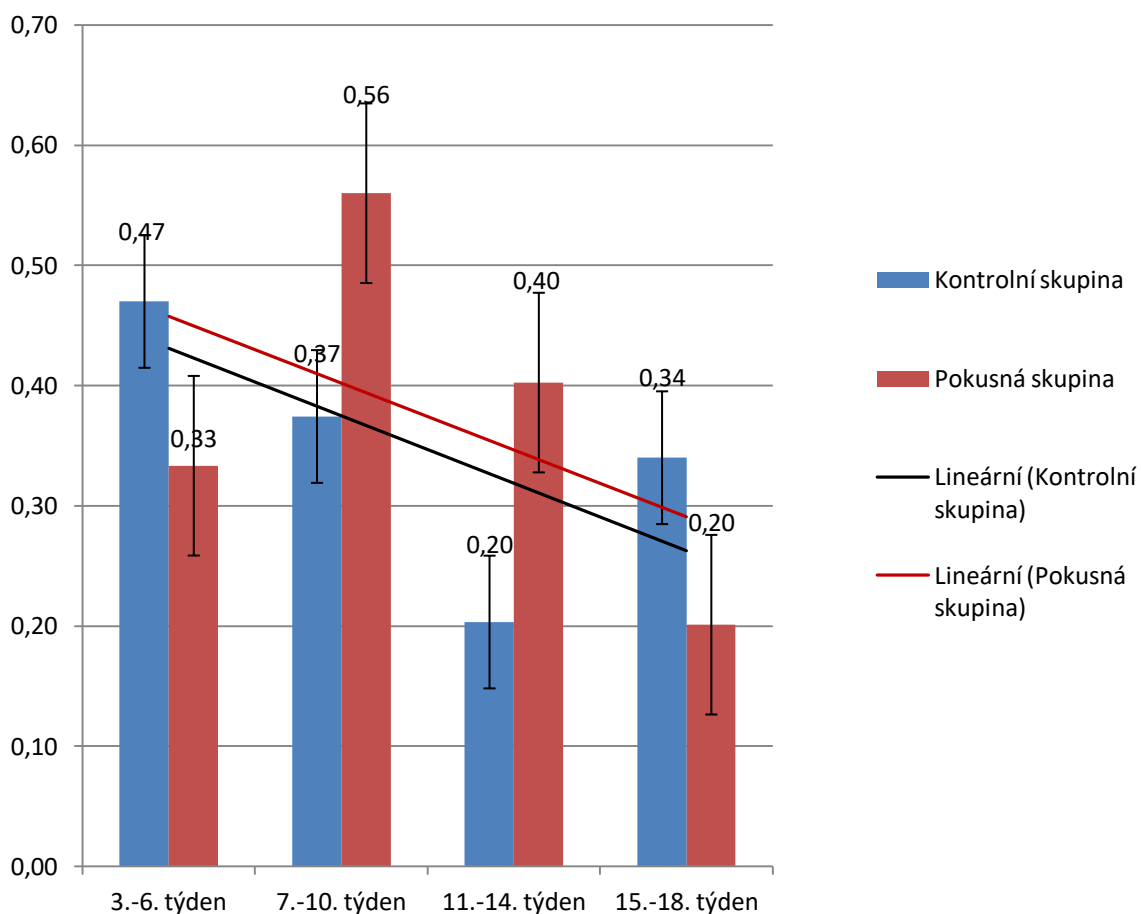
V grafu č. 3 jsou znázorněny hodnoty průměrného obsahu zinku v mléce dojníc v průběhu laktace. Dojnice byly rozděleny do dvou skupin – pokusná (skupině byl podáván přípravek Kexxtone) a kontrolní (skupině nebyl podáván přípravek). Pro stanovení zinku a mědi ze vzorků třetího, čtvrtého a pátého odběru byly vytvořeny směsné vzorky bez ohledu na zařazení dojnice do skupiny. Vzorky z těchto odběrů nemohly být do hodnocení zařazeny. Nejvyšší průměrný obsah zinku v mléce kontrolní skupiny byl $3,72 \pm 1,02 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ v 3. – 6. týdnu laktace, v pokusné skupině byl nejvyšší obsah zinku ($4,35 \pm 0,19 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) dosažen v 7. – 10. týdnu laktace. Nejnižší průměrné obsahy zinku v mléce v kontrolní ($2,72 \pm 0,49 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) i v pokusné skupině ($2,79 \pm 0,56 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) byly zjištěny v 15. – 18. týdnu. Regresní rovnice pro kontrolní skupinu je $y_{\text{kontrolní}} = -0,3506x + 4,0289$, pro pokusnou skupinu $y_{\text{pokusná}} = -0,2296x + 3,9592$. Spojnice trendu je u obou skupin klesající.

Graf č. 3: Porovnání průměrného obsahu zinku v mléce v pokusné a kontrolní skupině dojníc během laktace [$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$]



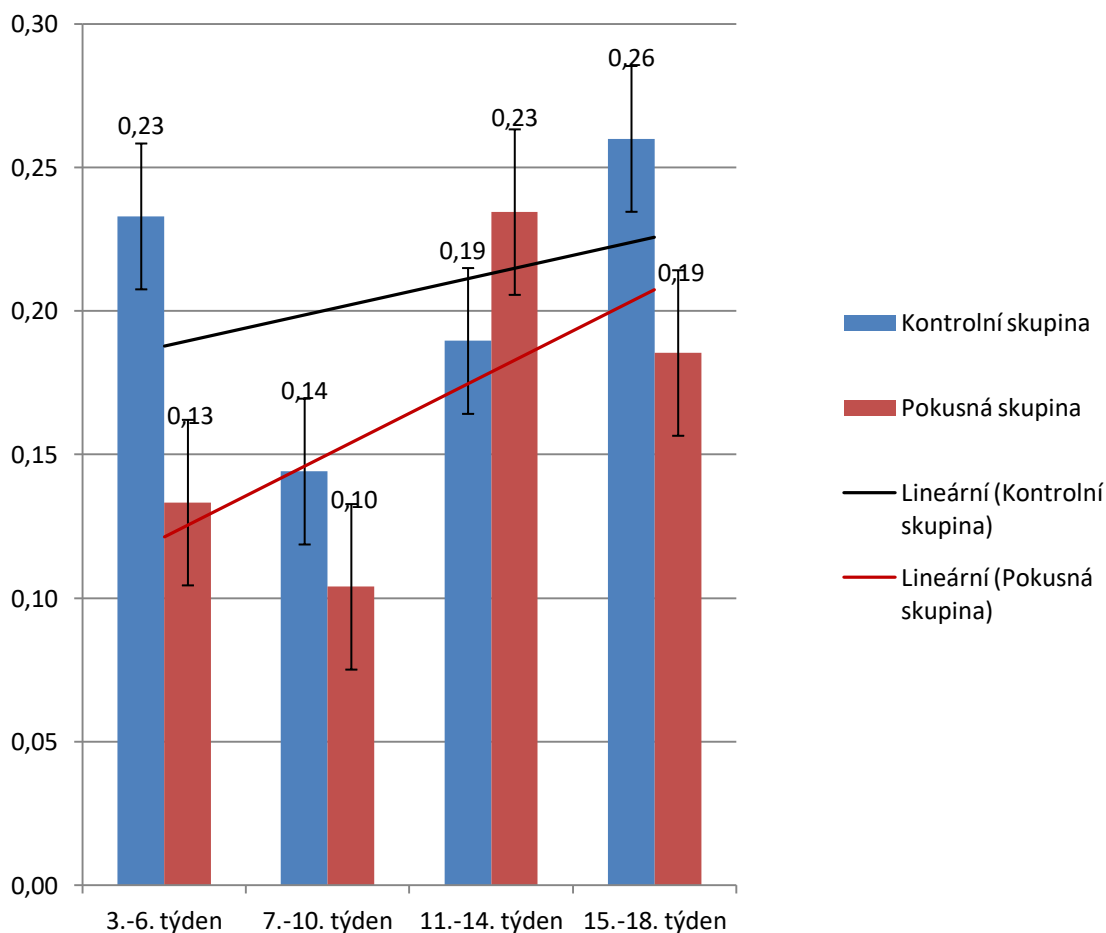
V grafu č. 4 jsou znázorněny hodnoty průměrného obsahu mědi postupující laktací. Z grafu je patrný větší rozdíl průměrného obsahu mědi mezi skupinami. Nejvyšší průměrný obsah mědi v mléce kontrolní skupiny $0,47 \pm 0,17 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ byl zjištěn v 3. – 6. týdnu laktace. Nejvyšší průměrný obsah mědi v pokusné skupině ($0,56 \pm 0,10 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) v 7. – 10. týdnu. Nejnižší průměrný obsah mědi v mléce kontrolní skupiny byl zjištěn v 11. - 14. týdnu a to $0,20 \pm 0,12 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Nejnižší průměrný obsah mědi v pokusné skupině ($0,20 \pm 0,17 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) byl zjištěn v 15. – 18. týdnu. Regresní rovnice spojnice trendu průměrného obsahu mědi skupiny pokusné je $y_{\text{pokusná}} = -0,0554x + 0,5128$. Regresní rovnice spojnice trendu pro skupinu kontrolní je $y_{\text{kontrolní}} = -0,0561x + 0,4871$. U obou skupin jsou spojnice trendu klesající a znázorňují klesající tendenci průměrného obsahu mědi v mléce s postupující laktací. U pokusné skupiny dochází k menšímu poklesu průměrných hodnot mědi a zinku v průběhu laktace.

Graf č. 4: Porovnání průměrného obsahu mědi v mléce v pokusné a kontrolní skupině dojnic během laktace [$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$]



V grafu č. 5 jsou znázorněny hodnoty průměrného obsahu jódu ve sledovaných intervalech laktace. Nejvyšší průměrný obsah jódu v mléce kontrolní skupiny $0,26 \pm 0,01 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ byl stanoven v 15. – 18. týdnu laktace, v pokusné skupině ($0,23 \pm 0,03 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) v 11. – 14. týdnu. Nejnižší průměrný obsah jódu v mléce kontrolní skupiny ($0,14 \pm 0,06 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) i pokusné skupiny ($0,10 \pm 0,05 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) byl zjištěn v 7. - 10. týdnu. Regresní rovnice spojnice trendu průměrného obsahu jódu skupiny pokusné je $y_{\text{pokusná}} = 0,0287x + 0,0926$. Regresní rovnice spojnice trendu pro skupinu kontrolní je $y_{\text{kontrolní}} = 0,0126x + 0,1751$. U obou skupin jsou spojnice trendu rostoucí a znázorňují rostoucí tendenci průměrného obsahu jódu v mléce s postupující laktací. Pokusná skupina vykazuje menší průměrné obsahy jódu v mléce na začátku laktace, ke konci sledovaného období docházelo k výraznějšímu zvyšování obsahu jódu v mléce (na rozdíl od skupiny kontrolní).

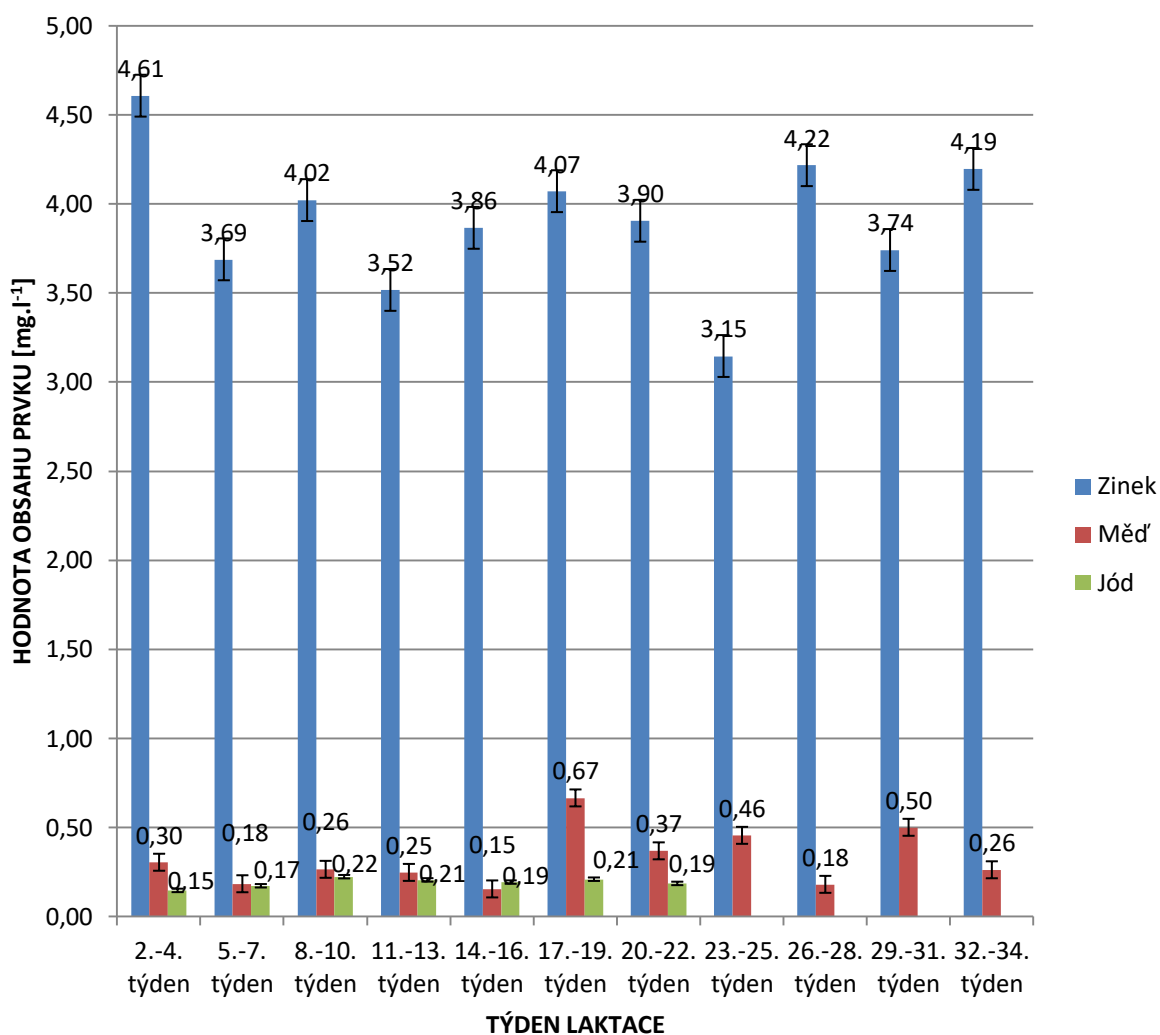
Graf č. 5: Porovnání průměrného obsahu jódu v mléce v pokusné a kontrolní skupině dojníc během laktace [$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$]



