

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Špela ŽEROVNIK

**VSEBNOST ELEMENTOV V DOLGI HRBTNI
MIŠICI PRI BIKIH CIKASTE PASME**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Špela ŽEROVNIK

**VSEBNOST ELEMENTOV V DOLGI HRBTNI MIŠICI PRI BIKIH
CIKASTE PASME**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**ELEMENT CONTENT OF *M. LONGISSIMUS DORSI* FROM CIKA
BULLS**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2015

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija kmetijstvo - zootehnika. Opravljeno je bilo na Katedri za znanost o rejah živali, Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete in na Odseku za znanosti o okolju na Institutu Jožef Stefan, v Podgorici pri Ljubljani, kjer sem ugotavljala vsebnost magnezija, cinka, železa, bakra, mangana, selen, kroma, kobalta, arzena, kadmija, niklja in svinca v vzorcih govejega mesa.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje Oddelka za zootehniko je za mentorja imenovala doc. Silvestra Žgurja in za somentorico prof. dr. Vekoslavo Stibilj.

Recenzent: prof. dr. Janez Salobir

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Andrej LAVRENČIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: doc. dr. Silvester ŽGUR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Članica: prof. dr. Vekoslava STIBILJ
Institut Jožef Stefan, Odsek za znanosti o okolju

Član: prof. dr. Janez SALOBIR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge s polnim besedilom na spletni strani digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Špela ŽEROVNIK

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 636.2:637.5(043.2)=163.6
KG	govedo/biki/pasme/cikasta pasma/esencialni elementi/toksični elementi/meso/dolga hrbtna mišica
AV	ŽEROVNIK, Špela
SA	ŽGUR, Silvester (mentor)/STIBILJ, Vekoslava (somentorica)
KZ	SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI	2015
IN	VSEBNOST ELEMENTOV V DOLGI HRBTNI MIŠICI PRI BIKIH CIKASTE PASME
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	X, 56 str., 15 pregl., 14 sl., 3 pril., 49 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Namen našega dela je bil določiti vsebnost esencialnih (Mg, Zn, Fe, Cu, Mn, Se, Cr in Co) in neesencialnih elementov (As in Cd) v vzorcih dolge hrbtne mišice, <i>M. longissimus dorsi</i>, bikov cikaste pasme pri treh različnih načinih pitanja. Prva skupina je bila spitana intenzivno na osnovi koruzne ter travne silaže, koruze in ječmena (CK-INT), druga je dobivala od 14 meseca starosti 75 % obroka prve skupine in seno po volji (CK-EXT), tretja skupina pa je bila spitana na paši (CK-P). Za primerjavo smo vključili še skupino intenzivno spitanih šarole bikov (CH-INT). Skupno smo analizirali 34 vzorcev. Vzorce smo razkrojili z HNO₃ in H₂O₂, jih nato razredčili, za določanje posameznih elementov pa uporabili ICP-MS (induktivno sklopljena plazma z masno spektrometrijo). Podatke smo statistično obdelali s programom SAS in proceduro GLM. Koncentracije Mg so se gibale med 226 mg/kg pri CK-P in 250 mg/kg pri CH-INT; Zn je bilo med 40,9 mg/kg pri CH-INT in 47,0 mg/kg pri CK-P; Fe je bilo med 12,5 mg/kg pri CH-INT in 18,0 mg/kg pri CK-P; Cu je bilo povprečno 0,6 mg/kg pri vseh skupinah. Koncentracija Mn se je gibala med 48,3 µg/kg za CK-INT in 54,9 µg/kg za CK-P; Se je bilo med 41,6 µg/kg pri CK-EXT in 59,7 µg/kg pri CK-P. Cr je bilo povprečno 10,1 µg/kg. Co je bilo med 1,0 µg/kg pri CK-P in 2,36 µg/kg pri CH-INT. Toksičnega elementa As je bilo med 2,40 µg/kg pri CK-INT in 2,91 µg/kg pri CK-P; Cd pa med 0,134 µg/kg pri CK-EXT in 0,689 µg/kg pri CH-INT. Statistično značilne razlike v koncentraciji posameznih elementov med skupinami cikaste pasme so bile pri Mg, Zn, Fe, Mn, Se, Co, As in Cd. Pri Cu in Cr ni bilo razlik. Statistično značilne razlike med šarole in cikasto pasmo pa so bile pri Mg, Fe, Se, Co in Cd. Dobljene rezultate smo primerjali z rezultati iz domače in tuje literature. Sto gramov (100 g) presnega mesa vsebuje toliko hranil kot je 43,6-62,3 % priporočenega dnevnega vnosa Zn, za ostale elemente pa je vsebnost hranil v 100 g presnega mesa manjši in sicer 6,7-7,8 % priporočenega dnevnega vnosa za Mg; 10,3-15,5 % za Fe; 4-6 % za Cu; 0,10-0,26 % za Mn; 7,4-17,3 % za Se ter do 3,4 % priporočenega dnevnega vnosa za Cr.

KEY WORD DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 636.2:637.5(043.2)=163.6
CX cattle/bulls/breeds/Cika/essential elements/toxic elements/meat/*m. longissimus dorsi*
AU ŽEROVNIK, Špela
AA ŽGUR, Silvester (supervisor)/STIBILJ, Vekoslava (co-advisor)
PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Animal Science
PY 2015
TI ELEMENT CONTENT OF *M. LONGISSIMUS DORSI* FROM CIKA BULLS
DT Graduation Thesis (University studies)
NO X, 56 p., 15 tab., 14 fig., 3 ann., 49 ref.
LA sl
AL al/en
AB The aim of this study was to determine the content of the essential (Mg, Zn, Fe, Cu, Mn, Se and Co) and nonessential elements (As and Cd) in samples of *longissimus dorsi* muscle in Cika bulls reared under three different fattening systems. The first group was reared intensively, based on maize and grass silage, maize and barley (CK-INT), second group received 75 % of the ration from the first group and hay ad libitum (CK-EXT) and the third group was reared on the pasture. For the comparison also the group of charolais bulls that was reared intensively was included (CH-INT). In total, we analysed 34 samples of *longissimus dorsi* muscle. Samples were prepared for digestion with HNO₃ and H₂O₂, and then diluted for the determination with ICP-MS (inductively coupled plasma mass spectrometry). Data was statistically analyzed by using SAS GLM procedure. Mg concentration ranged from 226 mg/kg for CK-P and 250 mg/kg for CH-INT; Zn was between 40.9 mg/kg for CH-INT, and 47.0 mg/kg for CK-P; Fe was between 12.5 mg/kg for CH-INT and 18.0 mg/kg for CK-P; Cu was at average of 0.6 mg/kg in all groups. Mn concentration ranged from 48.3 µg/kg for CK-INT, up to 54.9 µg/kg for CK-P; Se was between 41.6 µg/kg for CK-EXT and 59.7 µg/kg for CK-P. Cr content was 10.1 µg/kg at average, for all groups. Co concentration was between 1.0 mg/kg for CK-P and 2.36 µg/kg for CH-INT. The toxic element As was between 2.40 µg/kg for CK-INT and 2.91 µg/kg for CK-P; Cd concentration ranged between 0.134 µg/kg for CK-EXT and 0.689 µg/kg for CH-INT. Statistically significant differences in the concentrations of elements within Cika breeds were at Mg, Zn, Fe, Mn, Se, Co, As and Cd. In the case of Cu and Cr concentrations did not differ. Statistically significant differences between the Charolais and Cika bulls were at Mg, Fe, Se, Co and Cd. We compared the results with the results from domestic and foreign literature. We also calculated percentage of daily requirements for each element in portion of 100 g raw beef. With raw beef, daily needs for Zn are covered from 43.6 to 62.3 %. Raw beef also contains from 6.7 to 7.8 % daily needs for Mg; from 10.3 to 15.5 % for Fe; from 4 to 6 % for Cu; from 0.10 to 0.26 % daily needs for Mn; from 7.4 to 17.3 % for Se and up to 3.4 % of daily needs for Cr.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key word documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine.....	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik.....	VIII
Kazalo prilog	IX
Okrajšave in simboli.....	X
1 UVOD.....	1
1.1 NAMEN DELA IN HIPOTEZE.....	1
2 PREGLED LITERATURE.....	2
2.1 CIKA.....	2
2.1.1 Nastanek cikaste pasme.....	2
2.1.2 Opis pasme	2
2.1.3 Tehnologija reje cikastega goveda	3
2.1.4 Populacija in zakol cikastega goveda.....	4
2.2 ŠAROLE.....	6
2.2.1 Nastanek pasme	6
2.2.2 Opis pasme	6
2.3 KAKOVOST MESA	7
2.4 MIŠIČNA SESTAVA	7
2.5 ESENCIALNI ELEMENTI, NJIHOVA ABSORPCIJA TER BIOLOŠKA VLOGA V ŽIVALSKEM TELESU	9
2.5.1 Magnezij	9
2.5.2 Cink.....	10
2.5.3 Železo	10
2.5.4 Baker.....	12
2.5.5 Mangan	12
2.5.6 Selen	13
2.5.7 Krom	15
2.5.8 Kobalt.....	15
2.6 TOKSIČNA ELEMENTA, NJUNA ABSORPCIJA IN TOKSIČNI UČINKI NA ŽIVALSKI ORGANIZEM	16
2.6.1 Arzen.....	16
2.6.2 Kadmij	17

2.7	VPLIVI NA VSEBNOST ELEMENTOV V MIŠIČNINI.....	18
2.7.1	Vpliv genotipa, spola in starosti na vsebnost elementov	18
2.7.2	Način reje, prehrana in okolje	20
2.7.3	Vsebnost elementov v mesu glede na kos mesa oz. tip mišice	24
3	MATERIAL IN METODE	29
3.1	MATERIAL.....	29
3.1.1	Tehnologija reje bikov.....	29
3.1.2	Vzorci	31
3.1.3	Aparature, pripomočki in reagenti	31
3.2	METODE DELA	32
3.2.1	Priprava in razkroj vzorcev.....	32
3.2.2	Priprava standardov.....	33
3.2.3	Določitev vsebnosti elementov	33
3.2.4	Statistična obdelava podatkov	34
4	REZULTATI.....	35
4.1	VSEBNOST ELEMENTOV V DOLGI HRBTNI MIŠICI PRI CIKASTIH BIKIH PRI RAZLIČNIH TEHNOLOGIJAH PITANJA	37
4.2	VSEBNOST ELEMENTOV V DOLGI HRBTNI MIŠICI PRI CIKASTIH BIKIH IN PRI BIKIH ŠAROLE PASME PRI INTENZIVNEM NAČINU PITANJA.....	40
4.3	PRIMERJAVA Z DRUGIMI KOSI MESA.....	42
4.4	POVEZAVE MED ELEMENTI	42
4.5	VSEBNOST HRANIL V 100 g PRESNEGA MESA.....	43
5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	45
5.1	RAZPRAVA.....	45
5.2	SKLEPI.....	48
6	POVZETEK	50
7	VIRI	52

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

str.