5.2 Obsah zinku, mědi a jódu v mléce dojníc v chovu Haklovy Dvory

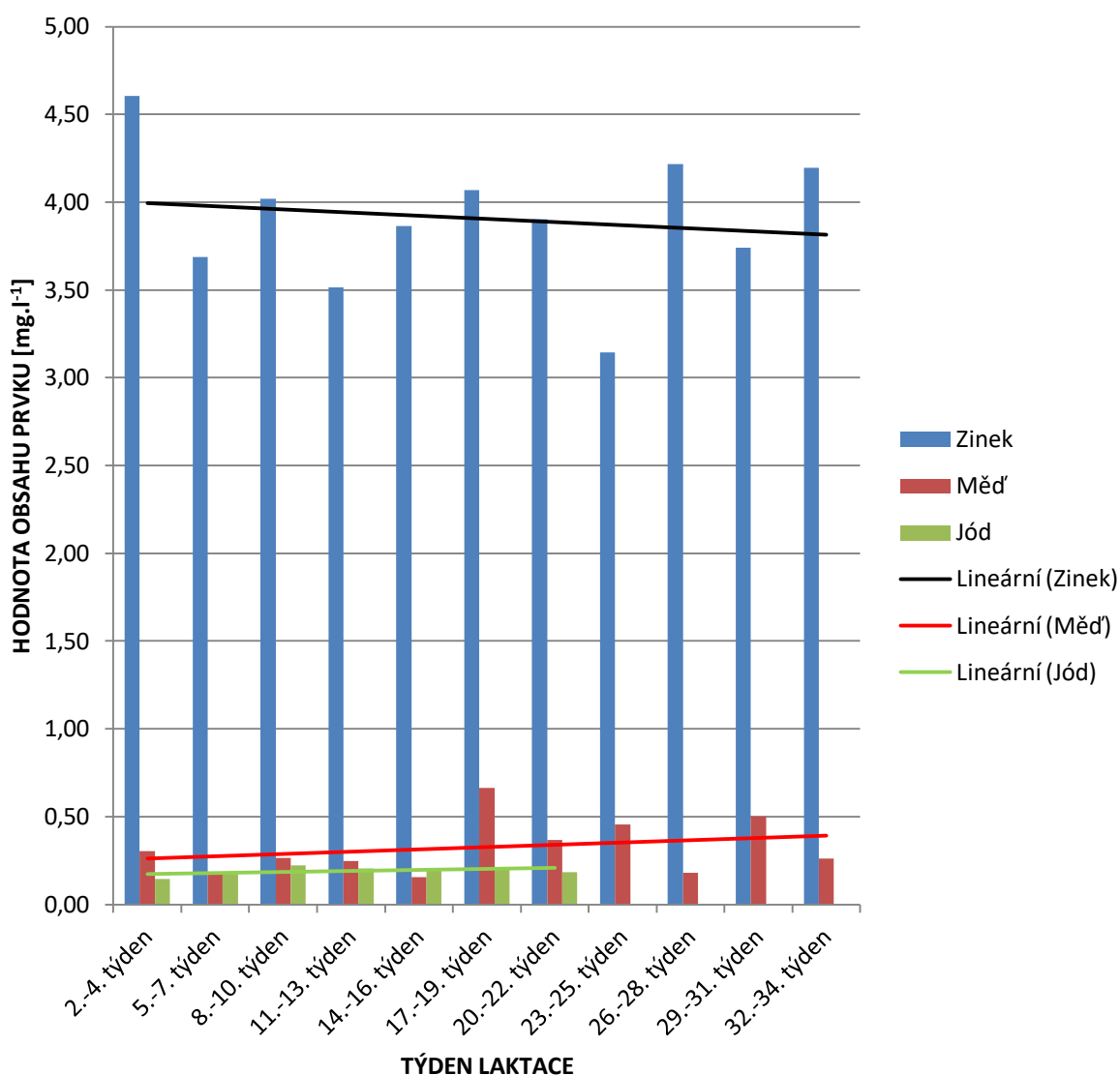
V grafu č. 6 je znázorněn průměrný obsah zinku, mědi a jódu v mléce dojníc z chovu v Haklových Dvorech od 2. do 34. týdne laktace. Zinek a měď byly sledovány v celém období, jód byl sledován do 22. týdne laktace. Nejvyšší průměrný obsah zinku ($4,61 \pm 1,24 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a nejnižší průměrný obsah jódu ($0,15 \pm 0,03 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) byl zjištěn v 2. – 4. týdnu. Nejnižší průměrný obsah zinku $3,15 \pm 0,04 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ v 23. – 25. týdnu. Nejvyšší obsah mědi byl $0,67 \pm 0,83 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (17. – 19. týden), nejnižší $0,15 \pm 0,05 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (14. – 16. týden). Nejvyšší průměrný obsah jódu v mléce byl $0,22 \pm 0,06 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ v 8. – 10. týdnu.

Graf č. 6: Průměrný obsah zinku, mědi a jódu v mléce dojníc z chovu v Haklových Dvorech od 2. do 34. týdne laktace [$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$]



V grafu č. 7 jsou znázorněny tendence poklesu a růstu průměrného obsahu prvků v mléce dojnic z chovu v Haklových Dvorech během sledovaného období laktace. Spojnice trendu průměrného obsahu zinku (v grafu znázorněna černou barvou) naznačuje klesající tendenci s postupující laktací. Spojnice trendu průměrného obsahu mědi (červená barva) a jódu (zelená barva) vykazovaly vzrůstající tendenci s postupující laktací. Regresní rovnice pro zinek je $y_{Zn} = -0,0178x + 4,0127$, pro měď $y_{Cu} = 0,013x + 0,2476$ a pro jód $y_I = 0,0058x + 0,1674$.

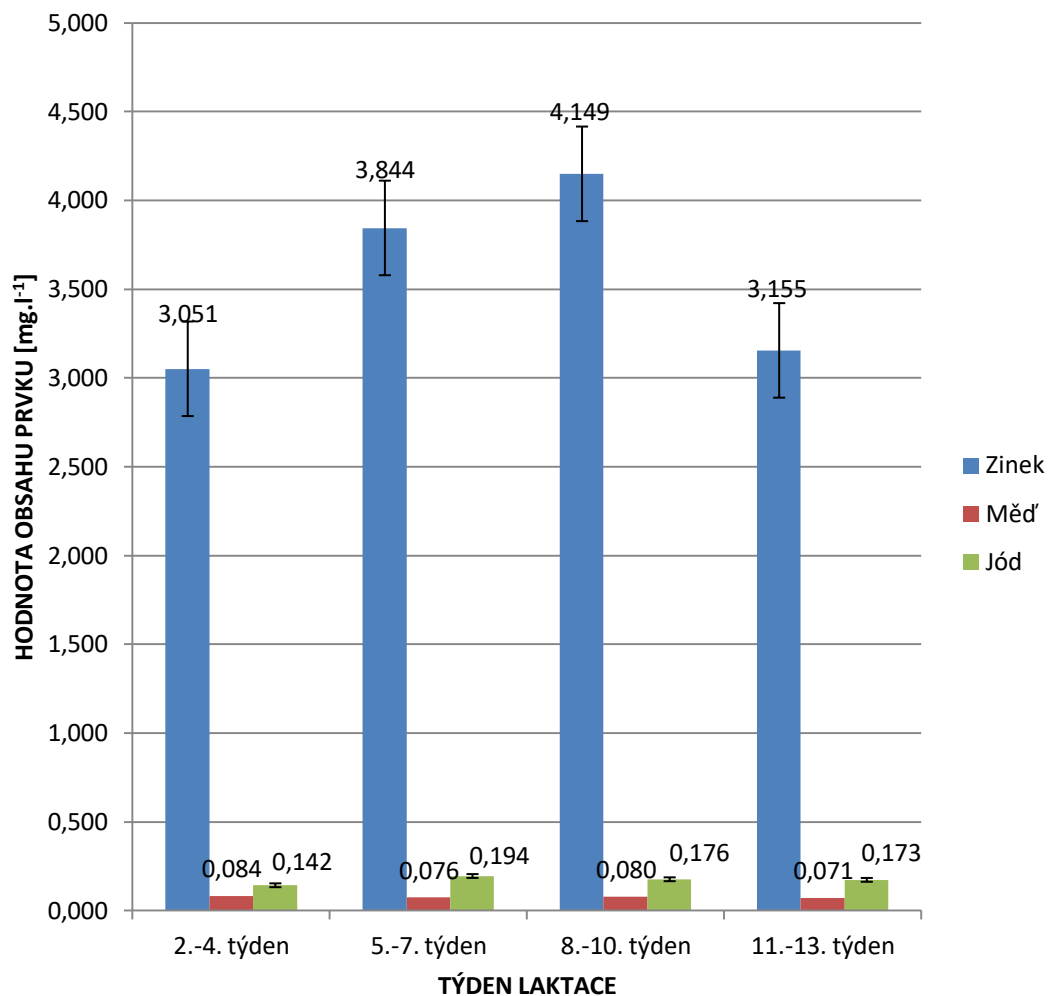
Graf č. 7: Spojnice trendu průměrných hodnot zinku, mědi a jódu v mléce dojnic z chovu v Haklových Dvorech ve sledovaném období laktace [mg.l^{-1}]



5.3 Obsah zinku, mědi a jódu v mléce dojnic v chovu Chyšná

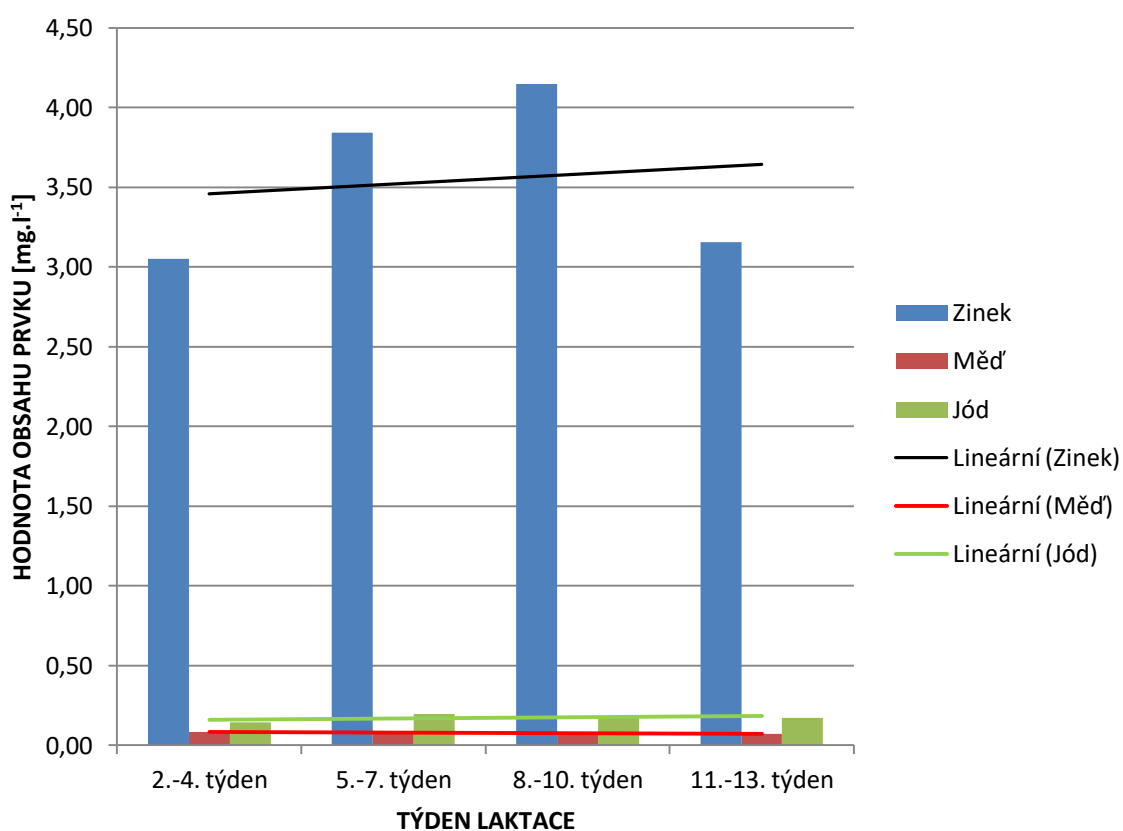
V grafu č. 8 je znázorněn průměrný obsah zinku, mědi a jódu v mléce dojnic z chovu v Chyšné od 2. do 13. týdne laktace. Nejvyšší průměrný obsah zinku by $4,149 \pm 1,621 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (8. – 10. týden). Nejnižší průměrný obsah zinku ($3,051 \pm 0,751 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a jódu ($0,142 \pm 0,065 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) byl zjištěn v 2. – 4. týdnu laktace. Ve stejném intervalu byl zjištěn nejvyšší průměrný obsah mědi ($0,084 \pm 0,030 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Nejnižší průměrný obsah mědi ($0,071 \pm 0,018 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) byl zjištěn v 11. – 13. týdnu. Nejvyšší průměrný obsah jódu v mléce byl $0,194 \pm 0,046 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (5. - 7. týden).

Graf č.8: Průměrný obsah zinku, mědi a jódu v mléce dojnic z chovu Chyšná od 2. – 19. týdne laktace [$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$]



Graf č. 9 znázorňuje spojnice trendu průměrného obsahu zinku, mědi a jódu v mléce z chovu Chyšná. Byl zjištěn rostoucí trend průměrného obsahu zinku (černá barva) a jódu (zelená barva) během postupující laktace. Naopak spojnice trendu průměrného obsahu mědi v mléce (červená barva) má klesající tendenci. Rovnice regrese pro průměrný obsah zinku v mléce je $y_{Zn} = 0,0615x + 3,3959$, pro měď $y_{Cu} = -0,0035x + 0,0862$ a pro jód $y_I = 0,0073x + 0,153$.

Graf č. 9: Spojnice trendu průměrných hodnot zinku, mědi a jódu v mléce dojníc z chovu Chyšná ve sledovaném období [mg.l^{-1}]



5.4. Porovnání obsahu zinku, mědi a jódu ve sledovaných chovech

V tabulce č. 12 jsou pro srovnání uvedeny ukazatelé obsahu zinku, mědi a jódu v mléce v jednotlivých chovech za celé sledované období. Nejvyšší průměrný obsah zinku byl zjištěn $3,89 \pm 0,78 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ v chovu Haklovy Dvory. Nejnižší v chovu Hořepník, a to $3,11 \pm 0,63 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Nejvyšší variační koeficient obsahu zinku v mléce $V\% = 36,01$ byl v chovu Chyšná, nejnižší $V\% = 20,12$ byl zjištěn v chovu Haklovy Dvory. Nejvyšší průměrný obsah mědi v mléce byl $0,29 \pm 0,18 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ v chovu Hořepník. Nejnižší $0,08 \pm 0,02 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ v chovu Chyšná, kde byl zjištěn i nejnižší variační koeficient obsahu mědi v mléce $V\% = 31,09$. Nejvyšší variační koeficient obsahu mědi v mléce $V\% = 72,26$ byl zjištěn v chovu Haklovy Dvory. Nejvyšší průměrný obsah jódu v mléce $0,24 \pm 0,10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ byl v chovu Hořepník. V tomto chovu byl zjištěn nejvyšší variační koeficient obsahu jódu v mléce $V\% = 42,25$. Nejnižší průměrný obsah jódu v mléce i nejnižší variační koeficient byl stanoven v chovu Chyšná ($0,17 \pm 0,05 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, $V\% = 32,67$). Nejvyšší individuální obsah zinku v mléce ($8,42 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) byl zjištěn v chovu Chyšná. Nejvyšší individuální obsah mědi ($0,73 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) i jódu ($0,04 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) byl zjištěn v mléce v chovu Hořepník. Nejnižší individuální obsah zinku ($1,08 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), mědi ($0,04 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) a jódu ($0,04 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) byly zjištěny v mléce z chovu Chyšná.

Z tabulky je zřejmé, že se v mléce dojnic nejvíce vyskytuje zinek ($3,59 \pm 1,15 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), nejméně měď ($0,14 \pm 0,12 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$). Nejnižší variační koeficient $V\% = 32,05$ byl zjištěn u zinku, nejvyšší u mědi $V\% = 82,65$. Medián průměrného obsahu zinku je $3,42 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, mědi $0,10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a jódu $0,18 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$.