Preglednica 1: Število zaklanih živali cikaste pasme od leta 2005 do leta 2007 po posameznih kategorijah (Simčič in sod., 2008).	5
Preglednica 2: Vpliv vrste, starosti in interakcije na vsebnost elementov (mg/kg svežega vzorca) v <i>M. Longissimus Dorsi</i> pri bivolih in zebujih (Giuffrida-Mendoza in sod., 2007).	18
Preglednica 3: Vsebnost As in Cd (v µg/kg svežega vzorca) ter Cu in Zn (v mg/kg svežega vzorca) v prsni mišici pri teletih in diafragmi pri kravah (povzeto po: López Alonso in sod., 2000)	19
Preglednica 4: Vsebnost esencialnih elementov v presnem mesu pri govedu iz Južnoafriške Republike pri treh različnih starostnih skupinah (povzeto po: Schönfeldt in sod., 2010).	20
Preglednica 5: Koncentracija toksičnih elementov v mišičnini (v µg/kg svežega vzorca) pri teletih v SZ Španiji (povzeto po: Blanco-Penedo in sod., 2010).	21
Preglednica 6: Seznam živali, masa in starost ob zakolu ter masa toplih polovic	29
Preglednica 7: Sestava rudninsko vitaminskih dodatkov	30
Preglednica 8: Program za razkroj vzorcev.	33
Preglednica 9: Meje detekcije pri različnih pogojih za Cr, Cd, Ni in Pb (ng/g).	34
Preglednica 10: Določitev meje detekcije za izbrane elemente in dobljeni rezultati za referenčni material NIST 8414.	35
Preglednica 11: Vsebnost elementov v posameznih poskusnih skupinah goved	36
Preglednica 12: Vsebnost elementov v govedini, prirejeni na slovenskem v mg/kg in µg/kg svežega vzorca (povzeto po: Golob in sod., 2006) in v DHM intenzivno pitanih bikih cikaste in šarole pasme iz naše raziskave.	42
Preglednica 13: Koeficienti korelacije vsebnosti preučevanih elemntov v DHM.	43
Preglednica 14: Primerjava priporočenega dnevnega vnosa Mg, Zn, Fe, Cu, Mn, Se, Cr in Co za osebe stare od 25 do 51 let (Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004) in njihove vsebnosti v 100 g presnega mesa	44
Preglednica 15: Primerjava največjega dovoljenega tedenskega vnosa As in Cd za odraslo osebo (WHO, 1996) in vsebnost v 600 g presnega mesa iz poskusa.	44

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Bik cikaste pasme (Potokar in sod., 2009: 20)	3
Slika 2: Stalež čistopasemskih živali cikaste pasme v mesecu decembru v letih od 2003 do 2011 (povzeto po: Register in zootehniška ocena, 2012).....	5
Slika 3: Bik pasme šarole (Čepon, 2004: 10)	7
Slika 4: Položaj in potek najdaljše mišice (<i>longissimus</i>) pri govedu (povzeto po: McCracken in sod., 2007: 38)	8
Slika 5: Vsebnost esencialnih elementov v mišici diafragmi pri teletih v SZ Španiji (povzeto po: Blanco-Penedo in sod., 2010)	22
Slika 6: Vsebnost Fe in Mn (mg/kg svežega vzorca) pri pasmah hereford in braford pri sedmih različnih kosih mesa (povzeto po: Cabrera in sod., 2010: 523, 524).....	25
Slika 7: Vsebnost Cu in Zn (mg/kg svežega vzorca) pri pasmah hereford in braford pri sedmih različnih kosih mesa (povzeto po: Cabrera in sod., 2010: 521, 522).....	26
Slika 8: Vsebnost Se (mg/kg svežega vzorca) pri pasmah hereford in braford pri sedmih različnih kosih mesa (povzeto po: Cabrera, 2010: 520).	27
Slika 9: Vsebnost Mg, Zn, Fe in Cu (v mg/kg) v DHM pri bikih cikaste pasme s TMR obrokom, 75 % TMR obroka in senom po volji ter pašo.	37
Slika 10: Vsebnost Se, Mn in Cr (v µg/kg) v DHM pri bikih cikaste pasme s TMR obrokom, 75 % TMR obroka in senom po volji ter pašo.	38
Slika 11: Vsebnost Co, As in Cd (v µg/kg) v DHM pri bikih cikaste pasme s TMR obrokom, 75 % TMR obroka in senom po volji ter pašo.	39
Slika 12: Vsebnost Mg, Zn, Fe in Cu (v mg/kg) v DHM pri bikih cikaste in šarole pasme s TMR obrokom.	40
Slika 13: Vsebnost Se, Mn in Cr (v µg/kg) v DHM pri bikih cikaste in šarole pasme s TMR obrokom.....	41
Slika 14: Vsebnost Co, As in Cd (v µg/kg) v DHM pri bikih cikaste in šarole pasme s TMR obrokom.....	41

KAZALO PRILOG

Priloga A: Izmerjene vrednosti za posamezne elemente (19. 4. 2011)

Priloga B: Izmerjene vrednosti za posamezne elemente (14. 7. 2011)

Priloga C: Izmerjene vrednosti za posamezne elemente (23. 9. 2011)

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

CH-INT:	skupina bikov šarole pasme, intenzivna reja, TMR obrok
CK-INT:	skupina bikov cikaste pasme, intenzivna reja, TMR obrok
CK-EXT:	skupina bikov cikaste pasme, ekstenzivna reja, 75 % TMR obroka in seno po volji
CK-P:	skupina bikov cikaste pasme z vključeno pašo
DHM:	dolga hrbtna mišica
FAOSTAT:	Food and Agriculture Organization of the United Nations, the statistics division
GM:	geometrična sredina
ICP-MS:	induktivno sklopljena plazma z masno spektrometrijo
MVD:	mineralno vitaminski dodatek
NS:	non-significant – ni značilen
SIR:	Sektor za identifikacijo in registracijo živali
SURS:	Statistični urad Republike Slovenije
TMR:	total mixed ration – krmni obrok, pripravljen v mešalni prikolici, ki naj bi zagotavljal 1000 g dnevnega prirasta
WHO:	world health organization – Svetovna zdravstvena organizacija

1 UVOD

Govedoreja je v Sloveniji močno zastopana panoga živinoreje. Po podatkih SURS je leta 2013 govedo predstavljalo 81 % GVŽ, po številu živali je govedo predstavljalo 51 % živali (delež prašičev: 31 %, ovc: 14 % in koz: 4 %; povzeto po: SURS, 2015b). V letu 2013 je skupina bikov in volov, starih med 1 in 2 leti (mlado govedo) predstavljala 13,7 % staleža govedi (povzeto po: SURS, 2015a). V istem letu je bil od skupnega števila zaklanega goveda 35,9 % zaklanih bikov, starih do 24 mesecev, povprečna masa očiščenega trupa pa je bila 351,63 kg (povzeto po: SURS, 2015c). Stalež naše edine avtohtone pasme goveda se iz leta v leto povečuje. Kljub povečanju števila živali je cikasta pasma še vedno ogrožena, saj je le okrog 20 % živali v avtohtonem cikastem tipu (povzeto po: Register in zootehniška ocena, 2015). S povečevanjem populacije pa se povečuje tudi število zaklanih živali te pasme. V treh letih (od leta 2005 do leta 2007) se je število zaklanih živali povečalo za skoraj 50 %, predvsem zaradi povečanega števila zaklanih bikov, starih do 24 mesecev. Povprečna masa klavnega trupa je bila $260,3 \pm 73,2$ kg (Simčič in sod., 2008).

Meso je pomemben vir esencialnih elementov, predstavlja pa tudi možen vir toksičnih elementov (García-Vaquero in sod., 2011). Poleg tega je bilo meso v zadnjih nekaj desetletjih večkrat izpostavljeno zaradi *Salmonelle* v piščančjem mesu, antibiotikov v svinjini, *Escherichie coli* in rastnih hormonov v govedini ter preplaha zaradi BSE (Tarrant 1998, cit. po Blanco-Penedo in sod., 2010; Gambelli in sod., 2003, cit. po Blanco-Penedo in sod., 2010). Ima pa v prehrani ljudi zelo pomembno vlogo. Je koncentriran vir mnogih hranil, tudi takih, ki jih rastline ne vsebujejo, nekatera hranila pa so v mesu tudi veliko bolj izkoristljiva kot v rastlinah. Meso je tudi vir n-3 in n-6 dolgoveržnih večkratnenasičenih maščobnih kislin, vsebuje pa tudi vitamine skupine B, vitamina A in D, esencialne aminokisline ter železo, cink, selen. Meso prežvekovalcev vsebuje tudi konjugirano linolno kislino (Salobir, 2006). V letu 2011 je bila v Sloveniji povprečna poraba presnega govejega mesa na prebivalca 54 g na dan in 19,7 kg na leto (FAOSTAT, 2015).

1.1 NAMEN DELA IN HIPOTEZE

Namen našega dela je bil določiti vsebnost esencialnih in neesencialnih elementov v vzorcih mesa dolge hrbtne mišice – DHM (*m. longissimus dorsi*) bikov cikaste in šarole pasme pri različnih načinih pitanja. Do sedaj vsebnost esencialnih in toksičnih elementov v mesu našega avtohtonega goveda še ni bila nikoli določena.

Predvidevali smo:

- da bodo pri bikih cikaste pasme razlike v vsebnosti posameznih elementov v DHM med intenzivno in ekstenzivno rejo ter pašo,
- da bodo razlike v vsebnosti posameznih elementov v DHM med biki pasme cika in šarole, ki so bili intenzivno spitani.

2 PREGLED LITERATURE

2.1 CIKA

2.1.1 Nastanek cikaste pasme

Cika je edina avtohtona pasma goveda v Sloveniji (Simčič in sod., 2010). Nastala je iz avtohtonega enobarvnega, svetlo rdečkastega bohinjskega goveda. Krave tega goveda so bile majhne in lahke (približno 200 kg), prireja mleka pa je bila v povprečju 5 kg na dan (Povše, 1893, cit. po Ferčej, 1947, cit. po Čepon in sod., 1999). Glede na telesno maso, je bila to dobra mlečnost (Kastelic in sod., 2005). V sosednjih avstrijskih deželah so v drugi polovici 19. stoletja redili večje in produktivnejše govedo pincgavske pasme. V tem času so bike te pasme pričeli uvažati na Gorenjsko in na Tolminsko, ter tako začeli oplemenjevat enobarvno bohinjsko govedo. Spremenila sta se obarvanost in velikost okvirja. Oplemenjeno govedo so poimenovali cikasto govedo oz. cika. Glede na geografsko območje se je govedo izoblikovalo v dva tipa in sicer v tolminsko cikasto govedo ter v bohinjsko cikasto govedo. Na Tolminskem in v Bohinju je bil tip živali manjši in je bil tako primernejši za pašo na planinah, v ravninskih predelih Gorenjske pa je prevladoval večji tip živali, ki so ga imenovali tudi gorenjsko cikasto govedo (Čepon in sod., 1999).

Odlične lastnosti mlečnosti (zelo dobra relativna mlečnost) so na Bohinjskem želeli utrditi s pravilno odbiro plemenskih živali, zato so omejili uvoz pincgavskih bikov in leta 1923 ustanovili Živinorejski odbor za načrtno selekcijo živali. Dve leti kasneje so uvedli tudi rodovniško knjigo in pričeli s kontrolo mlečnosti (Čepon in sod., 1999). Danes je med posameznimi živalmi velika fenotipska variabilnost. V 50 letih prejšnjega stoletja je bila sprejeta odločitev o ukinitvi cikastega goveda. Od takrat dalje pasma ni bila več pod rejskim in selekcijskim nadzorom. Odbiro plemenskih živali so tako rejci opravljali na podlagi lastne presoje kar je, vzporedno z osemenjevanjem z biki pincgavske pasme, pripeljalo do variabilnosti med živalmi. Od pomladi 2000 je cika vključena v program »Ohranjanje biotske raznovrstnosti v slovenski živinoreji«, ki si prizadeva za ohranitev in obnovo pasme. Za dosego teh ciljev so leta 2002/2003 pregledali populacijo cike. Na podlagi lastnosti zunanosti so populacijo cikastega goveda razdelili na tri tipe: cikasti tip (27 % krav od celotnega staleža krav), delni cikasti tip (34 % krav od celotnega staleža krav) in pincgavski tip (39 % krav od celotnega staleža krav; Žan in sod., 2004).

2.1.2 Opis pasme

Živali so običajno rdeče, z značilno belo liso, ki se začne na vihru in gre po hrbtu in repu ter po stegnih, trebuhu, prsnem košu in se konča pod vratom. Čez stegno in golen bela lisa poteka v obliki pasu, ki pa pri nekaterih živalih ni prisotna. Bele lise pri nekaterih živalih segajo tudi preko križnih kosti, meja med rdečo in belo barvo pa tudi ni vedno nazobčana, kot bi morala biti. Niti niso vse živali cikaste pasme lisaste, saj so lahko živali tudi

enobarvne. Rdeča barva plašča je lahko svetlejša ali temnejša. Glava mora biti enobarvna rdeča, rogovi temni in obrnjeni naprej, sluznica na smrčku pa rožnate barve. Živali so v kombiniranem tipu s poudarkom na prireji mleka in so skromno omišičene. So majhnega okvirja in skladnih oblik. Značilna je dobra relativna mlečnost, dobra plodnost, dolgoživost, dobra odpornost proti neugodnim razmeram in nezahtevnost za rejo. Zaradi teh lastnosti je primerna za rejo v težkih in skromnih pogojih reje, tudi za pašo na strmih površinah. Odlikujejo jo tudi odlične pašne lastnosti, velika konzumacijska sposobnost in dobra konverzija krme (Žan in sod., 2004).



Slika 1: Bik cikaste pasme (Potokar in sod., 2009: 20)

V primerjavi z drugimi brahicerinimi pasmami z Balkana, je cika med večjimi in težjimi pasmami. Povprečna telesna masa odrasle krave je okrog 400 kg, povprečna višina vihra pa 125 cm. Prvesnice prvič telijo pri starosti 20 do 28 mesecev, rojstna masa telet pa je med 20 in 25 kg. Tudi mlečnost je daleč najboljša v primerjavi z drugimi brahicerinimi pasmami, saj dajo od 2500 do 3000 kg mleka v standardni laktaciji (305 dni). V letu 2007 je bilo skupno število govedi cikaste pasme 1600 živali. V rodovniško knjigo je bilo vpisanih 650 krav in 41 bikov. Za odvzem semena za osemenjevanje so uporabljali 5 bikov, za naravni pripust pa 36 bikov (Kompan in Cividini, 2008).

2.1.3 Tehnologija reje cikastega goveda

Na letnem srečanju leta 2008, so rejci, ki so bili vključeni v »Združenje rejcev avtohtonega cikastega goveda v Sloveniji« izpolnili anketo, ki je med drugim vsebovala tudi niz vprašanj o tehnologiji reje, ki so jo kot rejci cikastega goveda uporabljali. Simčič in sod. (2010) so analizirali vseh 119 izpolnjenih anket (izpolnilo jo je približno 33 % rejcev, ki so leta 2008 redili cikasto govedo). Od vključenih 119 kmetij jih 83,5 % leži v hribovitem predelu. Od teh jih je 58,9 % takih, ki v poletnem času peljejo živino na pašo v planine.

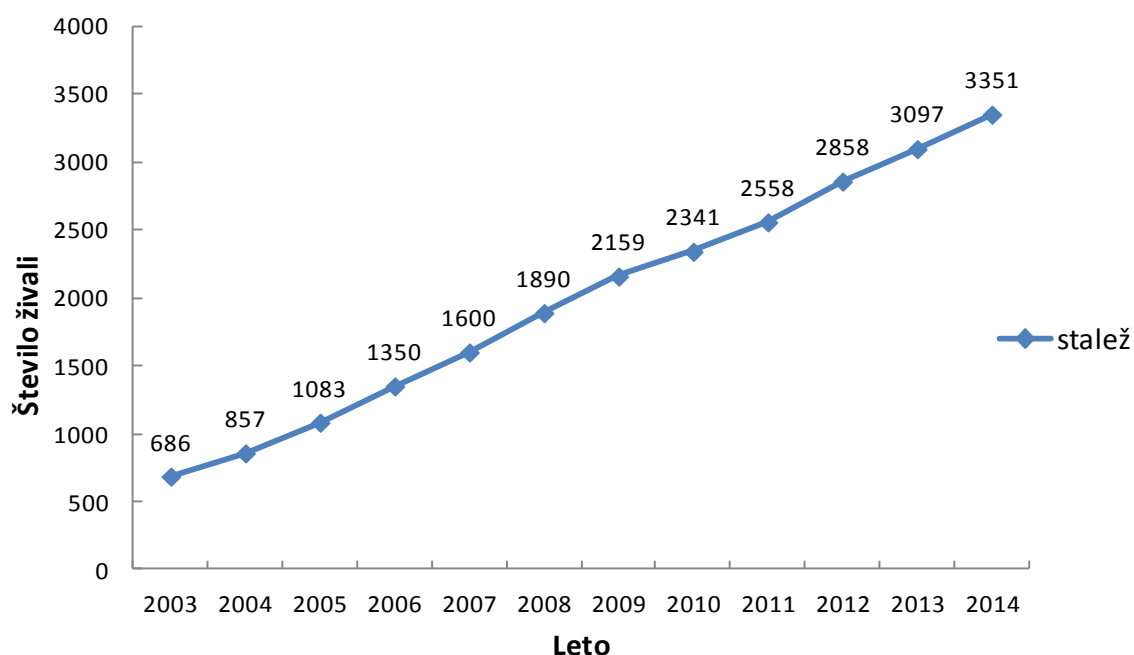
Glavni namen reje cike je produkcija in vzreja telet (37,1 % rejcev), 19 % rejcev redi ciko zaradi več razlogov, 14,3 % zaradi mesa in 5,7 % zaradi prireje mleka.

V obdobju rasti vegetacije se večina cikastega goveda pase v planinah, kjer ostanejo do konca pašne sezone. Nekatere črede se pasejo le na eni lokaciji oz. na eni planini, spet druge se pasejo na več lokacijah, saj jih postopoma ženejo na vedno višje ležeče pašnike (tudi do 1850 m n.v.). Veliko čred (42,1 %) se pase v neposredni okolici hleva in so čez noč vhlevljene, 18,4 % čred pa se nikoli ne pase. V zimskem obdobju so živali vhlevljene. 80,2 % kmetij prezimuje živali v hlevih z vezano rejo in nastiljem, 7,2 % s prosto rejo na nastilju, 3,6 % kmetij z vezano rejo na rešetkah in le 0,9 % kmetij s prosto rejo na rešetkah. Ostale kmetije (8,1 %) pa imajo različne kombinacije vezane in proste reje (Simčič in sod., 2010).

Od skupnih 113 kmetij je 49 takih (43,4 %), kjer pozimi živalim krmijo le seno, 37 kmetij (32,7 %) ima zimski obrok sestavljeni iz sena in travne silaže, na 11 kmetijah (9,7 %) pa krmijo seno, travno in koruzno silažo. Seno in dopolnilno krmno mešanico krmijo na petih kmetijah; seno, travno silažo in dopolnilno krmno mešanico pa na sedmih kmetijah. Na nekaterih kmetijah krmijo seno skupaj s koruzno silažo, nekje pa krmijo le travno silažo. Poletni obrok v največji meri predstavlja le paša (48,2 % kmetij), sledi delež kmetij, ki poleg paše živalim krmijo tudi seno (29,1 %), 10 % kmetij pa živalim kot poletni obrok krmi le seno. Ostalih 12,7 % kmetij živalim krmijo različne kombinacije paše, sena, dopolnilne krmne mešanice in silaže (Simčič in sod., 2010).

2.1.4 Populacija in zakol cikastega goveda

Populacija cikastega goveda se iz leta v leto povečuje. Junija leta 2003 je populacija štela 686 živali, istega meseca v letu 2014 pa je bilo 3351 živali cikaste pasme. V enajstih letih se je skupno število cikastega goveda tako povečalo za skoraj 390 %. Povečalo se je število plemenskih krav in plemenskih bikov v rodovniški knjigi (leta 2003 je bilo v rodovniški knjigi 300 plemenic in 15 plemenjakov, leta 2014 pa 2021 plemenic in 397 plemenjakov). Pasma je še vedno ogrožena, saj je le 20 % živali v avtohtonem cikastem tipu. Delež čistopasemskih parjenj se je iz 70 % v letu 2003 povečal na 80 % v letu 2014 (povzeto po: Register in zootehniška ocena, 2015).