Tab. č. 12: Porovnání ukazatelů obsahu zinku, mědi a jódu v mléce ve sledovaných chovech [$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$]

Chov	Prvek	n	\bar{x}	sx	V(%)	Med	Max	Min
Hořepník	Zn	90	3,11	0,63	20,15	2,97	4,49	1,88
	Cu	90	0,29	0,18	61,19	0,23	0,73	0,09
	I	61	0,24	0,10	42,25	0,23	0,56	0,07
Haklovy Dvory	Zn	62	3,89	0,78	20,12	3,73	2,61	6,24
	Cu	62	0,25	0,18	72,26	0,18	0,71	0,08
	I	55	0,20	0,07	35,16	0,18	0,40	0,08
Chyšná	Zn	78	3,58	1,29	36,01	3,30	8,42	1,08
	Cu	78	0,08	0,02	31,09	0,08	0,14	0,04
	I	78	0,17	0,05	32,67	0,18	0,30	0,04
CELKEM	Zn	230	3,59	1,15	32,05	3,42	8,42	1,08
	Cu	230	0,14	0,12	82,65	0,10	0,59	0,04
	I	194	0,18	0,06	34,31	0,18	0,31	0,04

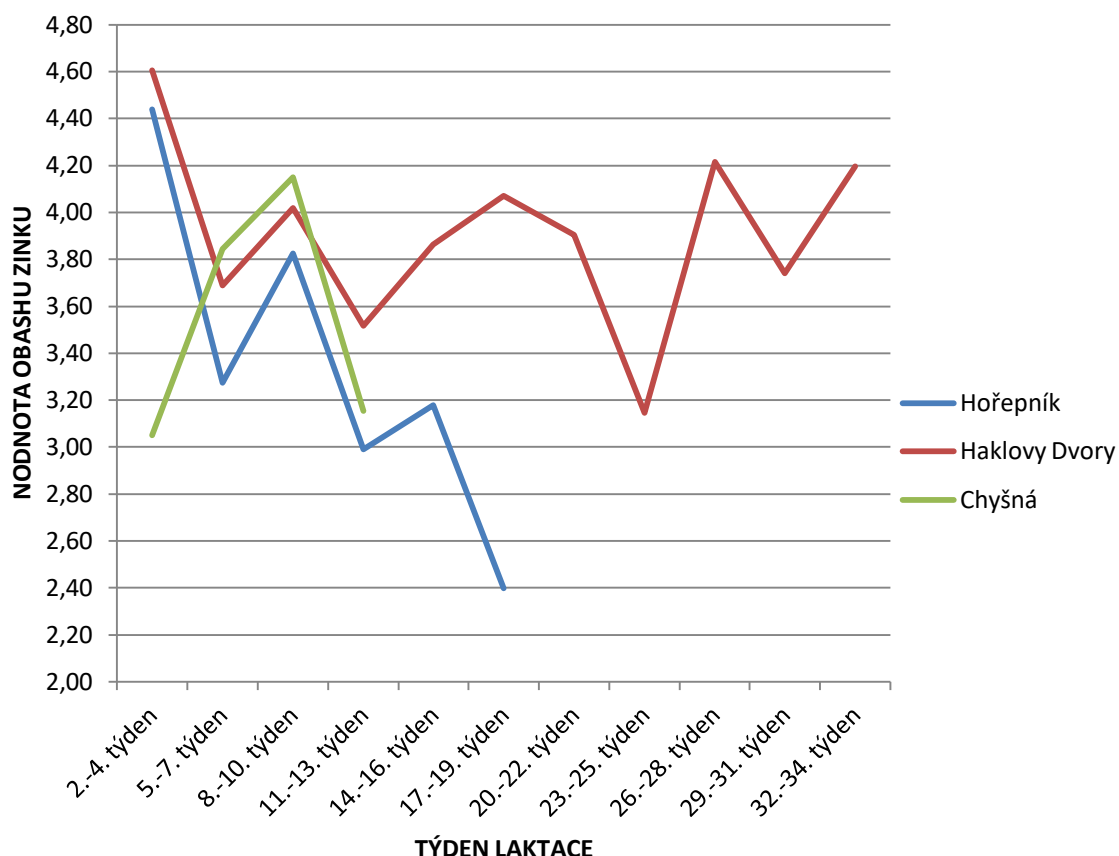
5.5. Porovnání vývoje obsahu zinku, mědi a jódu v mléce během laktace

V grafu č. 10 jsou znázorněny průměrné obsahy zinku v mléce ve třítydenních intervalech postupující laktace. Z grafu je zřetelná obdobná tendence poklesu obsahu zinku v mléce v chovech Hořepník a Haklovy Dvory v souvislosti s průběhem laktace. V chovu Chyšná, ve kterém je období sledování výrazně kratší, koresponduje dynamika obsahu zinku v mléce s obdobnou dynamikou zinku v chovech Hořepník a Haklovy Dvory pouze mezi 5. až 13. týdnem laktace a odlišuje se zejména na začátku laktace. Průběh grafu naznačuje také značnou rozkolísanost obsahu zinku v jednotlivých fázích laktace.

Hodnoty průměrného obsahu zinku v jednotlivých sledovaných obdobích laktace jsou uvedeny v tabulce č. 13. Nejvyšší hodnota byla zjištěna v chovu Haklovy Dvory, a to na začátku laktace ve 2. až 4. týdně laktace ($4,606 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a nejnižší v chovu Hořepník v 17. až 19. týdně laktace ($2,398 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

V tabulce č. 14 jsou uvedeny korelační koeficienty vlivu laktace na obsah zinku v mléce. Korelační koeficient vlivu laktace na obsah zinku v mléce v chovu Hořepník $r_{xy} = -0,430$, pro obsah zinku v mléce z chovu Haklovy Dvory $r_{xy} = 0,076$ a pro obsah zinku v mléce z chovu Chyšná $r_{xy} = 0,169$.

Graf č.10: Dynamika obsahu zinku v mléce v průběhu laktace v chovech Hořepník, Haklovy Dvory a Chyšná [mg.l^{-1}]

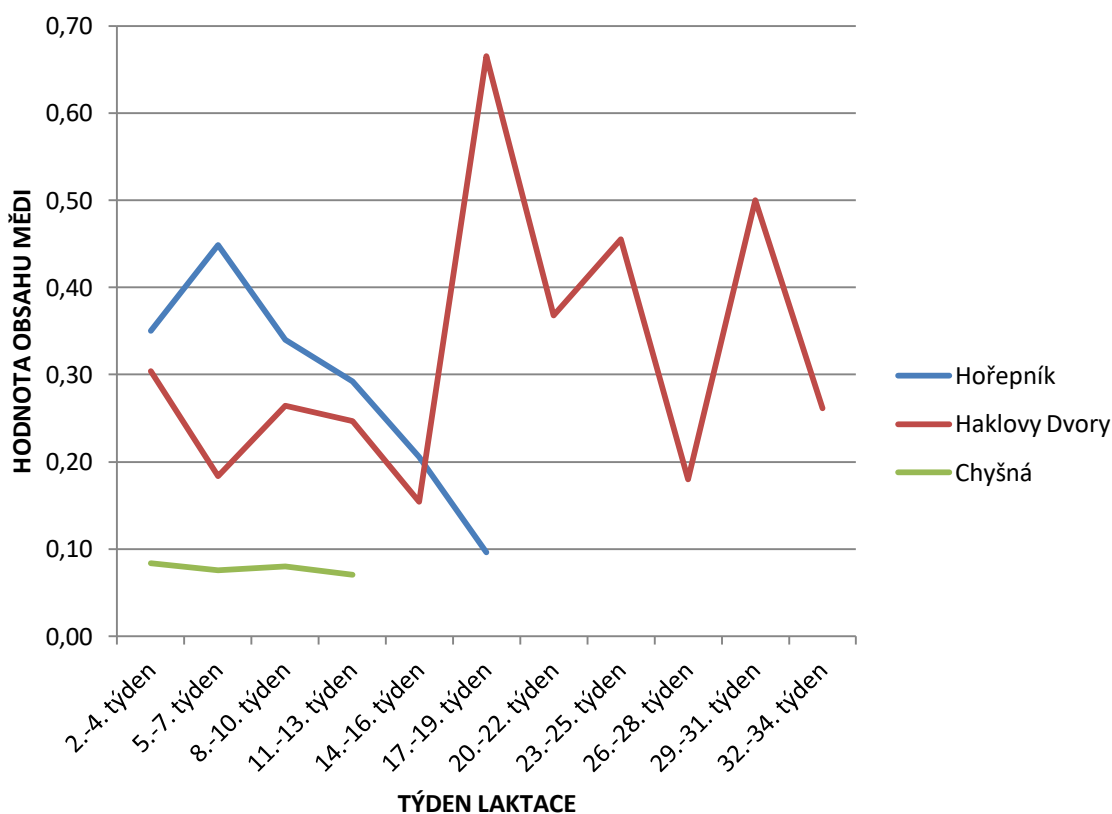


V grafu č. 11 je znázorněn vliv postupující laktace na obsah mědi v mléce. Postupující laktace je znázorněna průměrným obsahem mědi v mléce ve třítýdenních intervalech. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 15. Křivka obsahu mědi v mléce vykazuje ve všech 3 chovech od začátku sledování (2. - 4. týden laktace) až do 14. - 16. týdne laktace obdobný průběh (i přes výrazné kolísání v chovu Haklovy Dvory), vyjadřující pokles obsahu mědi v mléce. V chovu Haklovy Dvory lze sledovat další dynamiku projevující se výrazným zvýšením ve 14. - 16. týdnu laktace a následným poklesem a opětovným zvýšením. Průměrný obsah mědi v mléce v chovu Haklovy Dvory je příkladem značné proměnlivosti mědi v mléce.

Hodnoty průměrných obsahů mědi v průběhu laktace uvádí tabulka č. 13. Nejvyšší hodnota byla zjištěna v chovu Haklovy Dvory v 17. až 19. týdnu laktace ($0,665 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) a nejnižší v chovu Chyšná ($0,071 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) v 11. až 13. týdnu laktace.

V tabulce č. 14 jsou uvedeny korelační koeficienty vlivu laktace na obsah mědi v mléce. Korelační koeficient vlivu laktace na obsah mědi v mléce v chovu Hořepník $r_{xy} = -0,425$, pro obsah mědi v mléce z chovu Haklovy Dvory $r_{xy} = 0,186$ a pro obsah mědi v mléce z chovu Chyšná $r_{xy} = -0,207$.

Graf č.11: Dynamika obsahu mědi v mléce v průběhu laktace v chovech Hořepník, Haklovy Dvory a Chyšná [$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$]

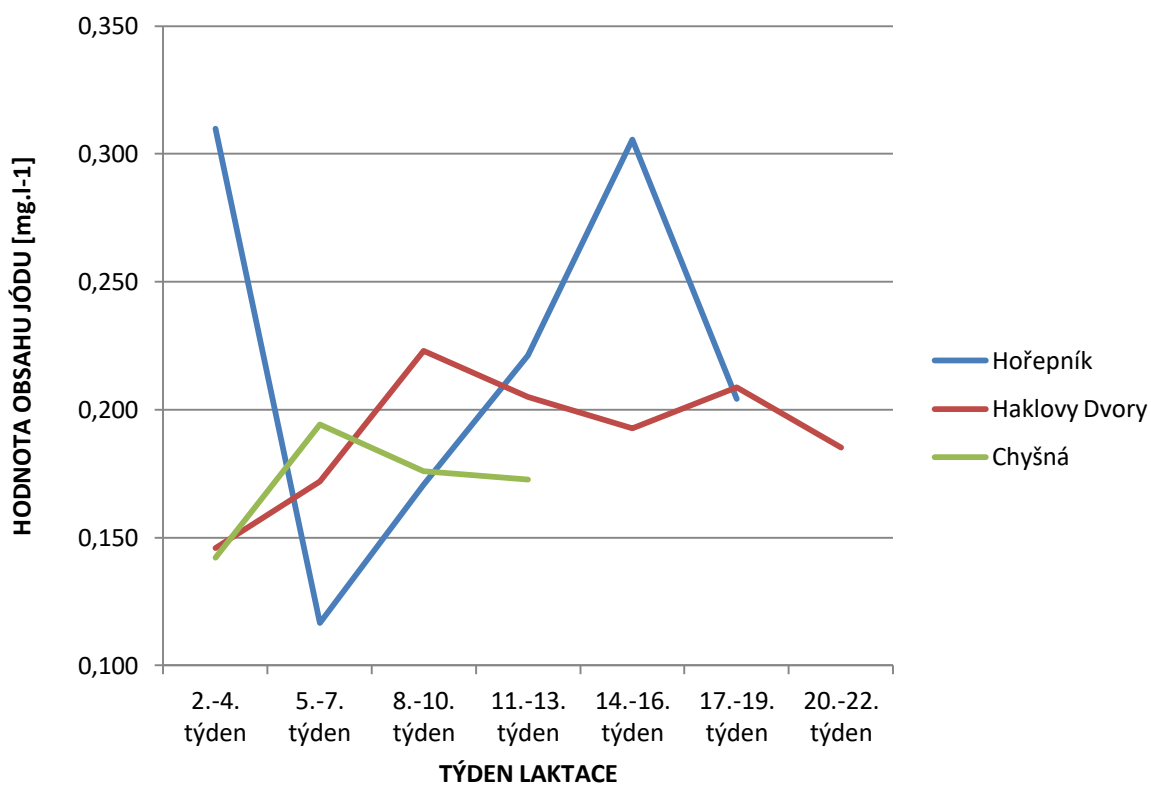


Graf č. 12 znázorňuje vliv postupující laktace na obsah jódu v mléce ve sledovaných chovech. Křivka obsahu jódu v mléce v chovu Chyšná obdobně opisuje růst i pokles obsahu jódu v mléce v chovu Haklovy Dvory (přestože jód dosáhl nejvyššího obsahu dříve v chovu Chyšná) od začátku sledování (2. – 4. týden laktace) až do 11. – 13. týdne laktace. Obsah jódu v chovu Hořepník je naprosto opačného průběhu než v předchozích dvou chovech. K výraznému snížení došlo v 5. – 7. týdnu laktace, následně obsah jódu vzrostl a opětovně klesal.

Hodnoty průměrných obsahů jódu v mléce v průběhu laktace uvádí tabulka č. 13. Nejvyšší průměrný obsah jódu v mléce byl zjištěn v chovu Hořepník v 2. – 4. týdnu laktace ($0,310 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), v 5. – 7. týdnu laktace byl zjištěn ve stejném chovu nejnižší průměrný obsah jódu ($0,117 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

V tabulce č. 16 jsou uvedeny korelační koeficienty vlivu laktace na obsah jódu v mléce. Korelační koeficient vlivu laktace na obsah jódu v mléce v chovu Hořepník $r_{xy} = 0,326$, pro obsah jódu v mléce z chovu Haklovy Dvory $r_{xy} = 0,091$ a pro obsah jódu v mléce z chovu Chyšná $r_{xy} = 0,312$.

Graf. č. 12 Dynamika obsahu jódu v mléce v průběhu laktace v chovech Hořepník, Haklovy Dvory a Chyšná [$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$]



Tab. č. 13: Průměrný obsah zinku, mědi a jódu v závislosti na postupující laktaci ve sledovaných chovech Hořepník, Haklovy Dvory a Chyšná [mg.l⁻¹]

Týden laktace	Hořepník			Haklovy Dvory			Chyšná		
	Zinek	Měď	Jód	Zinek	Měď	Jód	Zinek	Měď	Jód
2.-4. Týden	4,440	0,350	0,310	4,606	0,304	0,146	3,051	0,084	0,142
5.-7. týden	3,275	0,448	0,117	3,688	0,183	0,172	3,844	0,076	0,194
8.-10. týden	3,824	0,340	0,171	4,020	0,264	0,223	4,149	0,080	0,176
11.-13. týden	2,990	0,292	0,221	3,516	0,247	0,205	3,155	0,071	0,173
14.-16. týden	3,177	0,206	0,306	3,864	0,154	0,193			
17.-19. týden	2,398	0,096	0,204	4,070	0,665	0,209			
20.-22. týden				3,904	0,368	0,185			
23.-25. týden				3,145	0,455				
26.-28. týden				4,216	0,180				
29.-31. týden				3,740	0,500				
32.-34. týden				4,195	0,262				

5.6. Vliv denního nádoje na obsah zinku, mědi a jódu v mléce

Vliv denního nádoje na obsah zinku, mědi a jódu prostřednictvím korelačního koeficientu je uveden v tabulce č. 14. Korelační vztah vlivu denního nádoje na obsah zinku v mléce je velmi nízký, nejvyšší hodnota je $r_{xy} = 0,162$. Velmi nízký koeficient je i v případě vlivu denního nádoje na obsah mědi v mléce – nejvyšší korelační koeficient $r_{xy} = 0,124$. Hodnoty jsou menší než 0,2 a není prokázána vyšší závislost na denním nádoji. Korelační koeficient vlivu denního nádoje na obsah jódu v mléce je nejvyšší ($r_{xy} = -0,285$), přesto poukazuje na nízkou závislost jódu na denním nádoji. Nejvyšší hodnoty korelačních koeficientů byly zjištěny v chovu Hořepník.