Slika 2: Stalež čistopasemskih živali cikaste pasme v mesecu juniju v letih od 2003 do 2014 (povzeto po: Register in zootehniška ocena, 2015).

V spodnji preglednici (preglednica 1) je razvidno, da se je z večanjem populacije živali, povečalo tudi število zaklanih živali. V letu 2005 je bilo skupno zaklanih 145 živali, v letu 2006 je bilo zaklanih 213 živali, v letu 2007 pa že 287 živali cikaste pasme. Glede na kategorijo živali, se je najbolj povečal zakol bikov starih do 24 mesecev. Leta 2005 je bilo zaklanih 38 bikov, v letu 2006 je bilo zaklanih 97 bikov, v letu 2007 pa 117 bikov, starih do dveh let. V vseh kategorijah se je število zaklanih živali od leta 2005 do leta 2007 povečalo, razen v kategoriji telet in telic, kjer je bilo v letu 2006 zaklanih manj živali (Simčič in sod., 2008).

Preglednica 1: Število zaklanih živali cikaste pasme od leta 2005 do leta 2007 po posameznih kategorijah (Simčič in sod., 2008).

Kategorija govedi	Leto zakola		
	2005	2006	2007
Biki stari do 24 mesecev	38	97	117
Biki starejši od 24 mesecev	37	38	48
Voli	5	6	6
Krave stare do 5 let	9	14	14
Krave starejše od 5 let	16	25	32
Telice	10	7	24
Teleta	30	26	46
Skupaj	145	213	287

V letih od 2005 do 2007, pri bikih starih do 24 mesecev, je bila povprečna masa klavnih trupov $260,3 \pm 73,2$ kg, povprečni neto dnevni prirast je bil $474,3 \pm 96,8$ g/dan, povprečna starost ob zakolu pa je bila $18,6 \pm 4,7$ mesecev (Simčič in sod., 2008).

2.2 ŠAROLE

2.2.1 Nastanek pasme

Šarole je izrazito mesna pasma in je selekcionirana izključno za prirejo mesa. Izvira iz Francije, kjer so jo sprva uporabljali za delo, kasneje pa so jo začeli selekcionirati za prirejo mesa. Pasma je razširjena po skoraj vsem svetu in po vseh klimatskih pasovih, kar nakazuje, da imajo te živali odlično prilagoditveno sposobnost. V Slovenijo je bila prvič uvožena leta 1970 (Čepon, 2004). Od leta 1972 so na Osemenjevalnem centru Preska tudi biki, ki jih uporabljajo za pridobivanje semena za gospodarska križanja (Potokar in sod., 2009).

2.2.2 Opis pasme

Za pasmo je značilna bela barva dlake z rumenkastimi odtenki, ki je lahko tudi rahlo nakodrana. Roževina na parkljih in rogovih je svetle barve, sluznica (smrček, gobec) je rožnate barve. V povprečju so krave v vihru visoke do 146 cm in tehtajo od 750 do 900 kg, biki pa so v vihru visoki do 156 cm in v povprečju tehtajo 1300 kg. Prvesnice prvič telijo pri starosti 34 mesecev, ko dosežejo 80 % odrasle velikosti, kar pomeni, da je pasma pozno zrela. Teleta ob rojstvu tehtajo med 43 in 46 kg, ob odstavitvi pa med 280 in 350 kg. Krava ima v laktaciji 1500-2000 litrov mleka, kar je dovolj za hrano telet. Krav šarole pasme se ne molze (Čepon, 2004).

Govedo pasme šarole je izrazito pašno govedo velikega okvirja z močno omišičenim telesom, za katerega je značilna velika sposobnost zauživanja hranljivih snovi. Živali dosegajo dobre proizvodne rezultate (dnevni prirast) tako na skromnih pašnikih, kot tudi pri intenzivnem načinu reje. Za pasmo so značilni velika intenzivnost rasti, velika zmogljivost za prirejo mesa, odlična klavna kakovost in kakovostno meso. Pitance pitamo do telesne mase 600-700 kg in z lahkoto priraščajo 1200 g na dan. Ker je pasma pozno zrela se tudi pozno zamasti (Čepon, 2004).



Slika 3: Bik pasme šarole (Čepon, 2004: 10)

2.3 KAKOVOST MESA

Kemijska sestava mesa oz. vsebnost kemijskih elementov in drugih kemijskih snovi, je le en izmed mnogih vidikov oz. komponent, ki opisujejo kakovost mesa.

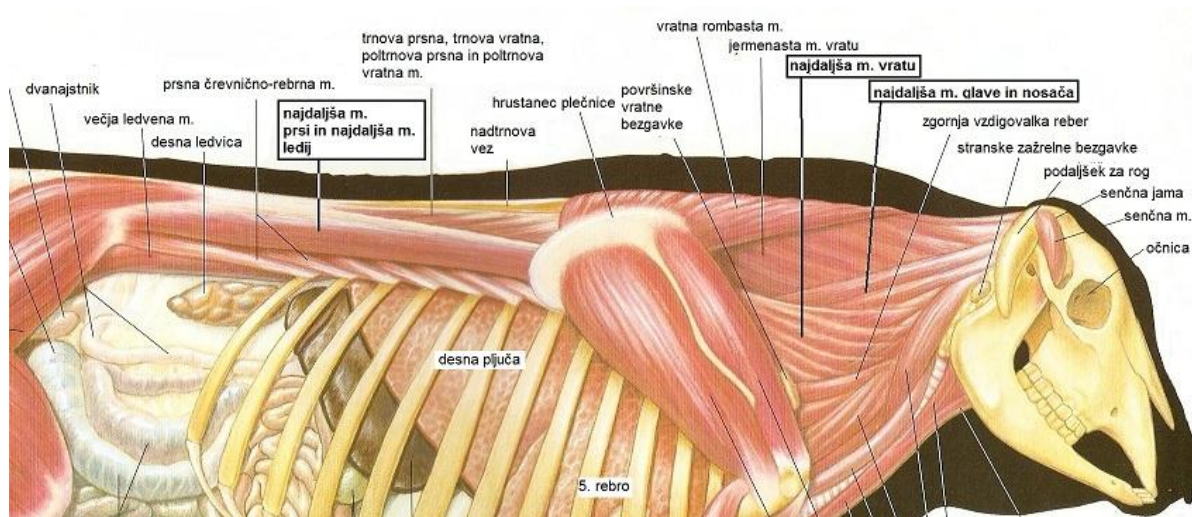
Kakovost mesa, kot jo opisuje Warriss (2010), razdelimo glede na:

- donos pri prireji in sestavo kosov (velikost prodajnih izdelkov, razmerje med maščobo in pustim mesom, velikost in oblika mišic)
- izgled in tehnološke lastnosti (zgradba in barva maščob, količina intramuskularne maščobe, barva mesa in njegova sposobnost zadrževanja vode, kemijska sestava mesa)
- senzorične lastnosti (tekstura in mehkoba, sočnost, okus)
- vpliv na zdravje (hranilna vrednost, odsotnost kemikalij in mikroorganizmov)
- etični vidik (sprejemljivo ravnanje in uhlevitev živali)

2.4 MIŠIČNA SESTAVA

Najdaljša mišica (*m. longissimus*) predstavlja jedro hrbtne mišičnine in se razprostira po vsej dolžini hrbta in vratu, od medenice do glave. Izhodišče mišice je na križnici in krilu črevnice. Vzdolž njenega poteka pa se prirašča s kitastimi odcepi na trnaste in seskaste podaljške vretenc, ter na zgornji oz. *proksimalen* del reber. Na mišici ločimo hrbtni del (*m. longissimus dorsi*), vratni del (*m. longissimus cervicis*), nosačev del (*m. longissimus atlantis*) in glavni del (*m. longissimus capitis*), ki potekajo tako, da sprednji oz. nasadiščni konec mišice od strani prekrije izhodiščni konec pred njem ležečega dela mišice. Ledveni

del mišice je samostojen le pri mesojedih in prežvekovalcih, pri drugih vrstah domačih živali pa je spojen z ledvenim delom črevnično rebrene mišice (Fazarinc, 2009).



Slika 4: Položaj in potek najdaljše mišice (*longissimus*) pri govedu (povzeto po: McCracken in sod., 2007: 38)

Glede na mikroskopsko zgradbo spada *m. longissimus dorsi* v skupino prečno progastih mišic in sicer med skeletne mišice. Po obliki jo uvrščamo med trakaste mišice, to so mišice ki imajo bolj ali manj enakomerno širino in so zelo dolge ter ležijo ob hrbtenici. Mišice so zgrajene iz mišičnega tkiva, kjer je osnovna enota mišična celica oz. mišično vlakno, kot jo imenujemo zaradi posebne oblike in povezanosti (Višnar in sod., 2008).

2.5 ESENCIALNI ELEMENTI, NJIHOVA ABSORPCIJA TER BIOLOŠKA VLOGA V ŽIVALSKEM TELESU

2.5.1 Magnezij

Magnezij (Mg) je tako za ljudi, kot tudi za živali esencialen makroelement. Pomemben je v različnih fizioloških in biokemičnih procesih. Potrebam po Mg je mogoče zadostiti že z absorpcijo Mg iz prebavil iz zaužitega obroka in distribucijo potrebne količine celicam, presežek Mg pa se izloči v ledvicah (Vormann, 2003).

Pri ljudeh poteka absorpcija Mg predvsem v zadnjem delu tankega črevesa, v vitem in teščem črevesu. Pri nekaterih monogastričnih živalih pa absorpcija poteka tudi v slepem in debelem črevesu, pri prežvekovalcih pa so mesto absorpcije predželodci. Mg se absorbira kot ion s pasivnimi ali aktivnimi mehanizmi, ki niso pod vplivom delovanja hormonov (Vormann, 2003). Obstaja pa več hranljivih snovi, ki lahko vplivajo na njegovo absorpcijo. Obrok, bogat z vlakninami, zmanjšuje absorpcijo Mg, saj se Mg ioni vežejo s fitatom v obliki soli (Brink in Beynen, 1992, cit. po Vormann, 2003). Obstaja tudi interakcija med Mg in kalcijem (Ca), vendar pa Ca nima nobenega pomembnega vpliva na absorpcijo Mg (Fine in sod., 1991, cit. po Vormann, 2003). Pri osebah, ki zauživajo s fosfati bogate obroke, je absorpcija Mg zmanjšana, saj imajo fosfati sposobnost za vezavo Mg (Franz, 1989, cit. po Vormann, 2003). Po absorpciji se Mg transportira do tkiva, od koder ga celice porabljajo le, če ga potrebujejo. Velik del Mg je shranjenega v kosteh. Pri rastočih živalih pomanjkanje Mg v obroku povzroči sproščanje Mg iz kosti (Vormann, 1997, cit. po Vormann, 2003). V skeletu je shranjeno približno 50-60 % Mg, z Mg revna prehrana pa predstavlja faktor tveganja za osteoporozo (Rude, 1998, cit. po Rude in Gruber, 2004).

Visoka vsebnost Mg v živilih ni povezana z nobenimi škodljivimi učinki, lahko pa neabsorbiran del Mg nase veže vodo in povzroči drisko. Pomanjkanje Mg ob hkratnem presežku kalija (K) v mladi spomladanski paši pa pri govedu lahko povzroča pašno tetanijo. Povečanje K v vampu vpliva na vampno absorpcijo Mg, ki se zmanjša (Vormann, 2003). Preveč K torej povzroči padec serumskega Mg. Nedostopnost Mg za organizem pa povzročijo tudi do amonijaka razgrajene beljakovine, ki se vežejo z Mg v, za organizem, nedostopno obliko (Gros, 2005). Najbolj izraziti znaki pomanjkanja Mg je stadij ekscitacije ali vznburjenja in mišični krči, ki so tesno povezani z nizko koncentracijo Mg v cerebrospinalni tekočini (Vormann, 2003). Mišični krči se najprej pojavijo na obraznih mišicah (trizem), nato pa postopoma zajamejo celotno telo. Pojavijo se tudi motnje v vidu in težave pri hoji in dihanju (Gros, 2005). Dnevna potreba po Mg za vzdrževanje 550 kg težke krave je 12 g, za prirejo enega litra mleka pa krava dodatno potrebuje 0,6 g Mg (Gros, 2005).

2.5.2 Cink

Za mikroorganizme, rastline in živali je cink (Zn) esencialen element, njegovo pomanjkanje pa povzroča zaostanek v rasti in razvoju ter motnje v delovanju organizma. Biološka funkcija Zn je razdeljena v tri kategorije: katalitično, strukturno in uravnalno (Cousins, 1996, cit. po DRI, 2001c). Skoraj 100 specifičnih vrst encimov je odvisno od Zn v vlogi katalizatorja (DRI, 2001c). Je tudi sestavni del približno 200 metaloencimov (Garland, 2007b).

Po zaužitju se Zn s pomočjo prenašalcev absorbira v tankem črevesu, v dvanajstniku. Absorbira se med 25 in 50 % zaužitega Zn, kar je odvisno tudi od prisotnosti krme v želodcu. Rastlinske fitaze lahko vežejo Zn in v alkalnem okolju tvorijo netopne komplekse, prav tako na zmanjšano absorpcijo Zn vplivata prisotnost fosfatov in Ca v obroku. Na povečanje absorpcije pa vplivajo prisotnost peptidov, aminokislin in prisotnost EDTA (etilendiaminotetraocetna kislina). Po absorpciji pa se Zn veže na albumine v plazmi in na makroglobuline, s pomočjo katerih se transportirajo v jetra, kjer ga jetra ekstrahirajo. Ponovno se vrne v krvni obtok, kjer se prenese do ledvic, jeter, vranice in trebušne slinavke, kjer se kopiči. Odvečen Zn, ki se ni absorbiral, se izloči z žolčem, z iztrebki, s sečem in s slino (Garland, 2007b). Do pomanjkanja Zn v organizmu navadno pride zaradi nezadostnega vnosa s hrano oz. krmo. Pomanjkanje vpliva na rast, imunski sistem, delovanje možganov (Vallee in Falchuk, 1993, cit. po Yasuno in sod., 2011; Hambidge, 2000, cit. po Yasuno in sod., 2011), njegovo pomanjkanje pa se povezuje tudi z dermatitisom in nezmožnostjo zaznavanja okusov. Presežek Zn je za celice toksičen (Koh in sod., 2006, cit. po Yasuno in sod., 2011).

Za živali so nevarni predvsem pocinkani predmeti, kot je na primer pocinkana žica, razne matice in vijaki, prenosne kletke, ki vsebujejo približno 97 % Zn in jih živali po pomoti zaužijejo ali ližejo. Pri nekaterih psih so pri zastrupitvi s Zn opazili akutno odpoved ledvic. Zaužitje 108 g Zn je za psa toksična doza (Breitschwerdt in sod., 1986, cit. po Garland, 2007b). Dovzetna za zastrupitev s Zn so žrebeta, pri katerih se zastrupitev kaže kot neboleče povečanje in zadebelitev sklepov, ki traja približno od 7 do 21 dni. Taka žrebeta nerada vstajajo in imajo togo hojo in povečane sklepe zaradi nabiranja sklepne tekočine (Gunson in sod., 1982, cit. po Garland, 2007b). Druge živalske vrste pa v začetku kažejo znake letargije in anoreksije in imajo drisko, kasneje pa se zmanjšata tudi dnevni prirast in mlečnost. Ob nadaljevanju se pojavijo še anemija, zlatenica, poškodba ledvic ter prisotnost krvi, beljakovin in valjastih struktur v seču (Garland, 2007b).

2.5.3 Železo

Železo (Fe) je element, ki je esencialen tako za ljudi kot tudi za živali in rastline. Prisoten je v vseh celicah v organizmu. Največje količine Fe najdemo v beljakovinah hemoglobin in mioglobin, kjer sta prenašalca kisika. Hemoglobin prenaša kisik po telesu iz pljuč do celic, mioglobin pa veže kisik v mišičnih celicah (Klasing, 2005, cit. po Hooser, 2007b). Fe

sodeluje tudi pri mnogih bioloških oksidacijsko redukcijskih reakcijah ter tudi pri fotosintezi. Fe je prisoten tudi v encimih (npr.: citokrom P450) in je zelo pomemben pri presnovi mnogih snovi v jetrih, ledvicah in drugih organih. Dve tretjini skupnega Fe, ki je v telesu, je vezanega na hemoglobin, 10 % pa v mioglobin in encime, ki vsebujejo Fe. Pomanjkanje Fe se kaže kot anemija, presežek pa lahko pomeni preobremenitev organizma, kar lahko vpliva na okvaro notranjih organov. Oksidacija Fe^{+2} ion v Fe^{+3} ion v hemoglobinu pa povzroča methemoglobinemijo in nezmožnosti rdečih krvničk za prenašanje kisika po telesu (Hooser, 2007b).

Anemija zaradi pomanjkanja Fe prizadene veliko število ljudi, pri živalih pa ni tako pogosta. So skupine živali, ki so bolj dovzetne za pomanjkanje Fe, kot so novorojeni pujski in teleta, ter živali invadirane s paraziti (Underwood, 1977, cit. po Hooser, 2007b). V primerjavi z novorojenimi kunci imajo novorojeni pujski veliko manj Fe v jetrih (kunci: 135 mg/kg, pujski: 29 mg/kg, Hooser, 2007b). Tudi zastrupitev zaradi presežka Fe ni tipična pri živalih. Če pa se vendarle pojavi, pa prosti železovi ioni, ki se zaradi prevelike koncentracije ne morejo nikamor vezati, poškodujejo celice. O akutnih zastrupitvah so poročali pri psih, prašičih, konjih, govedu in kozah (Greentree in Hall, 1983, cit. po Hooser, 2007b; Ruhr in sod., 1983, cit. po Hooser, 2007b; Osweiler in sod., 1985, cit. po Hooser, 2007b; Holter in sod., 1990, cit. po Hooser, 2007b). Pri psih do zastrupitve s Fe največkrat pride zaradi prevelikega zaužitja vitaminskih dodatkov, ki vsebujejo Fe. Pujski se skotijo z zelo majhnimi zalogami Fe, mleko svinje pa ga vsebuje zelo malo. Pujski zato potrebujejo dodatke Fe. Če dodatkov ne dobijo, se pri starosti 2 do 4 tednov pojavi anemija, težko dihanje, anoreksija, slab prirast, velika dovzetnost za infekcije, lahko tudi smrt. Aplikacija Fe vsebujočih sestavin pa lahko prepreči zgoraj naštete simptome in stanja (Underwood, 1977, cit. po Hooser, 2007b; Osweiler in sod., 1985, cit. po Hooser, 2007b). Glede na mesto dajanja nekega pripravka ki vsebuje Fe, je intravenozna aplikacija tista, kjer je možnost zastrupitve s presežkom železa najbolj verjetna. Sledijo ji aplikacija v mišico, aplikacija pod kožo in nazadnje, najmanj toksična, oralna aplikacija (Hooser, 2007b).

Delež absorbiranega Fe iz prebavnega trakta je nekje med 5 in 15 %, kar je malo, in je lahko dejavnik, ki vpliva na pomanjkanje Fe v telesu. Glavni dejavniki, ki vplivajo na že tako nizek odstotek absorpcije Fe iz prebavnega trakta, so individualni faktorji, kot so starost, zdravstveno stanje in raven Fe v telesu posamezne živali; pogoji v prebavnem traktu; kemijska oblika in količina zaužitega Fe ter sestavine obroka. Nekatere sestavine povečajo absorpcijo Fe iz prebavnega trakta, druge pa jo zmanjšajo. Fe se iz prebavnega trakta, s pomočjo enterocitov, absorbira v obliki Fe^{2+} ionov, v plazmi pa se preoblikuje v Fe^{3+} ion, kjer se veže na transferin, ki ga prenese po krvnem obtoku do celic (Goyer in Clarkson, 2001, cit. po Hooser, 2007b). Koncentracija absorbiranega Fe je določena z individualnimi potrebami živali po Fe in je povezana s koncentracijo feritina v plazmi, kjer se Fe skladišči (Hooser, 2007b).

2.5.4 Baker

Baker (Cu) je kovina iz skupine prehodnih kovin in ima dobro električno in toplotno prevodnost. Tako za rastline kot za živali je ta element esencialen, ki pa je pod določenimi pogoji lahko tudi toksičen, običajno ko ga je preveč (Thompson, 2007b).

Največji vir Cu v obroku so krmni dodatki, ki vsebujejo bakrov sulfat, bakrov klorid ali bakrov oksid. Vir pa so lahko tudi žice in drugi predmeti, ki vsebujejo Cu in po zaužitju obležijo v predželodcih živali, kjer počasi sproščajo baker. Napačno izračunana količina potrebnega Cu ali napake pri pripravi dodatka lahko vodita v presežek Cu v organizmu. Problem lahko nastane, če krmimo krmo, kjer je količina Cu prilagojena na baker tolerantnim živalim, na baker netolerantnim živalim npr. ovcam (Thompson, 2007b).