Tab. č. 14: Korelační koeficienty obsahu zinku, mědi a jódu v mléce v závislosti na postupující laktaci a denním nádoji

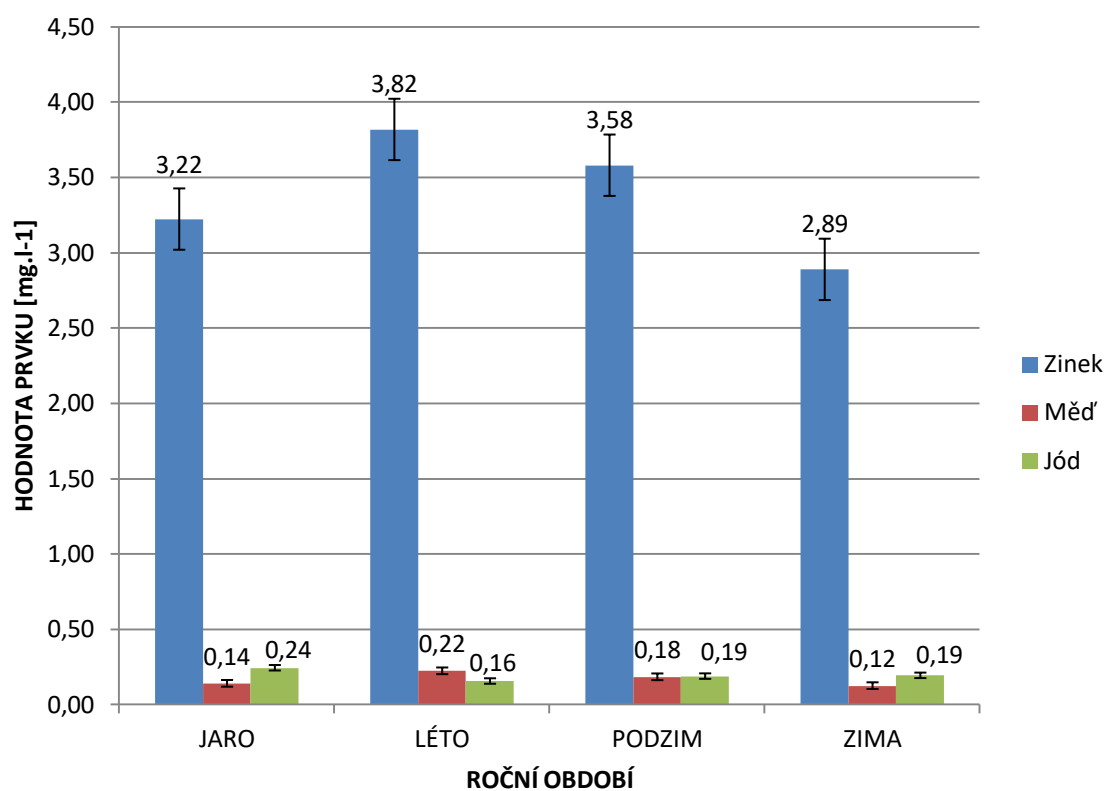
Prvek	Chov	Denní nádoj	Laktační dny
Zinek	Hořepník	0,162	-0,430
	Haklovy Dvory	-0,143	0,076
	Chyšná	0,022	0,169
Měď	Hořepník	0,124	-0,425
	Haklovy Dvory	-0,018	0,186
	Chyšná	-0,034	-0,207
Jód	Hořepník	-0,285	0,326
	Haklovy Dvory	-0,095	0,091
	Chyšná	0,103	0,311

5.7. Vliv ročního období

Odběry probíhaly v různých měsících, proto lze vyhodnotit obsah zinku, mědi a jódu v mléce v průběhu roku. Na jaře (březen – květen) byl uskutečněn pouze 1 odběr pro zinek, měď a jód. V létě (červen - srpen) bylo provedeno 6 odběrů pro zinek a měď a 5 odběrů pro jód, na podzim (září - listopad) 4 odběry pro všechny sledované prvky a v zimě (prosinec – únor) 2 odběry taktéž pro všechny prvky. Výsledky jsou stanoveny bez ohledu na chov či rok. Všechny průměrné obsahy projeví klesající tendenci. Regresní rovnice pro obsah zinku v mléce $y_{Zn} = -0,1239x + 3,6867$, pro měď $y_{Cu} = -0,0086x + 0,1892$ a pro jód $y_I = -0,0118x + 0,2246$.

Jednotlivé průměrné obsahy prvků jsou uvedeny v tabulce č. 15. Nejvyšší průměrný obsah zinku ($3,82 \pm 1,28 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) a mědi ($0,22 \pm 0,19 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) a nejnižší průměrný obsah jódu ($0,16 \pm 0,06 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) byl zjištěn v letním období. Nejvyšší průměrný obsah jódu ($0,24 \pm 0,07 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) v jarním období. Nejnižší průměrný obsah zinku ($2,89 \pm 0,59 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) a mědi ($0,12 \pm 0,04 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) byl zjištěn v zimě.

Graf č. 13: Vývoj obsahu zinku, mědi a jódu v mléce v jednotlivých ročních obdobích [mg.l⁻¹]



Tab.č.15: Vývoj obsahu zinku, mědi a jódu v mléce v jednotlivých ročních obdobích [mg.l⁻¹]

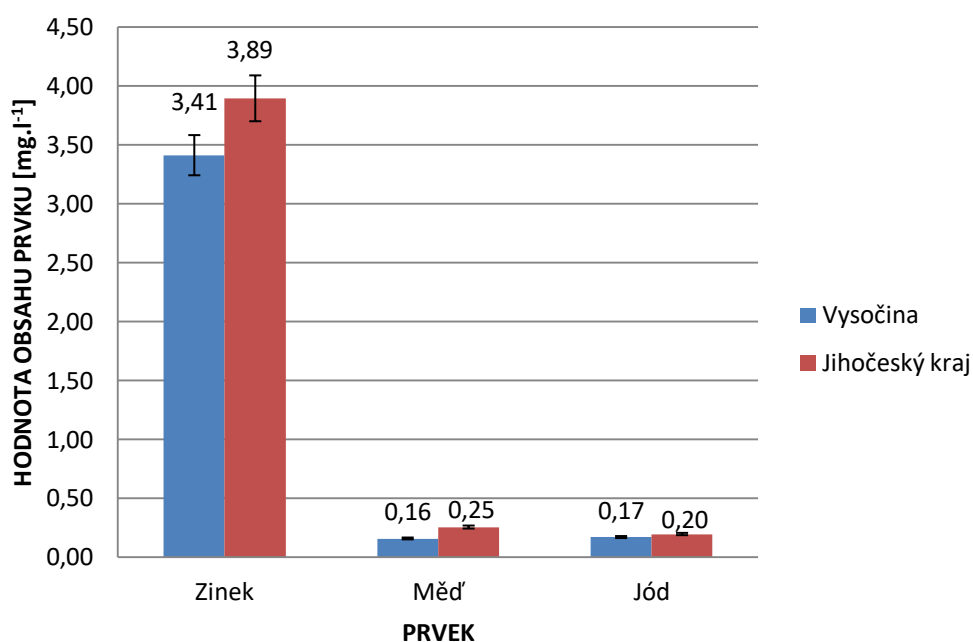
Roční období	prvek	n	\bar{x}	sx	V(%)	Med	Max	Min
Jaro	Zn	9	3,22	0,50	15,56	3,22	4,00	2,61
	Cu	9	0,14	0,05	37,96	0,13	0,24	0,08
	I	9	0,24	0,07	29,67	0,24	0,40	0,16
Léto	Zn	78	3,82	1,28	33,57	3,58	8,42	1,50
	Cu	78	0,22	0,19	83,16	0,12	0,73	0,04
	I	68	0,16	0,06	40,92	0,16	0,31	0,04
Podzim	Zn	72	3,58	0,81	22,52	1,08	5,27	3,50

	Cu	72	0,18	0,18	98,78	0,12	0,88	0,04
	I	59	0,19	0,05	25,72	0,19	0,32	0,11
Zima	Zn	24	2,89	0,59	20,38	2,91	3,93	1,88
	Cu	24	0,12	0,04	32,28	0,12	0,25	0,09
	I	27	0,19	0,06	30,06	0,17	0,30	0,09

5.8. Vliv regionu

Sledované chovy se vyskytují ve dvou krajích. Chovy Hořepník a Chyšná se vyskytují v kraji Vysočina, chov Haklový Dvory v Jihočeském kraji. Porovnání průměrného obsahu zinku, mědi a jódu v mléce ve sledovaných krajích je uvedeno v grafu č. 14 a v tabulce č. 16. Nejvyšší průměrný obsah zinku v mléce byl $3,89 \pm 0,78 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, mědi $0,25 \pm 0,18 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a jódu $0,20 \pm 0,07 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Nejnižší průměrný obsah zinku v mléce byl $3,41 \pm 1,13 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, mědi $0,16 \pm 0,15 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a jódu $0,17 \pm 0,06 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Hodnoty mohly být ovlivněny počtem vzorků mléka, jelikož v Haklových Dvorech byl počet vzorků mléka poloviční (viz tab. č. 16).

Graf č.14: Průměrný obsah zinku, mědi a jódu v mléce v Jihočeském kraji a v kraji Vysočina [$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$]



Tab. č. 16: Porovnání ukazatelů průměrného obsahu zinku, mědi a jódu v mléce ve sledovaných krajích [mg.l⁻¹]

Kraj	prvek	n	\bar{x}	sx	V(%)	Med	Max	Min
Vysočina	Zn	121	3,41	1,13	33,08	3,20	8,42	1,08
	Cu	121	0,16	0,15	96,99	0,10	0,73	0,04
	I	108	0,17	0,06	33,37	0,18	0,31	0,04
Jihočeský kraj	Zn	62	3,89	0,78	20,12	3,73	6,24	2,61
	Cu	62	0,25	0,18	72,26	0,18	0,88	0,08
	I	55	0,20	0,07	35,16	0,18	0,40	0,08

6. Diskuse

Z výsledků této práce je zřejmé, že zcela nejvyšší zastoupení ze sledovaných prvků v mléce má zinek ($3,59 \pm 1,15 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a nejmenší měď ($0,14 \pm 0,12 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) (tab. č. 12). Zastoupení prvků v mléce obecně odráží jejich zastoupení v biosféře. Průměrně se obsah zinku v půdě v ČR pohybuje v rozmezí $10 - 300 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ půdy, obsah mědi v rozmezí $1 - 180 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ půdy (Richter, 2007). Průměrný obsah jódu se pohybuje v rozmezí $0,97 - 5,11 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ suché zeminy (Trávníček a kol., 2013). Průměrná koncentrace zinku v plodinách (ječmen jarní: $25 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, pšenice ozimá: $36 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, oves nahý: $25 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) a v mase (hovězí kýta: $65 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, vepřová kýta: $37 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) je přibližně desetinásobně vyšší než průměrná koncentrace ostatních dvou sledovaných prvků. Obsah mědi v mase (hovězí maso: $1,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, štika mořská: $0,3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) a v plodinách (ječmen nahý: $5,2 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, pšenice ozimá: $5,1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, oves nahý: $3,8 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) (Macháčková, 2013). Obsah jódu v mase (prsň svalovina brojlerových kuřat: $0,02 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, stehenní svalovina skotu: $0,06 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, stehenní svalovina výkrmových prasat: $0,03 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) či v plodinách (ječmen $5,7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, pšenice $5,03 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) (Trávníček a kol., 2005b; Duressa a kol., 2014).

Průměrný obsah zinku v mléce dojníc v chovu Hořepník byl $3,11 \pm 0,63 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Haklovy Dvory $3,89 \pm 0,78 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ a Chyšná $3,58 \pm 1,29 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Trávníček a kol. (2005) uvádí průměrný obsah zinku $4,66 \pm 0,59 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Tato hodnota byla o 33% vyšší než v chovu Hořepník, o 17 % vyšší než v chovu Haklovy Dvory a o 23% vyšší než v chovu Chyšná. Bouchalová (2012) uvádí, že průměrný obsah zinku v kravském mléce v roce 2009 byl $4,83 \pm 0,36 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. I oproti této hodnotě byl obsah zinku ve sledovaných chovech nižší (Hořepník o 36 %, Haklovy Dvory o 19% a Chyšná o 26%). Obsah zinku v mléce v našich chovech je blízký hodnotě uvedené v polské studii Górské a Oprządka (2010) $3,60 \pm 0,90 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Průměrný obsah zinku vypočítaný ze všech analyzovaných vzorků ($n = 230$) $3,59 \pm 1,15 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ byl ve srovnání s údaji o plošném obsahu zinku v České republice (Trávníček a kol., 2005; Bouchalová 2012) o 23% až 26% nižší. Ve srovnání s údaji Górské a Oprządka (2010) téměř shodný.

Průměrný obsah mědi v mléce dojníc v chovu Hořepník byl $0,29 \pm 0,18 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Haklovy Dvory $0,25 \pm 0,18 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ a Chyšná $0,08 \pm 0,02 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. č.

12). Bouchalová (2012) uvádí průměrný obsah mědi v mléce v roce 2009 zřetelně nižší, a to $0,04 \pm 0,05 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Průměrný obsah mědi v mléce zjištěný Bouchalovou (2012) byl oproti obsahu mědi v mléce krav z chovů Hořepník 6krát, Haklovy Dvory 5krát a chovu Chyšná 2krát nižší. Obdobně nízké hodnoty jako Bouchalová (2012) uvádí i Hosnedlová a kol. (2005). Proscura a kol. (2015) uvádí průměrný obsah mědi v mléce dojníc v Polsku $0,19 \pm 0,106 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Uvedený průměr je o 32 až 58 % nižší než je obsah mědi v našich sledovaných chovech.

Průměrný obsah mědi ze všech analyzovaných vzorků ($n = 230$) byl $0,14 \pm 0,12 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Tento obsah mědi je 2,5krát vyšší než hodnota zjištěná Bouchalovou (2012) i Hosnedlovou a kol. (2005), a o 26 % menší než hodnota zjištěná Proscuroou a kol. (2015).

Průměrný obsah jódu v kravském mléce ve sledovaných chovech byl následující: v Hořepníku $0,24 \pm 0,10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, v Haklových Dvorech $0,20 \pm 0,07 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ a v Chyšné $0,17 \pm 0,27 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (tab. č. 12). Ve srovnání s údaji Soriguera a kol. (2011), který v podmínkách španělských chovů uvádí obsah jódu na úrovni $0,26 \pm 0,06 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, byly koncentrace jódu v mléce námi sledovaných chovů o 8 % až 35 % nižší. Nižší byly i ve srovnání s údaji Davidové (2009), která hodnotila obsah jódu v mléce v letech 2007 ($0,30 \pm 0,06 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) a 2008 ($0,31 \pm 0,12 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$).

Průměrná hodnota obsahu jódu v mléce všech analyzovaných vzorků ($n = 194$) byla $0,18 \pm 0,06 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Trávníček a kol. (2006b) uvádí průměrný obsah jódu v mléce $0,38 \pm 0,31 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, Křížová a kol. (2016) uvádí $0,33 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, Kursy a kol. (2005) $0,31 \pm 0,35 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Ve srovnání s údaji Trávníčka a kol. (2006b), Křížové a kol. (2016) a Kursy a kol. (2005) je průměrný obsah jódu v našich chovech nižší o 72 až 111%.

Největší variační koeficient obsahu prvku v mléce byl zjištěn u mědi $V\% = 82,65$, nejmenší u zinku $V\% = 32,05$ (tab. č. 12). Variabilita může být ovlivněna metabolismem dojnice, využitím prvku v organismu, množstvím a formou dodávaného prvku do krmiva, úrovní vstřebávání prvku z krmiva do organismu a jeho následný přenos z krve do mléka.

Obsah zinku, mědi a jódu v mléce je ovlivněn mnoha vnějšími či vnitřními faktory. Mezi nejdůležitější vlivy patří krmivo (suplementace prvků v krmivu). Cílem

této práce bylo zhodnotit vliv denního nádoje a postupující laktace na obsah zinku, mědi a jódu.

Krmivo

Obsah zinku v kompletní krmné dávce v chovu Hořepník je $309,20 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab.č.8), Haklovy Dvory $136,30 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. č. 9) a Chyšná $176,40 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. č. 10). Hodnoty jsou deklarované chovateli. Podle nařízení EU (2003) je maximální doporučený fyziologický příjem zinku pro dojnice $200 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny krmné dávky. Tento požadavek byl překročen pouze v chovu Hořepník, a to o 55 %. V chovu Haklovy Dvory a Chyšná byl požadavek splněn. Podle EHS 70/524 by obsah zinku v kompletním krmivu neměl překročit $250 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny krmné dávky. Vyšší obsah byl opět pouze v chovu Hořepník (o 24%). Nižší požadavky na obsah zinku v krmné dávce ($105 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) uvádí například Pechová a kol. (2008). Ve srovnání s obsahem zinku v krmné dávce v roce 2008 je hodnota o 195% nižší než obsah zinku v krmné dávce v Hořepníku, o 68% v Haklových Dvorech a o 75% nižší než v chovu Chyšná.

Vzhledem k tomu, že nejvyšší a nejnižší obsah zinku v krmné dávce (Hořepník, Haklovy Dvory) neodpovídal nejvyššímu respektive nejnižšímu obsahu zinku v mléce (Haklovy Dvory, Chyšná), nelze na základě našich výsledků vyjádřit jednoznačnou závislost obsahu zinku v mléce na jeho obsahu v krmné dávce.