Cu se v tankem črevesu, s pomočjo beljakovin transkuperin in albumin, absorbira v kri. Ti dve beljakovini tudi zmanjšujeta oksidacijske učinke divalentnega bakra. V jetrih je shranjen v lizosomih, kjer se lahko izloča v žolč, lahko pa je vgrajen v ceruloplazmin, encim, ki je potreben za prenos Cu po telesu. Izločanje z žolčem je pomemben mehanizem homeostaze. Pri prežvekovalcih je Cu v zapletenem razmerju z molibdenom (Mo) in žveplom (S), saj njun presežek v organizmu vpliva na zmanjšano absorpcijo Cu in ovira njegovo porabo oz. izkoriščanje (Thompson, 2007b).

Toksični učinki Cu se lahko kažejo v akutni ali v kronični obliki. Akutna oblika prevelike izpostavljenosti Cu lahko nastopi tako po oralni, kot tudi po parenteralni poti (Galey, in sod., 1991, cit. po Thompson, 2007b), vendar slednja ni tako pogosta. Ovce so zelo dovzetne za kronično zastrupitev, kjer že majhen presežek Cu v obroku, šele čez tedne ali celo mesece povzroči težave. Do tega pride zaradi nezmožnosti povečanja izločanja Cu z žolčem, ki se zato nalaga v jetrih. V začetni fazi nalaganja ni opaziti nobenih negativnih učinkov (Bremner, 1998, cit. po Thompson, 2007b), ob nadaljnjem nalaganju pa lahko pride do neposredne okvare jeter. Kadar je okvara zelo huda, pride do nekroze jeter, Cu pa je sproščen v krvni obtok. Na sproščanje Cu v krvni obtok vpliva tudi stres, kar posledično vodi do razpada eritrocitov. Cu se nato prične nalagati v ledvicah, kar skupaj s hemoglobinom, ki je ostal po razkroju eritrocitov, povzroči poškodbe ledvic. Toksična doza bakrovega sulfata je pri ovcah 20-100 mg/kg telesne mase, pri govedu pa 200-800 mg/kg telesne mase. Pri psih je kronična zastrupitev z Cu pogostejša pri pasmi Bedlingtonski terier in sicer zaradi motenj v recesivnem avtosomalnem genu. Potek bolezni je podoben kot pri ovcah (Thompson, 2007b).

2.5.5 Mangan

Mangan (Mn) je esencialni element, ki sodeluje pri tvorbi kosti ter pri presnovi aminokislin, holesterola in ogljikovih hidratov. Je tudi sestavni del mnogih metaloenzimov (DRI, 2001b). Je zelo razširjen element v tleh. Glavni vir vnosa pri ljudeh predstavlja hrana, vendar pa koncentracija Mn v živilih variira glede na vrsto živila (WHO, 2001).

Absorbira se le majhen delež s hrano zaužitega Mn, absorbiran del pa se zelo hitro izloči z žolčem (Britton in Cotzias, 1966, cit. po DRI, 2001b; Davis in sod., 1993, cit. po DRI, 2001b). Delež absorbiranega Mn variira glede na starost, vsebnost železa, prisotnosti drugih hranljivih snovi v obroku, obliko absorbiranega Mn in individualnih razlik. Absorbira se nekje od 3 % do 8 % Mn, pri majhnih otrocih lahko tudi več (WHO, 2001).

Pomanjkanje Mn je bilo opaženo pri živalih, pri ljudeh pa za enkrat še ne. Znaki pomanjkanja se kažejo v slabši rasti, deformaciji okostja, pojavijo se motnje v reprodukciji, *ataksija* oz. motnja v usklajenosti mišičnih gibov pri novorojenih živalih ter težave pri presnovi ogljikovih hidratov in lipidov (WHO, 1996b). Med elementi v sledovih, ki se zauživajo peroralno, naj bi bil Mn najmanj toksičen. Pogosteje pride do zastrupitve zaradi kroničnega vdihavanja večjih količin Mn, ki je v zraku, kar je pogosteje v okolici rudnikov, jeklarn in v okolici nekaterih kemijskih industrij (Mena, 1981, cit. po WHO, 1996b). Glavni klinični znaki zastrupitve z Mn pri živalih sta zmanjšana rast in apetit, pojavijo se motnje v presnovi Fe, spremeni se tudi delovanje možganov (Hurley, 1987, cit. po WHO, 1996b). Klinični znaki zastrupitve z Mn pri rudarjih iz Čila so se pričeli kazati s hudimi psihičnimi motnjami, kot je huda razdražljivost, nasilnost in halucinacije. Z napredovanjem bolezni so nastale trajne okvare živčnega sistema in morfološke spremembe, podobne kot pri Parkinsonovi bolezni (Mena, 1981, cit. po WHO, 1996b).

2.5.6 Selen

Selen (Se) spada med esencialne elemente v sledovih in je pomemben pri prehrani živali saj sodeluje pri več procesih povezanih s produkcijo, reprodukcijo in preventivo pred boleznimi (Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010). Ima dvojno vlogo saj je pri nižjih koncentracijah esencialen, pri višjih pa toksičen. Okno, kjer določamo esencialnost in toksičnost Se, je zelo ozko in sicer med 0,1 in 1 mg/kg. V telesu ga je največ v prečno progastih oz. skeletnih mišicah, jetrih in ledvicah (Foster in Sumar, 1997, cit. po Žnidarčič, 2011).

Je bistvenega pomena za sintezo hormonov ščitnice, pomemben je tudi pri pretvorbi T4 (neaktivna oblika tiroksina) v T3 (aktivna oblika), prav tako pa je potreben tudi za dobro delovanje imunskega sistema. O pomenu Se so prvič poročali leta 1957, ko se njegovo pomanjkanje povezali s pomanjkanjem vitamina E, kar se je kazalo z distrofijo mišic ali »white muscle disease« (Muth in sod., 1958, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010). Ta pri novorojencih, predvsem pri prežvekovalcih, povzroča pogin, pri odrasčajočih in odraslih živalih pa motnje v prireji (Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010). Biološki pomen Se so odkrili leta 1957, da je strukturni del selenoencimov, pa so odkrili leta 1973, ko so odkrili encim glutation peroksidazo (GSH-PK) in njegovo vlogo pri regulaciji oksidativnih procesov in zaščiti celičnih membran (Rotruck in sod., 1973, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010). Istega leta so odkrili tudi vlogo Se kot strukturno

komponento bakterijskih reduktaz (Stadtman, 2005, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010). Pomanjkanje Se poškoduje predvsem celične in mitohondrijske membrane (Combs in Combs, 1986, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010; Behne in Kyriakopoulos, 2001, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010).

Vsebnost Se v tleh, v rastlinah ter v krvi in tkivih živali se lahko uporablja za diagnosticiranje pomanjkanja Se. Če je v tleh preveč Se, to predstavlja resen problem in možnost zastrupitve. Preden so določili in opisali pomembnost Se kot esencialnega elementa in njegovo vlogo pri živalih ter posledice pomanjkanja, so opazovali tudi posledice zastrupitve s Se (Allan in sod., 1999, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010; Driscoll in Copeland, 2003, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010). Pomanjkanje Se se pojavi, kadar je vsebnost tega elementa v tleh nizka ali pa tla vsebujejo visoke koncentracije drugih elementov kot so npr. Ca, S, Cu in arzen (As), ki konkurirajo Se in ovirajo njegovo uporabo s strani rastlin. Prisotnost naštetih elementov ter maščob z večkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami in nitriti v obroku, pa lahko zmanjšajo absorpcijo Se v tankem črevesu (Combs in Combs, 1986, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010).

Pomanjkanje Se močno prizadene zdravje živali in njihovo prirejo. Pri mladičih je zaradi degenerativnih sprememb v srčni mišici visoka stopnja umrljivosti (Ramírez in sod., 2001a, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010). Med posledice pomanjkanja Se na prirejo spadajo manjši prirasti (Sheppard in sod., 1984, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010; Oblitas in sod., 2000, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010), slabša prireja mleka in volne, slabša plodnost in manjša gnezda pri samicah (Segerson in Ganapathy, 1980, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010; Sheppard in sod., 1984, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010) ter slabša kakovost semena pri samcih (Beckett in Arthur, 2005, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010). Nizka aktivnost GSH-PK povzroča poškodbe na celičnih membranah zaradi peroksidov, še posebej na mitohondrijskih membranah. Povečuje tudi krhkost eritrocitov, kar vodi v anemijo, poškoduje pa lahko tudi celični endotelij in s tem povzroča splošni edem. Da ima pomanjkanje Se vpliv na zdravstveno stanje, so ugotovili prav iz poškodb membran. Kot primer je prehranska mišična distrofija (nutrition muscular dystrophy), ki se kaže z degenerativnimi spremembami skeletne in srčne mišičnine pri mladih živalih (Norton in McCarthy, 1986, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010; Spears in sod., 1986, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010; Gabryszuk in Klewicz, 2002, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010). To je v povezavi z degenerativnimi spremembami miokarda pri jagnjetih in kozličih in mišičnimi spremembami pri odraslih (Ramírez in sod., 2001a, b, 2004, 2005, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010).

Čeprav pomanjkanje Se lahko prizadene vse vrste domačih živali, so prežvekovalci najbolj dovzetni, še posebej drobnica. Občutljivost je pri prežvekovalcih povečana predvsem zaradi večdelnega želodca, kjer se v predželodcih tvorijo netopne oblike Se, porabljajo pa

ga tudi mikroorganizmi v vampu. Del Se mikroorganizmi pretvorijo v netopno obliko, drugi del pa je vključen v beljakovine bakterij in v tvorbo selenoaminokislin (Harrison in Conrad, 1984a in b, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010). Vampova vsebina odrasle ovce vsebuje 46-krat večjo koncentracijo Se, kot je bila koncentracija zaužitega selena (Whanger, 2002, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010). Vendar pa je prevladujoča oblika selenometionin, ki nastane pod vplivom mikroorganizmov in je slabo izkoristljiv, kar pojasni slabšo absorpcijo zaužitega Se pri prežvekovalcih (prežvekovalci izkoristijo 11-35 % zaužitega Se, neprežvekovalci pa kar 77-85 %). Absorpcija Se poteka, tako pri prežvekovalcih, kot tudi pri neprežvekovalcih, v dvanajstniku (Koenig in sod., 1991, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010; Groff in sod., 1995, cit. po Ghany Hefnawy in Tórtoa-Pérez, 2010).

2.5.7 Krom

Krom (Cr) je esencialen element v sledovih, ki ima vlogo pri več presnovnih procesih, med drugim pri presnovi lipidov, ogljikovih hidratov in beljakovin (WHO, 1996a). Trivalentna oblika kroma (III) je najbolj pogosta v naravi, pogosta pa je tudi heksavalentna oblika kroma (VI), ki pa velja pri ljudeh za zelo strupeno in rakotvorno obliko (Thompson, 2007a).

Kot navaja DRI (2001a) je ocena absorpcije kroma (III) nekje med 0,4 % in 2,5 %. Pri živalih zastrupitev s Cr ni pogosta. V enem primeru je bil razlog za pogin večjega števila goveda s heksavalentnim kromom onesnaženo polje (Thompson in sod., 1991, cit. po Thompson, 2007a), v drugem pa raztopina Cr, ki se je vpila skozi kožo in tako povzročila pogin pri govedu (Talcott in sod., 2005, cit. po Thompson, 2007a). Akutna zastrupitev s Cr povzroči vnetje prebavnega trakta ter poškodbo ledvic in jeter, kronična zastrupitev pa gastroenteritis in dermatitis (Thompson, 2007a).

2.5.8 Kobalt

Kobalt (Co) je naravno prisoten element, ki se pojavlja v treh oblikah, z valenčnim številom 0, +2 ali +3. Viri izpostavljenosti Co in spojinam, ki vsebujejo Co so tako naravni kot antropogeni. Naravni viri so: prah, ki ga raznaša veter, pršenje morske vode, vulkani, gozdni požari... Antropogeni viri pa vključujejo uporabo fosilnih goriv, kanalizacijske odplake, fosfatna gnojila, rudarjenje in taljenje kobaltne rude ter obdelava kobaltnih zlitin (WHO, 2006).

Največji vir izpostavljenosti organizma Co je zauživanje Co s hrano. Ocenjen vnos je 5-40 µg/dan. Drugi način izpostavljenosti Co je z vdihovanjem Co delcev. Ti se nalagajo v dihalih, kjer se lahko ohranijo ali pa se raztopijo in absorbirajo v kri. Lahko pa se prenesejo tudi mehanično s požiranjem slin, v gastrointestinalni trakt, kjer se ga absorbira približno 50 %. Pri osebah s pomanjkanjem Fe se delež absorbiranega Co še poveča (WHO, 2006).

Pri hrčkih, ki so bili celo življenje izpostavljeni kobaltovem oksidu, se je pojavil emfizem. Miši in podgane, ki so bile 105 tednov izpostavljene kobaltovem sulfatu, so na pljučih dobile tumorje. Co pa vpliva tudi na razvoj in na reprodukcijo pri sesalcih. Pri podganah in miših je bilo moč opaziti degeneracijo in atrofijo testisov. Ko so samce, ki so bili izpostavljeni Co, parili z Co ne izpostavljenimi samicami, so opazili manjšo plodnost (manj uspešnih parjenj), ki je posledica zmanjšanega obmodka, manjših testisov in manjšega števila semenčic. Breje podgane, izpostavljene Co, so kotile mladiče, ki niso bili zadovoljivo telesno razviti in je bila tako preživitvena sposobnost manjša. Pri kuncih pa se je povečalo število odmrlih zarodkov (WHO, 2006).

2.6 TOKSIČNA ELEMENTA, NJUNA ABSORPCIJA IN TOKSIČNI UČINKI NA ŽIVALSKI ORGANIZEM

2.6.1 Arzen

Arzen (As) je element, ki je prisoten povsod in se uporablja na več področjih, kot na primer pri pripravi insekticidov, herbicidov, sredstev za zaščito lesa in pri osvinčenem bencinu. V naravi je prisoten v rudi, v vulkanih, zemlji, mineralih in tudi v podtalnici, uporabili pa so ga tudi v zdravilne namene (npr.: pri zdravljenju srčne gliste pri psih). Je odgovoren za veliko zastrupitev, tako pri ljudeh, kot pri živalih. Pojavlja se v različnih oblikah. Lahko je v organski ali anorganski obliki z valenčnim številom +3 ali +5. Arzenit (As^{+3}) je bolj toksičen kot arzenat (As^{+5}), 10-krat bolj toksičen je tudi anorganski arzen v primerjavi z organskim arzenom. Toksičnost As je tako odvisna od njegove oblike, prav tako pa so od oblike As odvisni simptomi, ki kažejo na zastrupitev. Zastrupitev z anorganskim arzenom in z organskim trivalentnim arzenom prizadene gastrointestinalni trakt in kapilare, če je prisoten v ekstremno majhnih količinah je mogoče, da telo razvije tudi odpornost. Pentavalentni organski arzen pa povzroča nevrološki sindrom (Garland, 2007a). Arzenove spojine so bile označene kot rakotvorne spojine pri ljudeh, kar pa ne velja pri živalih (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1990, cit. po Garland, 2007a).

Na absorpcijo As spojin vpliva več dejavnikov, od katerih so najpomembnejši oblika As, velikost delcev, čistost in topnost, vrsta prizadetega organizma in njegovo fizično stanje oz. kondicija. Občutljivost na anorgansko obliko As spojin se med vrstami razlikuje. Najvišja je pri ljudeh, sledijo psi, podgane in miši (Harrison in sod., 1958, cit. po Garland, 2007a; Hays, 1982, cit. po Garland, 2007a). Ker na absorpcijo in na toksičnost As spojin vpliva več dejavnikov je težko točno določiti letalno dozo. Pentavalentni organski As se bolje absorbira skozi gastrointestinalni trakt kot trivalentni, se pa oba v majhnih količinah lahko absorbirata tudi skozi kožo, kjer se običajno tudi zadrži (Garland, 2007a).

Ko se As spojine absorbirajo, po krvi potujejo do vseh organov. As se nalaga v jetrih, vranici, ledvicah in pljučih. Če se As spojine oz. As kronično nalaga v organizem, ga najdemo v kosteh, v koži, v laseh in dlakah ter v nohtih in parkljih (Agency for Toxic

Substances and Disease Registry, 1990, cit. po Garland, 2007a). Med 40 % in 70 % absorbiranih pentavalentnih As spojin se s sečem izloči v roku 48 ur (Vahter, 1983, cit. po Garland, 2007a). Prav tako se izloča s potenjem, a v veliko manjših količinah. Trivalentne oblike As se izločajo počasneje in sicer z žolčem v iztrebke (Garland, 2007a).

Znaki zastrupitve z anorganskimi ali z trivalentnimi organskimi As spojinami so podobni. Perakutna zastrupitev se običajno konča z nenadno smrtjo v roku od nekaj minut do nekaj ur. Akutna zastrupitev se kaže s kolikami, bruhanjem, živali so šibke in se nestabilno in nekoordinirano premikajo. Imajo šibek pulz, drisko, kasneje padejo v šok in v nezavest ter poginejo. Pri dalj časa trajajočem zastrupljanju z manjšimi odmerki (subakutna zastrupitev) bo žival v nekaj dneh razvila anoreksijo in depresijo. Premikanje postane težko, nekoordinirano, prisotna je zelo vodena, krvava driska. V seču so prisotne beljakovine in strdki (National Academy of Science, 1997, cit. po Garland, 2007a; Osweiler in sod., 1985, cit. po Garland, 2007a). Živali obolele za kronično obliko zastrupitve so neprestano žejne, imajo grobo in suho dlako ter suhe in rdeče sluznice, pri govedu se pojavijo tudi povečani sklepi (Garland, 2007a).

2.6.2 Kadmij

Kadmij (Cd) običajno najdemo v mineralni obliki, v kombinaciji z drugimi elementi npr.: kadmijev oksid, kadmijev klorid, kadmijev sulfat (ATSDR, 1999, cit. po Hooser, 2007a). Številne snovi so sestavljene iz Cd. Uporablja se pri baterijah, pri spajanju in varjenju, pri polprevodnikih, solarnih celicah, kot stabilizator plastike ali pa kot prevleka za železo in jeklo. Vse vrste kamnin in zemlje vsebujejo vsaj malo Cd. V okolje prihaja s taljenjem in čiščenjem cinka in cinkove rude, s sežiganjem premoga, z odpadki iz rudnikov, s proizvodnjo železa in jekla in z gnojenjem s fosfatnimi gnojili in gnojevko (Klasing, 2005, cit. po Hooser, 2007a).

Na nalaganje Cd v živalski organizem najbolj vpliva onesnaženost okolja s Cd, krmljenje mineralnih dodatkov, ki vsebujejo Cd, ter gnojenje travnikov in pašnikov s fosfatnimi gnojili in gnojevko, kar vpliva na količino Cd v tleh (Piscator, 1985, cit. po Hooser, 2007a). Nekatere rastline brez težav vežejo Cd iz tal, kar ga naredi dostopnega rastlinojedim živalim. Tak primer je detelja. Tista, ki je rasla na s fosfatnimi gnojili močno pognojjenih tleh, je v primerjavi z deteljo, ki je rasla na malo pognojjenih tleh, vsebovala veliko več Cd (McLaughlin in sod., 1997, cit. po Hooser, 2007a).

Živali največ Cd dobijo v telo ravno z zauživanjem krme. Absorpcija Cd v črevesu je v primerjavi z Fe in Zn (ki sta tudi divalentna kationa) razmeroma nizka in sicer 1-5 % pri večini živali ter 16 % pri govedu (Klasing, 2005, cit. po Hooser, 2007a). Po absorpciji se Cd, vezan na serumske beljakovine po plazmi transportira po vsem telesu. Največja koncentracija Cd, približno ena polovica vsega Cd v telesu, se nahaja v jetrih in ledvicah, mišice in kosti pa ga ne vsebujejo veliko. Prisotnost Cd v krvi nakazuje na nedavno

izpostavitvev organizma kadmijevim spojinam, prisotnost Cd v seču pa nakazuje, kako je z njim obremenjeno telo. Slabo se prenaša v mleko in v jajca ter preko placente iz matere na plod (Klassing, 2005, cit. po Hooser, 2007a). Tudi izločanje Cd iz telesa je slabo oz. počasno. Dnevno se s sečem izloči približno 0,009 % od vsega Cd v telesu, preko žolča pa se z iztrebki izloči 0,007 %. Cd v celici ovira redoks reakcije, saj se veže na beljakovine. Prav tako lahko izpodrine Zn in druge divalentne kovine, ter zasede njihovo mesto na beljakovinah. Primer takega delovanja najdemo na testisih, ko Cd ovira delovanje cinkovih beljakovin, kar vodi obširno apoptozo in nekrozo (Xu in sod., 1999, cit. po Hooser, 2007a).