Obsah mědi v kompletní krmné dávce v chovu Hořepník (tab. č. 8) je $67,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, v chovu Haklovy Dvory (tab. č. 9) $31,6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ a v chovu Chyšná (tab. č. 10) $58,7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Hodnoty jsou opět deklarované chovateli. Podle nařízení EU (2003) je maximální doporučený fyziologický příjem mědi $35 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny krmné dávky. Tento limit byl překročen o 91 % v chovu Hořepník a o 68% v chovu Chyšná. V chovu Haklovy Dvory byl limit dodržen. NRC (2001) doporučuje obsah mědi v kompletním krmivu $12 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny krmné dávky. Tato hodnota byla překročena ve všech chovech, a to pětinašobně v chovu Hořepník, přibližně dvojnásobně v chovu Haklovy Dvory a čtyřnásobně v chovu Chyšná. Pechová a kol. (2008) uvádí obsah mědi v krmivu $17 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ kompletního krmiva. I tato hodnota byla překročena ve všech sledovaných chovech (Hořepník o 294%, Haklovy Dvory o 85%, Chyšná o 245%).

Ze vztahu obsahu mědi v krmivu (nejvyšší v Hořepníku, nejnižší v Haklových Dvorech) a obsahu mědi v mléce (nejvyšší v Hořepníku, nejnižší

v Chyšné) nemůžeme jednoznačně vyjádřit závislost obsahu mědi v mléce na jeho obsahu v krmné dávce.

Obsah jódu v krmné dávce v chovu Hořepník (tab. č. 8) je $1,43 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Haklovy Dvory (tab. č. 9) $0,65 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ a Chyšná (tab. č. 10) $2,26 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Hodnoty jsou deklarované chovateli. Battaglia a kol. (2009) uvádí průměrný obsah jódu v krmivu v Itálii $1,55 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Ve srovnání s údaji Battaglii a kol. (2009) byl obsah jódu v krmivu menší v Hořepníku o 8 %, Haklových Dvorech o 58% a v chovu Chyšná vyšší o 46%. Uchida a kol. (2001) uvádí průměrný obsah jódu v krmné dávce v USA $0,99 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Tato hodnota je o 45% menší než v Hořepníku, o 34 % menší než v chovu Haklovy Dvory a o 128% menší než v chovu Chyšná. NRC (2001) doporučuje obsah jódu v kompletním krmivu $0,44 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sušiny krmné dávky.

Obsah jódu v mléce závisí na přítomnosti strumigenních plodin. Hejtmánková a kol. (2006) ve své studii dokázala, že statisticky nižší obsah jódu v mléce byl u skupiny dojnic, kterým byly podávány řepkové pokrutiny oproti skupině, kterým podávány nebyly. Křížová a kol. (2016) uvádí, že při zkrmování řepkových pokrutin dochází k nižšímu vylučování jódu do mléka a k jeho zvýšenému vylučování močí. Rozenská a kol. (2013) ve své práci prokázala vysoký korelační vztah mezi obsahem selenu a jódu v mléce ($r_{xy} = 0,91$). Trávníček a kol. (2011) zjistili závislost obsahu jódu v kompletní krmné dávce a jeho množství v bazénových vzorcích mléka, vyjádřenou korelačním koeficientem $r = 0,6 - 0,7$.

Vzhledem k tomu, že nejvyšší obsah jódu v krmivu byl v chovu Chyšná a nejmenší v chovu Haklovy Dvory, nejvyšší obsah jódu v mléce byl zjištěn v chovu Hořepník a nejnižší v chovu Chyšná, nelze tvrdit, že vyšší obsah jódu byl v mléce s větší suplementací jódu v krmivu. Je však nutno zdůraznit, že většina údajů o obsahu jódu v mléce vychází z analýzy průměrných (bazénových) vzorků mléka. Naše výsledky vychází z individuálních vzorků vybraných skupin dojnic. Vzhledem k tomu, že mezi obsahem jódu v mléce a nádojem, případně úrovní laktace jsou spíše záporné korelační koeficienty, je obsah jódu v našem pokusu významně ovlivněn i denním nádojem.

Vliv denního nádoje

Vliv denního nádoje na obsah zinku, mědi a jódu je vyjádřen korelačními koeficienty v tabulce č. 14. Nejvyšší korelační koeficient mezi denním nádojem a obsahem prvku v mléce v případě zinku (Hořepník: $r_{xy} = 0,162$) a mědi (Hořepník: $r_{xy} = 0,124$) nepřesáhly hodnotu $r_{xy} = 0,2$ a neprokázala se významná závislost obsahu zinku a mědi v mléce na denním nádoji. Korelační koeficient pro obsah jódu v mléce $r_{xy} = -0,285$ (Hořepník) byl ze všech hodnot korelačních koeficientů nejvyšší, přesto vykazoval velmi nízkou závislost obsahu prvku na denním nádoji.

Pechová a kol. (2008) ve své studii zjistila nepřímý vliv denního nádoje na obsah mědi v mléce, vyjádřené záporným korelačním koeficientem $r = -0,302$. Korelační koeficient obsahu zinku $r = -0,221$ potvrdil velmi nízkou závislost. Formigoni a kol. (2011), Sola-Larrañaga a Navarra-Blasca (2009), Enjalbert a kol. (2009), Noaman a kol. (2012) neprokázali vliv denního nádoje na koncentraci mědi či zinku v mléce. Moschini a kol. (2009) a Battaglia a kol. (2009) neprokázali vliv denního nádoje na množství jódu v mléce. Falkenberg a kol. (2002) ve své práci udávají negativní korelaci mezi obsahem jódu v mléce a denní produkcí mléka.

Vliv laktace

V diplomové práci byla prokázána klesající tendence obsahu zinku v mléce s postupující laktací v chovu Hořepník a Haklovy Dvory, vzrůstající tendence byla prokázána v chovu Chyšná. Obsah mědi v mléce s postupující laktací byl klesající v Hořepníku a v Chyšné, rostoucí v Haklových Dvorech. Obsah jódu v mléce s postupující laktací rostla ve všech sledovaných chovech (graf č.2, č.7, č.9).

Górska a Oprządek (2010) ve své studii neprokázali výrazné rozdíly vlivu věku či fáze laktace na obsah zinku či mědi v mléce. Koncentrace zinku vzrostla od 100. do 305. dne laktace z $3,2 \pm 0,7$ na $4,0 \pm 0,7$ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ a koncentrace mědi z $0,04 \pm 0,02$ na $0,04 \pm 0,03$ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Flachowsky a kol. (2014) uvádí, že kolostrum má vyšší obsah jódu než pozdější mléko. Moschini a kol. (2009) ve své studii neprokázali vliv fáze laktace na obsah jódu v mléce dojnic. Pechová a kol. (2008) zjistila negativní závislost mezi obsahem mědi v mléce a postupující fází laktace ($r = -0,258$) a naopak kladnou závislost mezi fází laktace a zinkem v mléce ($r = 0,153$). Kinal a kol. (2007) ve své práci zjistili, že od začátku laktace do konce třetího měsíce laktace vzrostla hodnota zinku z $3,76$ na $4,45$ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ a hodnota mědi z $1,49$ na $1,63$ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Vliv ročního období

Nejnižší průměrný obsah zinku ($2,89 \pm 0,59 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a mědi ($0,12 \pm 0,04 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) byl zjištěn v zimě a nejnižší průměrný obsah jódu ($0,16 \pm 0,06 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) v létě. Nejnižší obsah jódu v mléce v letním období potvrzuje i studie Soriguera a kol. (2011) (zima: $270 \pm 55 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, léto: $247 \pm 58 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Hodnoty jsou uvedeny v grafu č.13 a v tabulce č.15. Crnkic a kol. (2015) uvádí, že obsah jódu v mléce byl vyšší v zimním období ($84,0 \pm 0,09 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) než v jarním ($45,3 \pm 0,04 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a letním ($51,3 \pm 0,05 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Nantapo a Muchenje (2013) prokázali nižší obsah zinku a mědi v mléce na jaře (Zn: $4,25 \pm 0,1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, Cu: $0,17 \pm 0,008 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) než v zimě ($4,56 \pm 0,10 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, Cu: $0,20 \pm 0,008 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

Zjištěná tendence poklesu zinku, mědi a jódu postupem roku může být ovlivňována celoročním podáváním stejného složení krmné dávky, trvalým ustájením bez přístupu na pastvu a možností přijmutí čerstvé píce. Dalším faktorem ovlivňující opačnou dynamiku obsahu zinku, mědi a jódu než uvádějí ostatní autoři, může být metabolismus dojnic, rozdílné ukládání a využívání prvku v organismu.

V práci byl zjištěn i meziroční rozdíl v obsahu prvků v roce 2014 (Hořepník) a 2016 (Chyšná). Obsah zinku v chovu Chyšná vykazoval o 13% vyšší obsah zinku, ale o 72 % nižší obsah mědi a o 29 % nižší jódu (graf č.1, graf č.8). Naopak Köhler a kol. (2012) neprokázal výrazné změny obsahu jódu v mléce ve sledovaném období 2007-2011.

Vliv regionu

Chovy Hořepník a Chyšná se vyskytují na Vysočině, chov Haklovy Dvory na jihu Čech. Průměrné hodnoty jsou uvedeny v grafu č. 14 a v tabulce č. 16. V mléce dojnic z chovu reprezentující Jihočeský kraj byl zjištěn vyšší obsah zinku (o 15%), mědi (o 36%) a jódu (o 15%) než byl obsah těchto prvků v mléce v chovech z Vysočiny. Rozdíly jsou i mezi chovy ve stejném regionu (tab. č. 12). V chovu Hořepník byl zjištěn nejvyšší průměrný obsah mědi a jódu, naopak nejnižší průměrný obsah mědi a jódu byl zjištěn v chovu Chyšná.

Herzig a kol. (2003) uvádí, že v jižních a jihozápadních Čechách, jihozápadní a severní Moravě a v Jeseníkách jsou oblasti s nejnižšími hodnotami jódu v půdě, vodě a v plodinách. Trávníček a kol. (2013) zjistili průměrný obsah jódu v půdách

lučních porostů z lokality CHKO Šumava v roce 2011 $5,11 \pm 0,65 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ suché zeminy (o 0,81 mg více než v roce 2010). Vyšší průměrný obsah jódu byl zjištěn v CHKO Jeseníky $0,97 \pm 0,1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ suché zeminy. Soriguer a kol. (2011) ve své studii porovnává 2 lokality ve Španělsku, které se od sebe liší o $55 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ jódu. Köhler a kol. (2012) porovnával obsah jódu v mléce v západním a východním Německu. Západní Německo vykazovalo vyšší obsah jódu v mléce ($0,12 \pm 0,04 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) než východní ($0,10 \pm 0,04 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Crnkic a kol. (2015) ve své studii zjistil, že celoročně vyšší obsah jódu se vyskytoval v mléce ze severozápadní části Bosny a Hercegoviny ($0,14 \pm 0,03 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Dobrański a kol. (2005) prokázali rozdílnou koncentraci zinku, mědi a jódu v horním a dolním Slezsku. V horním Slezsku byla koncentrace zinku v mléce o 3 % menší než v dolním Slezsku, koncentrace mědi o 29 % menší a koncentrace jódu o 12% vyšší než v dolním Slezsku.

Vliv systému hospodaření

Sledované chovy podléhají konvenčnímu systému hospodaření. Průměrná hodnota obsahu zinku ve sledovaných chovech byla $3,59 \pm 1,15 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, mědi $0,14 \pm 0,12 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a jódu $0,18 \pm 0,06 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 12. Hermansen a kol. (2005) uvádí ve studii provedené v Dánsku vyšší průměrný obsah zinku v konvenčním mléce ($5,15 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) než v mléce dojnic z ekologického chovu ($4,40 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Pilarczyk a kol. (2013) uvádí průměrný obsah zinku v biomléce $3,03 \pm 2,97 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Malbe a kol. (2010) zjistili ve studii provedené v Estonsku nižší průměrný obsah zinku v konvenčním mléce ($3,57 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) oproti obsahu zinku v biomléce ($3,85 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Průměrný obsah zinku v mléce sledovaných chovů byl vyšší o 16 % než v biomléce ve studii Pilarczykové a kol. (2013), ale o 43% a 23% nižší než hodnoty zjištěné Hermansenem a kol (2005). Průměrná hodnota obsahu zinku byla podobná obsahu zinku v konvenčním mléce ve studii Malbe a kol. (2010).

Malbe a kol. (2010) zjistili vyšší obsah mědi v konvenčním mléce ($0,191 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) než v biomléce ($0,185 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Pilarczyk a kol. (2013) uvádí průměrný obsah mědi v biomléce $0,04 \pm 0,03 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Průměrný obsah mědi v mléce sledovaných chovů byl o 35% a o 32% nižší než hodnoty obsahu mědi zjištěné Malbem a kol. (2010) a o 72 % vyšší než průměrný obsah mědi v biomléce uvedené Pilarczykovou a kol. (2013).

Dahl a kol. (2003) ve své studii v Norsku uvádí vyšší obsah jódu v mléce dojnic z konvenčního chovu ($0,16 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) byl v mléce dojnic z ekologického chovu ($0,11 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Kavřík a kol. (2013) uvádí průměrný obsah jódu v konvenčním mléce $0,30 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a v biomléce $0,25 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Průměrná hodnota obsahu jódu v mléce sledovaných chovů byla podobná hodnotě obsahu jódu v konvenčním mléce ve studii Dahl a kol. (2003). V porovnání s hodnotou zjištěnou Kavříkem a kol. (2013) byl průměrný obsah jódu v analyzovaných vzorcích o 67% menší než hodnota z konvenčního chovu a o 39 % menší než v biomléce.

7. Význam zinku, mědi a jódu v mléce pro člověka

7.1 Zinek

Doporučené denní dávky se liší dle autorů. Institute of Medicine (2001) uvádí doporučený denní příjem zinku pro děti do 1 roku 3 mg, do 8 let 5 mg, chlapci a dívky do 13. let 8 mg, chlapci a muži od 14 let 11 mg, dívky do 18 let 9 mg a od 18 let 8 mg.

Český statistický úřad uvádí průměrnou spotřebu kravského konzumního mléka 58,6 l na osobu za rok (rok 2015), v přepočtu $0,16 \text{ l}$ mléka za den. Denně přijme obyvatel České republiky $0,57 \text{ mg}$ zinku z mléka. Průměrný obsah zinku v mléce sledovaných chovů byl $3,59 \pm 1,15 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Denní spotřebou $0,16 \text{ l}$ mléka bylo doplněno 5,2% doporučené denní dávky pro muže a 7,2 % pro ženu.

7.2 Měď

Doporučený denní příjem mědi pro děti do 1 roku je $0,22 \text{ mg}$, do 8 let $0,44 \text{ mg}$, chlapci a dívky do 13 let $0,7 \text{ mg}$, od 14 do 18 let $0,89 \text{ mg}$ a starší ženy i muži 18 let $0,9 \text{ mg}$ (Institute of Medicine, 2001).

Průměrný obsah mědi v mléce ve sledovaných chovech byl $0,14 \pm 0,12 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Při stejné denní spotřebě mléka $0,16 \text{ l/osoba/den}$, přijme na obyvatele ČR denně $0,0224 \text{ mg}$ mědi prostřednictvím mléka. Tato dávka odpovídá plnění 2,5 % doporučené denní dávky mědi pro dospělého člověka.

7.3 Jód

Institute of Medicine (2001) uvádí doporučený denní příjem jódu pro děti do 1 roku 0,13 mg, do 8 let 0,09 mg, chlapci do 13 let 0,12 mg, muži od 14 let 0,15 mg, dívky od 9 do 13 let 0,04 mg, a od 14 let 0,055 mg.

Průměrný obsah jódu všech vzorků byl $0,18 \pm 0,06 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Při zjištěné denní spotřebě konzumního mléka 0,16 l osoba/den přijme obyvatel ČR denně 0,0288 mg jódu prostřednictvím kravského mléka ze sledovaných chovů. Tato hodnota odpovídá plnění 19,2 % doporučené denní dávky pro muže a 52,4 % doporučené denní dávky jódu pro ženy.

Křížová a kol. (2014) zjistila spotřebu mléka u studentů JU v ČB. Průměrná denní spotřeba mléka byla u mužů 118,1 ml a 89,2 g mléčných výrobků, u žen 132,6 ml mléka a 100,6 g mléčných výrobků. Při této průměrné spotřebě mléka a mléčných výrobků přijali muži průměrně 73,2 μg a ženy 87,1 μg jódu. V této studii muži přijali o téměř 51,8 μg (41,5 %) jódu méně, než je doporučená denní dávka 125 μg (Límanová, 2005). U žen byl celkový příjem jódu 87,1 μg za den, což je o 37,9 μg (30,3 %) méně než je doporučovaný denní příjem. Pokud srovnáme s denní dávkou 150 μg jódu na den, je rozdíl mezi doporučenou denní dávkou a skutečně přijatým množstvím jódu ještě vyšší. Zjištěná spotřeba mléka a mléčných výrobků pokrývá denní potřebu jódu u mužů téměř z 59 % a u žen z 69,6 %.

8. Závěr:

- Největší obsah zinku v mléce $3,89 \pm 0,78 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ byl zjištěn v chovu Haklovy Dvory. Nejvyšší obsah mědi v mléce $0,29 \pm 0,18 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a nejvyšší obsah jódu $0,24 \pm 0,10 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ byl zjištěn v chovu Hořepník.
- Nejnižší obsah zinku $3,11 \pm 0,63 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ byl zjištěn v chovu Hořepník. Nejnižší obsah mědi $0,08 \pm 0,02 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a nejnižší obsah jódu $0,17 \pm 0,05 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ byl zjištěn v chovu Chyšná.
- Největší variabilitu vykazovala ve sledovaných chovech měď ($V\% = 82,65$), nejnižší zinek ($V\% = 32,05$). Variabilita jódu byla $V\% = 34,31$.
- Vliv obsahu sledovaných prvků v krmné dávce na jejich obsah v mléce byl ve sledovaných chovech nízký, nejvyšší závislost vykazoval jód, nejnižší měď.
- Vliv denního nádoje na obsah zinku a mědi v mléce byl velmi nízký. Nejvyšší vliv denního nádoje byl na obsah jódu. Nejvyšší korelační koeficient pro obsah zinku $r_{xy} = 0,162$, mědi $r_{xy} = 0,124$ a jódu $r_{xy} = -0,285$ byl zjištěn v chovu Hořepník.
- Vliv doby trvání laktace na obsah sledovaných prvků byl zjištěn v chovu Hořepník (Zn: $r_{xy} = -0,430$, Cu: $r_{xy} = -0,425$, I: $r_{xy} = 0,326$). V chovu Haklovy Dvory (Zn: $r_{xy} = 0,076$, Cu: $r_{xy} = 0,186$, I: $r_{xy} = 0,091$) a Chyšná (Zn: $r_{xy} = 0,169$, Cu: $r_{xy} = -0,207$, I: $r_{xy} = 0,312$) byl zjištěn nízký vliv postupující laktace na obsah sledovaných prvků.
- Byla zjištěna klesající tendence obsahu zinku ($y_{Zn} = -0,1239x + 3,6867$), mědi ($y_{Cu} = -0,0086x + 0,1892$) a jódu ($y_I = -0,0118x + 0,2246$) během postupujícího roku.
- Byl prokázán nízký vliv regionu na obsah zinku a jódu v mléce, vyšší vliv na obsah mědi. Obsah zinku, mědi a jódu v mléce v chovu z Jihočeského kraje byl vyšší než v chovech vyskytující se v kraji Vysočina (Zn o 12 %, Cu o 36%, I: o 15%).

- Při průměrné denní spotřebě 0,16 l mléka osoba/den je prostřednictvím kravského konzumního mléka ze sledovaných chovů plněno 5,2% doporučené denní dávky pro dospělého muže a 7,2 % doporučené denní dávky zinku pro ženu. Při stejné denní spotřebě mléka je plněno 2,5 % doporučené denní dávky mědi. Mléko nebylo stanoveno jako hlavní zdroj zinku a mědi pro člověka. Při denní spotřebě mléka 0,16 l/osoba/den je kravským mlékem plněno 19,2 % doporučené denní dávky jódu pro muže a 52,4 % doporučené denní dávky jódu pro ženy. Mléko je významným zdrojem jódu pro člověka.

9. Seznam literatury

1. **ACKLAND, M. Leigh a Agnes A. MICHALCZYK (2016):** Zinc and infant nutrition. Archives of Biochemistry and Biophysics, 611, 51-57. DOI: 10.1016/j.abb.2016.06.011. ISSN 00039861. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003986116301977>
2. **BACH, Alex, Ana PINTO a Marta BLANCH (2015):** Association between chelated trace mineral supplementation and milk yield, reproductive performance, and lameness in dairy cattle. Livestock Science, 182, 69-75. DOI: 10.1016/j.livsci.2015.10.023. ISSN 18711413.
3. **BAKER, A.R, D THOMPSON, M.L.A.M CAMPOS, S.J PARRY a T.D JICKELLS (2000):** Iodine concentration and availability in atmospheric aerosol. Atmospheric Environment. 34(25), 4331–4336. DOI: 10.1016/S1352-2310(00)00208-9. ISBN 10.1016/S1352-2310(00)00208-9.
4. **BAKIRCIOGLU, Dilek, Nukte TOPRAKSEVER, Selcuk YURTSEVER, Meltem KIZILDERE a Yasemin Bakircioglu KURTULUS (2016):** Investigation of macro, micro and toxic element concentrations of milk and fermented milks products by using an inductively coupled plasma optical emission spectrometer, to improve food safety in Turkey. Microchemical Journal, 6(2), DOI: 10.1016/j.microc.2016.10.014. ISBN 10.1016/j.microc.2016.10.014.
5. **BATTAGLIA, Marco, Maurizio MOSCHINI, Gianluca GIUBERTI, Antonio GALLO, Gianfranco PIVA a Francesco MASOERO (2009):** Iodine carry over in dairy cows: effects of levels of diet fortification and milk yield. Italian Journal of Animal Science. 8(2), 262-264. DOI: 10.4081/ijas.2009.s2.262. ISBN 10.4081/ijas,s2.262. Dostupné také z: <http://ijas.pagepress.org/index.php/ijas/article/view/414>
6. **BENCKO, Vladimír, Jaroslav LENER a Miroslav CIKRT (1995):** Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. 2. přepracované a doplněné vyd., Praha: Grada Publishing, ISBN 80-716-9150-X.
7. **BILANDZIC, Nina, Marija SEDAK, Maja DJOKIC, Djurdjica BOZIC, Bozica SOLOMUN-KOLANOVIC a Ivana VARENINA (2015b):** Differences in macro- and microelement contents in milk and yoghurt. Archives of Biological Sciences. 67(4), 1391-1397. DOI: 10.2298/ABS140312117B. ISSN 0354-4664. Dostupné také z: <http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=0354-46641500117B>
8. **BILANDŽIĆ, Nina, Maja ĐOKIĆ, Marija SEDAK, Božica SOLOMUN, Ivana VARENINA, Zorka KNEŽEVIĆ a Miroslav BENIĆ (2011):** Trace

element levels in raw milk from northern and southern regions of Croatia. Food Chemistry. 127(1), 63-66. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.12.084. ISSN 03088146. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814610017061>

9. **BILANDŽIĆ, Nina, Marija SEDAK, Maja ĐOKIĆ, Đurđica BOŽIĆ a Antonija VRBIĆ (2015a):** Content of macro- and microelements and evaluation of the intake of different dairy products consumed in Croatia. Journal of Food Composition and Analysis. 40(4), 143-147. DOI: 10.1016/j.jfca.2015.01.003. ISSN 08891575. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0889157515000368>
10. **BILGÜCÜ, Ertuğrul, Binnur KAPTAN, İbrahim PALABIYIK a Ömer ÖKSÜZ (2016):** The Effect of Environmental Factors on Heavy Metal and Mineral Compositions of Raw Milk and Water Samples. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty. 13(4), 61-70.
11. **BOUCHALOVÁ, Jana (2012):** Mléko jako zdroj stopových prvků. České Budějovice.
12. **CASHMAN, K.D (2003):** Minerals in dairy products, macroelements, nutritional significance. In Roginski, H., Fuquay, J.W., Fox, P.F. Encyclopedia of Dairy Sciences. New York: Academic Press.
13. **CORTINHAS, C.S., B.G. BOTARO, M.C.A. SUCUPIRA, F.P. RENNO a M.V. SANTOS (2010):** Antioxidant enzymes and somatic cell count in dairy cows fed with organic source of zinc, copper and selenium. Livestock Science. 127(1), 84-87. DOI: 10.1016/j.livsci.2009.09.001. ISSN 18711413. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1871141309002984>
14. **CORTINHAS, Cristina Simões, José Esler de FREITAS JÚNIOR, Julianne de Rezende NAVES, Marco Aurélio de Felicio PORCIONATO, Luís Felipe Prada e SILVA, Francisco Palma RENNÓ a Marcos Veiga dos SANTOS (2012):** Organic and inorganic sources of zinc, copper and selenium in diets for dairy cows: intake, blood metabolic profile, milk yield and composition. Revista Brasileira de Zootecnia. 41(6), 1477-1483. DOI: 10.1590/S1516-35982012000600023. ISSN 1806-9290.
15. **CRNKIĆ, Ćazim (2015):** Seasonal and regional variations of the iodine content in milk from Federation of Bosnia and Herzegovina. Mljekarstvo. 65(1), 32-38. DOI: 10.15567/mljekarstvo.2015.0105. ISBN 10.15567/mljekarstvo.2015.0105. Dostupné také z: <http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak>

16. **ČESKOMORAVSKÁ SPOLEČNOST CHOVATELŮ, A.S. (2016):** Výsledky kontroly užítkovosti v České republice: Kontrolní rok 2015 – 2016. Hradištko: Vydává Českomoravská společnost chovatelů.
17. **ČESKOMORAVSKÁ SPOLEČNOST CHOVATELŮ, A.S. (2015):** Zpravodaj kontroly mléčné užítkovosti č.1 pro rok 2014-2015. Hradištko: Vydává Českomoravská společnost chovatelů.
18. **ČURDA, L. a J. RUDOLFOVÁ (2000):** Changes of iodine content in milk of cows treated with Betadine. *Czech J. Food Sci.* 18, 5–8.
19. **DAHL, Lisbeth, Jill A. OPSAHL, Helle M. MELTZER a Kåre JULSHAMN (2003):** Iodine concentration in Norwegian milk and dairy products. *British Journal of Nutrition.* 90(03), 679-685. DOI: 10.1079/BJN2003921. ISSN 0007-1145. Dostupné také z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0007114503001740
20. **DAVIDOVÁ, Lucie (2009):** Obsah jódu v mléce a mléčných výrobcích. České Budějovice. Diplomová práce.
21. **DE ESCOBAR, Gabriella M. a Eduardo GARCIA-FUENTES (2011):** Iodine concentration in cow's milk and its relation with urinary iodine concentrations in the population, *Clinical Nutrition.* 30(s), 44-48. DOI: 10.1016/j.clnu.2010.07.001. ISBN 10.1016/j.clnu.2010.07.001.
22. **DEL VALLE, Tiago Antonio, Elmeson Ferreira de JESUS, Pablo Gomes de PAIVA, Vitor Pereira BETTERO, Filipe ZANFERARI, Tiago Sabella ACEDO, Luis Fernando Monteiro TAMASSIA a Francisco Palma RENNÓ (2015):** Effect of organic sources of minerals on fat-corrected milk yield of dairy cows in confinement. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 44(3), 103-108. DOI: 10.1590/S1806-92902015000300004. ISSN 1806-9290.
23. **DOBENZAŃSKI, Z., R. KOLACZ, H. GÓRECKA, K. CHOJNACKA a A. BARTKOWIAK (2005):** The Content of Microelements and Trace Elements in Raw Milk from Cows in the Silesian Region. *Polish Journal of Environmental Studies.* 14(5), 685-689.
24. **DOLEŽAL, Oldřich. A KOLEKTIV (2000):** Mléko, dojení, dojírny. Praha: AGROSPOJ.
25. **DOLEŽAL, Petr, Jan DVOŘÁČEK, Jan DOLEŽAL, Jana ČERMÁKOVÁ, Ladislav ZEMAN a Katarzyna SZWEDZIAK (2011):** Effect of feeding yeast culture on ruminal fermentation and blood indicators of Holstein dairy cows. *Acta Veterinaria Brno.* 80(2), 139-145. DOI: 10.2754/avb201180020139. ISSN 0001-7213. Dostupné také z: <http://actavet.vfu.cz/80/2/0139/>

26. **DRBOHLAV, J. a M. VODIČKOVÁ (2001):** Tabulky látkového složení mléka a mléčných výrobků. Praha: ÚZPI. ISBN 80-7271-005-2.
27. **DREVJANY, Lumír, Vlastimil KOZEL a Stanislav PADRŮNĚK (2004):** Holštýnský svět. Sedmihorky: Zea, 344 s.
28. **DURESSA, Tamene Fite, Ahmed Yasin MOHAMMED, Girma Regassa FEYISSA, Lemma Teshome TUFA a Khalid SIRAJ (2014):** Comparative Analysis of Iodine Concentration in Water, Soil, Cereals and Table Salt of Horaboka, Mio and Besaso Towns of Bale Robe, South East Ethiopia. *Journal of Environment Pollution and Human Health*. 2(1), 27-33. DOI: 10.12691/jephh-2-1-6.
29. **EFSA (2005):** Opinion of the scientific panel on additives and products or substances used in animal feed on the request from the Commission on the use of iodine in feedingstuffs. *The EFSA Journal*. 168, 1-42.
30. **EFSA (2013):** Scientific Opinion on the safety and efficacy of iodine compounds (E2) as feed additives for all species: calcium iodate anhydrous and potassium iodide, based on a dossier submitted by HELM AG. *EFSA Journal*. 11(2), DOI: 10.2903/j.efsa.2013.3101. ISSN 18314732. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.2903/j.efsa.2013.3101>
31. **ENJALBERT, F., P. LEBRETON a O. SALAT (2006):** Effects of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds: retrospective study. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 90(11-12), 459-466. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2006.00627.x. ISSN 0931-2439. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1439-0396.2006.00627.x>
32. **ERDOGAN, Suat, Sefa CELIK a Zeynep ERDOGAN (2004):** Seasonal and locational effects on serum, milk, liver and kidney chromium, manganese, copper, zinc, and iron concentrations of dairy cows. *Humana Press Inc*. 98(1), 51-61. DOI: 0163-4984/04/9801-0051.
33. **EU COMMISSION REGULATION (EC) (2003):** No 1334/2003 of 25 July 2003 amending the conditions for authorisation of a number of additives in feedingstuffs belonging to the group of trace elements.
34. **EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA) (2013):** Scientific Opinion on the safety and efficacy of Iodine compounds (E2) as feed additives for all species: calcium iodate anhydrous (coated granulated preparation), based on a dossier submitted by Doxal Italia S.p.A.1. *EFSA Journal*. 11(3), 3178.
35. **FALKENBERG, U., B.-A. TENHAGEN, D. FORDERUNG a W. HEUWISSER (2002):** Effect of predipping with a iodophor teat disinfectant

on iodine content of milk. *Milchwissenschaft-Milk Sci. Int.* 57(11-12), 599-601.

36. **FENG LI, Yang, Li XIAO SHAN a He BAO XIANG (2011):** Effects of vitamins and trace-elements supplementation on milk production in dairy cows: A review. *African Journal of Biotechnology.* 10(14), 2574-2578. DOI: 10.5897/AJB10.2025. ISBN 10.5897/AJB10.2025.
37. **FLACHOWSKY, Gerhard, Katrin FRANKE, Ulrich MEYER, Matthias LEITERER a Friedrich SCHÖNE (2014):** Influencing factors on iodine content of cow milk. *Eur.J.Nutr.* 53(x), 351-365. DOI: 10.1007/s00394-013-0597-4. ISBN 10.1007/s00394-013-0597-4. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s00394-013-0597-4>
38. **FORMIGONI, Andrea, Mattia FUSTINI, Laura ARCHETTI, Stephen EMANUELE, Charles SNIFFEN a Giacomo BIAGIA (2011):** Effects of an organic source of copper, manganese and zinc on dairy cattle productive performance, health status and fertility. *Animal Feed Science and Technology.* 164(x), 191-198.
39. **FRANKE, K., U. MEYER, H. WAGNER a G. FLACHOWSKY (2009):** Influence of various iodine supplementation levels and two different iodine species on the iodine content of the milk of cows fed rapeseed meal or distillers dried grains with solubles as the protein source. *Livestock Science.* 125(x), 223-231. DOI: 10.3168/jds.2009-2027. ISBN 10.3168/jds.2009-2027.
40. **FRELICH, Jan (2001):** Chov skotu. České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN 80-704-0512-0.
41. **GAJDŮŠEK, Stanislav (2003):** Laktologie. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-715-7657-3.
42. **GÓRSKA, Alina a Krystyna OPRZĄDEK (2011):** Concentration of trace elements in raw milk depending on the lactation period and age of cows. *Acta Veterinaria Brno.* 80(2), 203-206. DOI: 10.2754/avb201180020203. ISSN 0001-7213. Dostupné také z: <http://actavet.vfu.cz/80/2/0203/>
43. **GREENWOOD, N. N. a Alan EARNSHAW (1993):** Chemie prvků. Praha: Informatorium. ISBN 80-854-2738-9.
44. **HACKBART, K. S., R. M. FERREIRA, A. A. DIETSCH, M. T. SOCHA, R. D. SHAVER, M. C. WILTBANK a P. M. FRICKE (2010):** Effect of dietary organic zinc, manganese, copper, and cobalt supplementation on milk production, follicular growth, embryo quality, and tissue mineral concentrations in dairy cows. *Journal of animal science.* 88, 3856-3870. DOI: 10.2527/jas.2010-3055. ISBN 10.2527/jas.2010-3055.

45. **HANSEN, S. L., N. TRAKOOLJUL, H.-C. S. LIU, J. A. HICKS, M. S. ASHWELL a J. W. SPEARS (2010):** Proteins involved in iron metabolism in beef cattle are affected by copper deficiency in combination with high dietary manganese, but not by copper deficiency alone. *Journal of animal science*. 88, 275-283. DOI: 10.2527/jas.2009-1846. ISBN 10.2527/jas.2009-1846.
46. **HANUŠ, O., M. VYLETĚLOVÁ, V. GENČUROVÁ, I. HULOVÁ a H. LANDOVÁ (2008):** Differences of some indicators of raw milk properties and especially mineral composition between small ruminants as compared to cows in the Czech republic. *C. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.* 16(5), 51 - 56.
47. **HAUG, A., O. TAUGBØL, E. PRESTLØKKEN, E. GOVASMAR, B. SALBU, I. SCHEI, O. M. HARSTAD a C. WENDEL (2012):** Iodine concentration in Norwegian milk has declined in the last decade. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 62(3), 127-134. DOI: 10.1080/09064702.2012.754932. ISBN 10.1080/09064702.2012.754932. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09064702.2012.754932>
48. **HEJTMÁNKOVÁ, A., L. KUKLÍK, E. TRNKOVÁ a H. DRAGOUNOVÁ (2006):** Iodine concentrations in cow's milk in Central and Northern Bohemia. *Czech J. Anim. Sci.* 51(5), 189-195.
49. **HERMANSEN, John E, Jens H BADSBERG, Troels KRISTENSEN a Vagn GUNDERSEN (2005):** Major and trace elements in organically or conventionally produced milk. *Journal of Dairy Research*. 72(3), 362-368. DOI: 10.1017/S0022029905000968. ISBN 10.1017/S0022029905000968.
50. **HOSNEDLOVÁ, B., J. TRÁVNÍČEK a V. CHRASTNÝ (2005):** Zinc and copper concentration in milk of dairy cows in the South Bohemia Region. In: KRYNSKI, A. a R. WRZESIEN. *Animals and environment*. Poland: Proceedings of the XIIth ISAH Congress on Animal Hygiene, Warsaw, s. 256-259. ISBN 8389968312.
51. **ILLEK, J., O. BEČVÁŘ, E. LOKAJOVÁ a M. MATĚJÍČEK (2000):** Stopové prvky ve výživě skotu - zinek. *Krmivářství*. 6(30).
52. **INSTITUTE OF MEDICINE (US) PANEL ON MICRONUTRIENTS (2001):** Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington (DC): National Academies Press (US), ISBN 0-309-07279-4.

53. **IPCS INCHEM (2001):** Environmental Health Criteria Monographs (EHCs): Zinc [online]. Geneva, [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://www.inchem.org/pages/ehc.html>
54. **IPCS INCHEM (1998):** Environmental Health Criteria (EHC) Monographs: Copper [online]. Geneva, [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://www.inchem.org/pages/ehc.html>
55. **JANŠTOVÁ, Bohumíra a Pavlína NAVRÁTILOVÁ (2014):** Produkce mléka a technologie mléčných výrobků. Brno: VFU Brno, ISBN 978-80-7305-712-1.
56. **JELÍNEK, P. a K. KOUDELA (2003):** Fyziologie hospodářských zvířat. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-715-7644-1.
57. **KUČERA, J. (2008):** Význam mléka a mléčných výrobků ve výživě. [online]. Brno, [cit. 2016-11-07]. Bakalářská práce. Masarykova univerzita.
58. **KALVACHOVÁ, Božena (2013):** Rizika z nedostatečného přívodu jódu. In: RYŠAVÁ, Lydie a Monika ŽOLTÁ. Zásobení jódem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice. Karviná: Státní zdravotní ústav Praha.
59. **KALVACHOVÁ, Božena (2010):** Jód a štítná žláza v těhotenství a při kojení. In: RYŠAVÁ, Lydie, Monika ŽOLTÁ a Věra VRÁBLÍKOVÁ. Zásobení jódem a prevence tyreopatií se zaměřením na období těhotenství a kojení. Frýdek-Místek: Státní zdravotní ústav Praha, s. 13.
60. **KARATZIA, M.A., P.D. KATSOULOS, H. KARATZIAS a A. ZEYNER (2016):** Blood selenium, copper, and zinc in dairy heifers during the transition period and effects of clinoptilolite administration. Czech Journal of Animal Science. 61(No. 3), 133-139. DOI: 10.17221/8786-CJAS. ISSN 12121819.
61. **KARKOODI, Keyvan, Mohammad CHAMANI, Mohammad BEHESHTI, S. Sadegh MIRGHAFARI a Arash AZARFAR (2012):** Effect of Organic Zinc, Manganese, Copper, and Selenium Chelates on Colostrum Production and Reproductive and Lameness Indices in Adequately Supplemented Holstein Cows. Biological Trace Element Research. 146(1), 42-46. DOI: 10.1007/s12011-011-9216-5. ISSN 0163-4984.
62. **KAVAZIS, A.N., J. KIVIPELTO a E.A. OTT (2002):** Supplementation of broodmares with copper, zinc, iron, manganese, cobalt, iodine, and selenium. Journal of Equine Veterinary Science. 22(10), 460-464. DOI: 10.1016/S0737-0806(02)70165-2. ISSN 07370806. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0737080602701652>

63. **KAVŘÍK, Radek, Hana PASKEROVÁ, Irena ŘEHŮRKOVÁ a Jiří RUPRICH (2013):** Vývoj obsahu jódu v různých typech mléka z tržní sítě v průběhu roku. In: RYŠAVÁ, Lydie a Monika ŽALTÁ. Zásobení jódem a prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice. Karviná: Státní zdravotní ústav Praha, s. 49-52.
64. **KINAL, S., A. KORNIWICZ, M. ŚLUPCZYŃSKA, R. BODARSKI, D. KORNIWICZ a B. ČERMÁK (2007):** Effect of the application of bioplexes of zinc, copper and manganese on milk quality and composition of milk and colostrum and some indices of the blood metabolic profile of cows. Czech.J.ANim.Sci. 52(12), 423-429.
65. **KINAL, S., J. TWARDOŃ, M. BEDNARSKI, J. PREŚ, R. BODARSKI, M. ŚLUPCZYŃSKA, M. OCHOTA a G. DEJNEKA (2011):** The influence of administration of biotin and zinc chelate (Zn-methionine) to cows in the first and second trimester of lactation on their health and productivity. Polish Journal of Veterinary Sciences. 14(1), 103-110. DOI: 10.2478/v10181-011-0015-x. ISBN 10.2478/v10181-011-0015-x.
66. **KODL, Miloslav a A KOL (2014):** Zpráva o zdraví obyvatel České republiky. Praha: Ministerstvo zdravotnictví České republiky, s. 96-99. ISBN 978-80-85047-49-3.
67. **KODRIK, L., L. WAGNER, K. IMRE, K.F. POLYAK, F. BESENYEI a F. HUSVETH (2011):** The Effect of Highway Traffic on Heavy Metal Content of Cow Milk and Cheese Abstract. Hungarian journal of industrial chemistry. 39(1), 15-19.
68. **KÖHLER, Melanie, Anita FECHNER, Matthias LEITERER, Kathrin SPÖRL, Thomas REMER, Ulrich SCHÄFER a Gerhard JAHREIS (2012):** Iodine content in milk from German cows and in human milk: new monitoring study. Trace Elements and Electrolytes. 29(2), 119-126. DOI: 10.5414/TEX01221. ISBN 10.5414/TEX01221. Dostupné také z: http://www.dustri.com/article_response_page.html?artId=9562
69. **KOTRBOVÁ, Květoslava a Markéta KASTNEROVÁ (2007):** Současný stav zásobení jódem v České republice. Biomedicína. IX(1-211), 172178. ISSN 1212-4117.
70. **KRČMÁR, S., S. GAJDŮŠEK, P. JELÍNEK a J. ILLEK (2003):** Changes in contents of some macro- and microelements in goat's colostrum within the first 72 h after parturition. Small ruminant research. 49, 213-218.
71. **KROUPOVÁ, V., J. TRÁVNÍČEK, M. STAŇKOVÁ, J. RICHTEROVÁ a H. DUŠOVÁ (2013):** Vývoj obsahu jódu v mléce v prvovýrobě na území ČR. In: RYŠAVÁ, Lydie a Monika ŽOLTÁ. Zásobení jódem a prevence

tyreopatií a zdroje dietární expozice. Karviná: Státní zdravotní ústav Praha, s. 32-33.

72. **KRYS, Štěpán, Eva LOKAJOVÁ, Aleš PODHORSKÝ a Leoš PAVLATA (2009):** Microelement Supplementation in Dairy Cows by Mineral Lick. *Acta Veterinaria Brno.* 78(1), 29-36. DOI: 10.2754/avb200978010029. ISSN 0001-7213. Dostupné také z: <http://actavet.vfu.cz/78/1/0029/>
73. **KŘÍŽOVÁ, Z., J. TRÁVNÍČEK, L. HASOŇOVÁ, L. VÍTKOVÁ a M. STAŇKOVÁ (2014):** Mléko jako zdroj jódu v lidské výživě. *Mlékárenské listy.* 147, 20-23.
74. **KŘÍŽOVÁ, Zuzana, Jan TRÁVNÍČEK, Roman KONEČNÝ, Jan HLADKÝ, Lucie HASOŇOVÁ a Robert KALA (2016):** The effect of feeding extracted rapeseed meal on the content of iodine in milk, urine and blood plasma in dairy cows. 3rd International PhD Students Conference (MendelNet). Brno, 790-794.
75. **KUDRNA, Václav a Petr HOMOLKA (2007):** Vliv krmné dávky dojníc na množství a kvalitu mléčného tuku. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby.
76. **KURSA, J., I. HERZIG, J. TRÁVNÍČEK a V. KROUPOVÁ (2005):** Milk as a Food Source of Iodine for Human Consumption in the Czech Republic. *ACTA VET.* Brno, 74(1), 255-264.
77. **KURSA, J., J. TRÁVNÍČEK, W.A. RAMBECK, V. KROUPOVÁ a J. VÍTOVEC (2000):** Strumigenní účinek řepkového extrahovaného šrotu a dusičnanů u ovcí a jejich potomstva. *Vet.met.-CZECH.* 45(5), 129-140.
78. **LOCK, A. L. a P.C. GARNSWORTHY (2003):** Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and desaturase activity in dairy cows. *Livestock Production Science.* 79(17), 47-59.
79. **MACHÁČKOVÁ, Marie (2013):** On-line databáze složení potravin ČR, verze 6.16. In: Centrum pro databázi složení potravin ČR [online]. Praha: Ústav zemědělské ekonomiky a informací a Výzkumný ústav potravinářský Praha, [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: www.nutridatabaze.cz
80. **MALBE, M., T. OTSTAVEL, I. KODIS a A. VITAK (2010):** Content of selected micro and macro elements in dairy cows' milk in Estonia. *Agronomy Research.* 8(2), 323-326.
81. **MINISTERSTVO ŽP (2016):** Látka: Zinek a sloučeniny (jako Zn). In: Integrovaný registr znečišťování [online]. Praha: Cenia, [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <http://www.irz.cz/node/106>

82. **MOSCHINI, M., M. BATTAGLIA, G. M. BEONE, G. PIVA a F. MASOERO (2009):** Iodine and selenium carry over in milk and cheese in dairy cows: effect of diet supplementation and milk yield. *Animal*. 4(1), 147-155. DOI: 10.1017/s175173110999098x. ISBN 10.1017/S175173110999098X.
83. **MURAMATSU, Yasuyuki, Satoshi YOSHIDA, Udo FEHN, Seigo AMACHI a Yoichiro OHMOMO (2004):** Studies with natural and anthropogenic iodine isotopes: iodine distribution and cycling in the global environment. *Journal of Environmental Radioactivity*. 74(1-3), 221-232. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2004.01.011. ISSN 0265931x.
84. **MURRAY, Robert K (2002):** Harperova Biochemie. 23. vyd., (4. české vyd.), v H. Jinočany: H.Lange medical book. ISBN 80-731-9013-3.
85. **NANTAPO, C.T.W. a V. MUCHENJE (2013):** Winter and spring variation in daily milk yield and mineral composition of Jersey, Friesian cows and their crosses under a pasture-based dairy system. *South African Journal of Animal Science*. 43(5), 17-21.
86. **NAVRÁTILOVÁ, Pavlína, Michaela DRÁČKOVÁ, Bohumíra JANŠTOVÁ, Hana PŘIDALOVÁ, Šárka CUPÁKOVÁ a Lenka VORLOVÁ (2012):** Minerální látky. *Hygiena a produkce mléka*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, s. 29-31. ISBN 978-80-7305-625-4.
87. **NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 1459/2005,** kterým se mění podmínky pro povolení některých doplňkových látek v krmivech, které patří do skupiny stopových prvků, 2005.
88. **NIEDOBOVÁ, Eva (2013):** Konečné výsledky kontroly zvýšené hladiny jódu v krmivech. In: RYŠAVÁ, Lydie a Monika ŽOLTÁ. *Zásobení jódem a prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice*. Karviná: Státní zdravotní ústav Praha, s. 30-32.
89. **NOAMAN, Vahid, Mohsen RASTI, Ahmad Reza RANJBARI a Edris SHIRVANI (2012):** Copper, zinc, and iron concentrations in blood serum and diet of dairy cattle on semi-industrial farms in central Iran. *Tropical Animal Health and Production*., 44(3), 407-411. DOI: 10.1007/s11250-011-9911-4. ISSN 0049-4747.
90. **NUTRIENT REQUIREMENTS OF DAIRY CATTLE (2001):** National Academy Press Washington, D.C.
91. **NRC (2001):** Nutrient Requirement in Dairy Cattle. National Academies Press. Washington, D.C, 174(7 th Ed).

92. **OGUT, Serdal, Hale Secilmis CANBAY a Humeyra ULUDAG (2016):** Effect of Environmental Factors on Heavy Metal Content of Raw Milk. *Akademik Gida*. 14(2), 105-110.
93. **PAULÍKOVÁ, I., G. KOVÁČ, J. BÍREŠ, Š. PAULÍK, H. SEIDEK a O. NAGY (2002):** Iodine toxicity in ruminants. *Veterinari Medicina*. 47(12), 343–350.
94. **PAULÍKOVÁ, I., H. SEIDEL, O. NAGY a G. KOVÁČ (2008):** Milk Iodine Content in Slovakia. *ACTA VET.* 77(1), 533-538. DOI: 10.2754/avb200877040533. ISBN 10.2754/avb200877040533. Dostupné také z: <http://actavet.vfu.cz/77/4/0533/>
95. **PAVLATA, L., A. PECHOVÁ a R. DVOŘÁK (2004):** Microelements in Colostrum and Blood of Cows and their Calves during Colostral Nutrition. *ACTA VET. Brno*, 73(1), 421–429.
96. **PECHOVÁ, A., L. PAVLATA, R. DVOŘÁK a E. LOKAJOVÁ (2008):** Contents of Zn, Cu, Mn and Se in Milk in Relation to their Concentrations in Blood, Milk Yield and Stage of Lactation in Dairy Cattle. *Acta Veterinaria Brno*. 77(4), 523-531. DOI: 10.2754/avb200877040523. ISSN 0001-7213.
97. **PECHOVÁ, A., L. PAVLATA a E. LOKAJOVÁ (2006):** Zinc Supplementation and Somatic Cell Count in Milk of Dairy Cows. *Acta Veterinaria Brno*. 75(3), 355-361. DOI: 10.2754/avb200675030355. ISSN 0001-7213. Dostupné také z: <http://actavet.vfu.cz/75/3/0355/>
98. **PILARCZYK, Renata, Jerzy WÓJCIK, Paweł CZERNIAK, Piotr SABLÍK, Bogumiła PILARCZYK a Agnieszka TOMZA-MARCINIAK (2013):** Concentrations of toxic heavy metals and trace elements in raw milk of Simmental and Holstein-Friesian cows from organic farm. *Environmental Monitoring and Assessment*. 185(10), 8383-8392. DOI: 10.1007/s10661-013-3180-9. ISSN 0167-6369.
99. **PROSKURA, Natalia, Joanna PODLASINSKA, Witold Stanislaw PROSKURA, Anna FROST-RUTKOWSKA, Andrzej DYBUS a Kamil SZYDŁOWSKI (2015):** Concentrations of macroelements and trace elements in milk of Jersey cows. *Indian Journal of Animal Research*. (OF), -. DOI: 10.18805/ijar.10977. ISSN 0976-0555. Dostupné také z: <http://arccjournals.com/journal/indian-journal-of-animal-research/B-396>
100. **RADA EVROPSKÝCH SPOLEČENSTVÍ (1970):** Směrnice rady o doplňkových látkách v krmivech. Brusel.
101. **RAMOS, J. M., C. SOSA, G. RUPRECHTER, P. PESSINA a M. CARRIQUIRY (2012):** Effect of organic trace minerals supplementation during early postpartum on milk composition, and metabolic and hormonal

profiles in grazing dairy heifers. Spanish journal of agricultural research. 10(3), 681-689. DOI: 10.5424/sjar/2012103-441-11. ISBN 10.5424/sjar/2012103-441-11.

102. **REECE, William O (2011):** Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3282-4.
103. **REY-CRESPO, F., M. LÓPEZ-ALONSO a M. MIRANDA (2014):** The use of seaweed from the Galician coast as a mineral supplement in organic dairy cattle. *Animal*. 8(4), 580-586. DOI: 10.1017/S1751731113002474. ISBN 10.1017/S1751731113002474.
104. **RICHTER, Rostislav (2007):** Živinný režim půd: Obsah zinku v půdě [online]. In: Brno: Ústav agrochemie a výživy rostlin, MZLU v Brně, [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudypuda_zn.htm
105. **ROZENSKÁ, Lenka, Alena HEJTMÁNKOVÁ, Dana KOLIHOVÁ a Daniela MIHOLOVÁ (2013):** Effects of Lactation Stage, Breed, and Lineage on Selenium and Iodine Contents in Goat Milk. *Czech J.Food Sci.* 13(4), 318-322.
106. **RUPRICH, J. (2009):** Měď. Dietární expozice člověka. *CHEMON, SZÚ*, 4(x).
107. **RYSOVÁ, L. (2015):** Druhy mléka a složení. In: [Http://www.agropress.cz/druhy-mleka-a-slozeni/](http://www.agropress.cz/druhy-mleka-a-slozeni/) [online]. Praha: Agropress.cz, [cit. 2016-10-21]. Dostupné z: <http://www.agropress.cz/>
108. **RYŠAVÁ, L. a J. KRÍŽ (2016):** Prevence jodového deficitu v ČR - historie a současný stav. In: *Zásobení jodem jako prevence tyreopatií: XI.konference u příležitosti Dne jodu a 20ti let MKJD*. Praha: Státní zdravotní ústav Praha, s. 4-7.
109. **RYŠAVÁ, L. a J. KRÍŽ (2013):** Prevence jódového deficitu v ČR - historie a současný stav. In: *RYŠAVÁ, Lydie a Monika ŽOLTÁ. Zásobení jodem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice: X. konference u příležitosti Dne jódu*. Karviná: Státní zdravotní ústav Praha, s. 6-8.
110. **RYŠAVÁ, L., J. KUBÁČKOVÁ a M. STRÁNSKÝ (2007):** Jod-und Selengehalte in der Milch aus 9 europäischen Ländern. *Proc German Nutr Soc.* 10(45).
111. **ŘEHŮŘKOVÁ, I., D. KAVŘÍK, M. DOFKOVÁ, J. NEVRLÁ, J. BLAHOVÁ a J. RUPRICH (2016):** Dietární expozice jódu populace ČR a nejdůležitější dietární zdroje. In: *RYŠAVÁ, Lydie a Monika ŽOLTÁ.*

Zásobení jodem jako prevence tyreopatií. Karviná: Státní zdravotní ústav Praha, s. 19-24.

112. **ŘEHŮŘKOVÁ, Irena a Jiří RUPRICH (2013):** Dietární expozice jódu populace ČR a nejdůležitější dietární zdroje. In: RYŠAVÁ, Lydie a Monika ŽALTA. Zásobení jodem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice. Karviná: Státní zdravotní ústav Praha, s. 13-24.
113. **SINGH, Brij Kishor, Ramesh Chandra CHOPRA, Sacchida Nand RAI, Mahendra Pratap VERMA a Ranjan Kumar MOHANTA (2016):** Effect of Feeding Seaweed as Mineral Source on Mineral Metabolism, Blood and Milk Mineral Profile in Cows. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences. 86(1), 89-95. DOI: 10.1007/s40011-014-0413-9. ISSN 0369-8211.
114. **SLAVÍK, P., J. ILLEK a T. ZELENÝ (2006):** Zinc and Copper Status of Beef Cattle in the Šumava Region, Czech Republic. Acta Veterinaria Brno. 75(4), 485-488. DOI: 10.2754/avb200675040485. ISSN 0001-7213.
115. **SOLA-LARRAÑAGA, Cristina a Iñigo NAVARRO-BLASCO (2009):** Chemometric analysis of minerals and trace elements in raw cow milk from the community of Navarra, Spain. Food Chemistry. 112(1), 189-196. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.05.062. ISSN 03088146. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814608006201>
116. **SOMMER, A., Z. ČEŘEŠŇÁKOVÁ, Z. FRYDRYCH, et al. (1994):** Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro přežvýkavce. Pohořelice: ČZS VÚVZ Pohořelice. ISBN 80-901598- 1- 8.
117. **SPEARS, Jerry W. a William P. WEISS (2008):** Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transition dairy cows. The Veterinary Journal. 176(x), 70-76. DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.12.015. ISBN 10.1016/j.tvjl.2007.12.015.
118. **ŠREDNICKA-TOBER, Dominika, Marcin BARAŃSKI, Chris SEAL, et al. (2016):** Composition differences between organic and conventional meat: a systematic literature review and meta-analysis. British Journal of Nutrition. 115(06), 994-1011. DOI: 10.1017/S0007114515005073. ISSN 0007-1145.
119. **ŠREDNICKA-TOBER, Dominika, Marcin BARAŃSKI, Chris J. SEAL, et al. (2016):** Higher PUFA and n-3 PUFA, conjugated linoleic acid, α -tocopherol and iron, but lower iodine and selenium concentrations in organic milk: a systematic literature review and meta- and redundancy analyses. British Journal of Nutrition. 115(06), 1043-1060. DOI: 10.1017/S0007114516000349. ISSN 0007-1145.

120. **STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV (2016):** Zdravotní důsledky expozice lidského organismu toxickým látkám ze zevního prostředí (biologický monitoring): Odborná zpráva za rok 2015. Praha: Ústředí monitoringu zdravotního stavu obyvatelstva.
121. **STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV (2006):** Zdravotní důsledky expozice lidského organismu toxickým látkám ze zevního prostředí (biologický monitoring): Odborná zpráva za rok 2005. Praha: Státní zdravotní ústav Praha. ISBN 80-7071-269-4.
122. **STEC, ADAM, ŁUKASZ KUREK a JACEK MOCHO (2006):** Selected element sof metabolic profile condition systems and methods of foyer application. Bull Vet Inst Pulawy. 50(x), 199-203.
123. **STEIGEROVÁ, Barbora (2005):** Mléko ano či ne? Brno. Bakalářská práce. Masarykova univerzita v Brně.
124. **SUTTLE, Neville F. (2010):** Mineral nutrition of livestock. 4th ed. Cambridge, MA: CABI. ISBN 978-184-5934-729.
125. **ŠEDA, M., J. ŠVEHLA, J. TRÁVNÍČEK, V. KROUPOVÁ, R. KONEČNÝ, K. FIALA, M. SVOZILOVÁ a J. KRHOVJAKOVÁ (2012):** The effect of volcanic activity of the Eyjafjallajökul volcano on iodine concentration in precipitation in the Czech Republic. Chemie der Erde - Geochemistry. 72(3), 279-281. DOI: 10.1016/j.chemer.2012.04.004. ISSN 00092819. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0009281912000323>
126. **ŠEDA, Martin (2013):** Výskyt a interakce jódu v přírodním prostředí se zaměřením na hydrosféru. České Budějovice.
127. **ŠÍMA, Pavel (2009):** Výsledky kontroly sledování obsahu jódu v kompletní krmné dávce pro dojnice. Praha.
128. **ŠUSTOVÁ, Květoslava (2015):** Mlékárenské technologie: (návody do cvičení). Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-248-9.
129. **ŠUSTOVÁ, Květoslava a Vladimír SÝKORA (2015):** Zpracování mléka: Základní chemické složení mléka. In: Web2.mendelu.cz [online]. Brno: AF MENDELU, [cit. 2016-11-07].
130. **TOMZA-MARCINIAK, Agnieszka, Bogumiła PILARCZYK, Małgorzata BĄKOWSKA, Renata PILARCZYK a Jerzy WÓJCIK (2011):** Heavy Metals and Other Elements in Serum of Cattle from Organic and Conventional Farms. Biological Trace Element Research. 143(2), 863-870. DOI: 10.1007/s12011-010-8910-z. ISSN 0163-4984.

131. **TRÁVNÍČEK, J., K. FIALA, J. ŠVEHLA, K. ŠEDA, H. DUŠOVÁ, M. PEXA a V. KROUPOVÁ (2013):** Výsledky sledování obsahu jódu v objemných krmivech, vodě a půdě. In: RYŠAVÁ, Lydie a Monika ŽOLTÁ. Zásobení jódem a prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice. Karviná: Státní zdravotní ústav Praha, s. 34-36.
132. **TRÁVNÍČEK, J., I. HERZIG, J. KURSA, V. KROUPOVÁ a M. NAVRÁTILOVÁ (2006):** Iodine content in raw milk. Veterinární Medicína. 51(9), 448-453.
133. **TRÁVNÍČEK, J., I. HERZIG, J. KURSA a V. KROUPOVÁ (2005b):** Aktuální obsah jodu v potravinách živočišného původu z hlediska jejich bezpečnosti a biologické hodnoty. Rizikové faktory potravního řetězce. Nitra, 5.(x), 346-350.
134. **TRÁVNÍČEK, J., V. KROUPOVÁ, J. HLADKÝ, Z. KRÍŽOVÁ a J. PRAŽÁK (2016):** Aktuální obsah jodu v kravském mléce. In: RYŠAVÁ, Lydie a Monika ŽOLTÁ. Zásobení jódem a prevence tyreopatií. Karviná: Státní zdravotní ústav Praha, s. 26-28.
135. **TRÁVNÍČEK, J., V. KROUPOVÁ, M. STAŇKOVÁ, R. KONEČNÝ, R. CEMPÍRKOVÁ a H. DUŠOVÁ (2010):** Bilance jódu v krmné dávce pro dojnice. In: RYŠAVÁ, Lydie, Monika ŽOLTÁ a Věra VRÁBLÍKOVÁ. Zásobení jódem a prevence tyreopatií se zaměřením na období těhotenství a kojení. Frýdek-Místek: Státní zdravotní ústav Praha, s. 14-15.
136. **TRÁVNÍČEK, J. a J. KURSA (2001):** Iodine concentration in milk of sheep and goats from farms in South Bohemia. Act. Ver. Brno, 70(1), 35-42.
137. **TRÁVNÍČEK, Jan, Ivan HERZIG, Vlasta KROUPOVÁ a Jaroslav KURSA (2006b):** Iodine, molybdenum, selenium, zinc and manganese in milk in Czech Republic. In: SEIFERT, Mathias a Oliver MICKE. Spurensuche: Über das wissenschaftliche Werk von Manfred Anke. Dortmund: Federfuchs Graphische Konzepte, s. 181-185. ISBN 3-8047-2354-3.
138. **TRÁVNÍČEK, Jan, Vlasta KROUPOVÁ a kol. (2011):** Optimalizace obsahu jódu v kravském mléce. I. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. ISBN 978-80-7394-328-8.
139. **TRÁVNÍČEK, Jan, Vlasta KROUPOVÁ a Jaroslav KURSA (2005):** Mléko jako zdroj selenu a zinku. In: Sborník referátů z konference s mezinárodní účastí "Den mléka 2005". Praha 12.5.2005, s. 89-91. ISBN 20-213-1327-7.

140. **TRIPATHI, M.K. a A.S. MISHRA (2007):** Glucosinolates in animal nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology*.132(1-2), 1-27. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2006.03.003. ISSN 03778401.
141. **VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ (2009):** *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS. ISBN 978-80-86659-17-6.
142. **VORLOVÁ, Lenka, Lucia HODULOVÁ, Ivana BORKOVCOVÁ, Hana PŘIDALOVÁ, Romana KOSTRHOUNOVÁ, Marcela KLIMEŠOVÁ-VYLETĚLOVÁ a Květoslava ŠUSTOVÁ (2014):** Iodine content in bulk tank milk samples in relation to dairy farm size. *Acta Veterinaria Brno*. 83(10), 9-13. DOI: 10.2754/avb201483S10S9. ISSN 0001-7213.
143. **WILDE, D. (2006):** Influence of macro and micro minerals in the periparturient period on fertility in dairy cattle. *Animal reproduction science*. 96, 240-249.
144. **YAMAMOTO, Satoshi, Kazuhiko ITO, Kii SUZUKI, et al. (2014):** Kinematic gait analysis and lactation performance in dairy cows fed a diet supplemented with zinc, manganese, copper and cobalt. *Animal Science Journal*. 85(x), 330-335. DOI: 10.1111/asj.12141. ISBN 10.1111/asj.12141.
145. **ZAMRAZIL, Václav (2013):** Rizika nadměrného přívodu jódu. In: RYŠAVÁ, Lydie a Monika ŽALTÁ. *Zásobení jódem jako prevence tyreopatií a zdroje dietární expozice: konference u příležitosti Dne jódu*. Karviná: Státní zdravotní ústav Praha.
146. **ZAMRAZIL, Václav a Jarmila ČEŘOVSKÁ (2014):** Jod a štítná žláza: optimální přívod jodu a poruchy z jeho nedostatku. Praha: Mladá fronta. Aeskulap. ISBN 978-80-204-3302-2.
147. **ZHAO, Xue-Jun, Zhong-Peng LI, Jun-Hong WANG, Xiang-Ming XING, Zhen-Yong WANG, Lin WANG a Zhong-Hua WANG (2015):** Effects of chelated Zn/Cu/Mn on redox status, immune responses and hoof health in lactating Holstein cows. *J. Vet.Sci.*, 16(4), 439-446. DOI: 10.4142/jvs.2015.16.4.439. ISBN 10.4142/jvs.2015.16.4.439.
148. **ZHOU, Xuewei, Xueyin QU, Shengguo ZHAO, Jiaqi WANG, Songli LI a Nan ZHENG (2016):** Analysis of 22 Elements in Milk, Feed, and Water of Dairy Cow, Goat, and Buffalo from Different Regions of China. *Biological Trace Element Research*. DOI: 10.1007/s12011-016-0819-8. ISSN 0163-4984.

10. Seznam použitých zkratek

- **AAS** – atomová absorpční spektrometrie
- **Cu** - měď
- **ČR** – Česká republika
- **ČSCH, a.s.** – Český svaz chovatelů, a.s.
- **DNA** – deoxyribonukleová kyselina
- **DOVP** – doplňková krmná směs pro dojnice
- **DKS** – doplňková krmná směs
- **EFSA** (European Food Safety Authority) – Evropský úřad pro bezpečnost potravin
- **CHKO** – kráněná krajinná oblast
- **I** - jód
- **ICCIDD** (International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders) – Mezinárodní organizace pro řešení jódového deficitu
- **IPCS INCHEM** (International Programme on Chemical Safety) – Mezinárodní program chemické bezpečnosti
- **JZD** – Jednotné zemědělské družstvo
- **NRC** (National Research Council) – Národní rada pro výzkum
- **RNA** – ribonukleová kyseliny
- **SZÚ** – Státní zdravotní ústav
- **UNICEF** (United Nations Children's Fund) – Dětský fond Organizace spojených národů
- **WHO** (World Health Organization) – Světová zdravotnická organizace
- **Zn** - zinek