Povečana izpostavljenost Cd ter kombinaciji Cd, Zn, Pb in drugih kovin se še naprej pojavlja v okolici talilnic in predelovalnic kovin (ne železa), kar se kaže z zastrupitvami s temi kovinami. Posledice, ki so nastale zaradi zastrupitve s Cd je težko ločiti od tistih, ki so nastale zaradi Zn, Pb in drugih kovin. Pri živalih zmanjšamo možnost za zastrupitev s Cd tako, da jih ne izpostavljam o nesnaženemu okolju in krmi. Čeprav je pri domačih živalih zastrupitev s Cd redka, je le teh več pri pašnih živalih (Hooser, 2007a).

2.7 VPLIVI NA VSEBNOST ELEMENTOV V MIŠIČNINI

2.7.1 Vpliv genotipa, spola in starosti na vsebnost elementov

Giuffrida-Mendoza in sod. (2007) so naredili poskus, v katerem so uporabili 64 vodnih bivolov (v nadaljevanju bivol) in 68 z zebujem križanih govedi (v nadaljevanju zebu). Cilj tega poskusa je bil določiti razlike v vsebnosti mikroelementov in makroelementov v *M. longissimus dorsi thoracis* pri bivolih in zebujih, rejenih v ekstenzivnih pogojih v savani (paša in mineralni dodatek) pri različnih starostih. Pri obeh vrstah so proučili tudi vpliv spola in starosti na vsebnost elementov v mišici. Zakol živali je bil opravljen bodisi po odstavitvi (pri starosti 7 mesecev) bodisi pri starosti 17, 19 ali 24 mesecev (preglednica 2).

Preglednica 2: Vpliv vrste, starosti in interakcije na vsebnost elementov (mg/kg svežega vzorca) v *M. Longissimus Dorsi* pri bivolih in zebujih (Giuffrida-Mendoza in sod., 2007).

	N	17 mesecev		19 mesecev		24 mesecev		Pasma	Starost	Interakcija
		B	Z	B	Z	B	Z			
Mg	92	223,5	218,2	253,4	254,2	250,9	235,8	NS	0,0001	NS
Mn	97	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	NS	0,0001	NS
Fe	88	24,3	23,4	22,8	23,9	25,5	17,5	0,001	0,0011	0,0001
Zn	97	36,5	36,6	36,5	37,7	43,4	38,3	NS	0,007	NS
Cu	96	1,5	1,6	1,5	1,5	0,9	0,9	NS	0,0001	NS

N: št. Vzorcev; B: bivol; Z: zebu; NS: non-significant – ni značilen ($P > 0,05$)

Vpliv vrste živali na vsebnost Mg, Mn, Zn in Cu ni bil statistično značilen pri nobeni starostni skupini, razen pri Fe in sicer za vse tri starostne skupine. Enako velja za

interakcijo med vrsto in starostjo, ki je bila statistično značilna le pri Fe. Statistično značilen pa je bil vpliv starosti na vsebnost vseh elementov (Giuffrida-Mendoza in sod., 2007).

López Alonso in sod. (2000) so opravili raziskavo na kravah in teletih iz severozahodne Španije, natančneje iz Galicije. Na vsebnost toksičnih in esencialnih elementov so analizirali jetra, ledvica, mišice in kri. Jetra in ledvica so analizirali zato, ker se tam pogosto skladiščijo največje koncentracije težkih kovin (Schulz-Schroeder, 1991, cit. po López Alonso in sod., 2000; Potthast, 1993, cit. po López Alonso in sod., 2000), meso in kri pa zato, ker sta zelo pomembna z vidika humane prehrane. Vzorce so odvzeli v vseh 36 klavnicah v Galiciji, tako da so bili dobljeni rezultati reprezentativni za celotno področje Galicije. Vzorci so bili odvzeti zdravim živalim in sicer 438 teletom, starimi med 6 in 10 meseci ter 56 kravam, starimi med 2 in 16 let. Pri teletih sta bila spola približno enako zastopana (204 živali ženskega spola – teleta (Ž) in 234 živali moškega spola – teleta (M)). Pri teletih so za analizo vzeli vzorec prsne mišice (skupno 438 vzorcev), pri kravah pa vzorec diafragme (skupno 56 vzorcev). Določali so koncentracije As, Cd, Cu, Zn in Pb ter preverili ali je vpliv spola telet statistično značilen. Preverili so tudi interakcijo med starostjo in skupino (teleta (Ž) in krave; preglednica 3).

Preglednica 3: Vsebnost As in Cd (v µg/kg svežega vzorca) ter Cu in Zn (v mg/kg svežega vzorca) v prsni mišici pri teletih in diafragmi pri kravah (povzeto po: López Alonso in sod., 2000)

		As	Cd	Cu	Zn
Teleta (M)	GM	3,69	0,842	0,637	46,6*
	Razpon	ND-19,0	ND-29,2	0,119-1,30	29,2-69,4
	N	234 (211)	234 (137)	234	234
Teleta (Ž)	GM	3,83	0,835	0,662	48,0
	Razpon	ND-24,5	ND-19,7	0,160-1,33	31,3-69,6
	N	204 (179)	204 (128)	204	204
Krave	GM	4,25	0,944	1,68***	52,5***
	Razpon	ND-14,6	ND-8,28	1,26-2,24	43,8-63,3
	N	56 (44)	56 (29)	56	56

GM: geometrična sredina; Razpon: najmanjša in največja izmerjena vrednost; ND: pod mejo detekcije; N: št. vzorcev; (): št. vzorcev pod mejo detekcije. *P < 0,05; **P < 0,01, ***P < 0,001

V preglednici 3 lahko vidimo, da je bilo pri As in Cd pri vseh treh skupinah veliko vzorcev s koncentracijami pod mejo detekcije. Tako pri vsebnosti As, kot tudi pri vsebnosti Cd, ni bilo statistično značilnih razlik med spoloma pri teletih, pa tudi vpliv interakcije med starostjo in skupino (med kravami in teleti (Ž)) ni bil statistično značilen.

Cu in Zn sta bila v mišicah zastopana v večjih koncentracijah, zato tudi ni bilo vzorcev, ki bi bili pod mejo detekcije. Pri koncentraciji Cu v vzorcih ni bilo statistično značilnih razlik med spoloma pri teletih. Razlike pa so bile statistično značilne pri primerjavi vsebnosti Cu v vzorcih prsne mišice pri teletih (Ž) in diafragme pri kravah ($P < 0,001$). Diafragma pri kravah je vsebovala višjo koncentracijo Cu, kot prsna mišica pri teletih (Ž). Pri vsebnosti Zn pa so bile statistično značilne razlike tako med spoloma pri teletih ($P < 0,05$), kot tudi pri primerjavi dveh različnih starostnih skupin zaradi vpliva interakcije med starostjo in skupino ($P < 0,001$). Teleta (M) so imela nižjo koncentracijo Zn kot teleta (Ž), teleta (Ž) pa so imele v povprečju nižjo koncentracijo Zn kot krave.

Schönfeldt in sod. (2010) so proučevali vpliv starosti na vsebnost hranljivih snovi v presnem in kuhanem mesu goveda iz Južnoafriške Republike. Uporabili so 54 telic in telet, katerih klavni trupi so tehtali med 190 in 240 kg. Razdeljeni so bili v tri starostne skupine. V prvi skupini so bile živali stare do 793 dni ($\pm 6,4$ dni) in še niso imele nobenega stalnega sekalca, v drugi skupini so bile živali stare med 793 dnevi ($\pm 6,4$ dni) in 1001 dnevi ($\pm 8,6$ dni) ter so imele dva stalna sekalca, v tretji starostni skupini pa so bile živali stare več kot 1462 dni ($\pm 10,5$ dni) in so imele osem stalnih zob. V vsaki starostni skupini je bilo šest skupin zamaščenosti, znotraj katere so bili po trije klavni trupi. Skupno je bilo za analizo pripravljenih 54 trupov, ter analiziranih 270 vzorcev (3 starostne skupine $\times$ 6 skupin zamaščenosti $\times$ 1 skupen vzorec treh klavnih trupov znotraj skupine zamaščenosti $\times$ 15 klavnih delov).

Na koncentracije spodaj naštetih elementov (preglednica 4) starost ni imela statistično značilnega vpliva. Bilo pa je opaziti, da tretja starostna skupina vsebuje več Fe, kar nakazuje, da se z leti Fe nalaga v organizmu. Podobno velja tudi za Zn in Mg (Bjorkstein, 1968, cit. po Schönfeldt in sod., 2010).

Preglednica 4: Vsebnost esencialnih elementov v presnem mesu pri govedu iz Južnoafriške Republike pri treh različnih starostnih skupinah (povzeto po: Schönfeldt in sod., 2010).

	Enota	Starostna skupina 1	Starostna skupina 2	Starostna skupina 3
Mg	mg/kg	182	190	200
Cu	mg/kg	2,29	1,65	1,41
Zn	mg/kg	32,8	35,9	35,3
Mn	$\mu\text{g/kg}$	140	170	120
Fe	mg/kg	9,4	10,8	19,4

2.7.2 Način reje, prehrana in okolje

Blanco-Penedo in sod. (2010) so ocenjevali vsebnosti esencialnih in neesencialnih elementov v telečjem mesu pri treh različnih načinih reje. Raziskavo so opravili na treh

različnih območjih v Galiciji v SZ Španiji (območje B = Baralla, območje M = Montederramo, območje V = Vilalba). Na vsakem območju so izbrali ekološko (E), integrirano (I) in konvencionalno (K) rejo. Ob zakolu so vzeli vzorec mišice (diafragme) 166 teletom, ki so bila stara med 7 in 10 meseci.

Koncentracije neesencialnih elementov so bile zelo nizke (preglednica 5). Pri As je bilo 96,6 % meritev pod mejo detekcije (meja detekcije: 0,012 µg/g), pri Cd pa so bile v vseh vzorcih izmerjene koncentracije nižje od 10 µg/kg svežega vzorca (meja detekcije Cd 0,001 µg/g). Nobena koncentracija tako ni presegla največje dovoljene koncentracije za Cd, to je 0,050 mg/kg svežega vzorca, ki jo je leta 2001 uvedla Evropska komisija (Blanco-Penedo, 2010). Med farmami ni bilo večjih razlik v vsebnosti Cd, saj so se povprečne vrednosti gibale med 3,16 µg/kg in 4,07 µg/kg (tako manjša, kot večja vrednost sta bili izmerjeni v mišičnini pri konvencionalno vzrejenih teletih).

Preglednica 5: Koncentracija toksičnih elementov v mišičnini (v µg/kg svežega vzorca) pri teletih v SZ Španiji (povzeto po: Blanco-Penedo in sod., 2010)

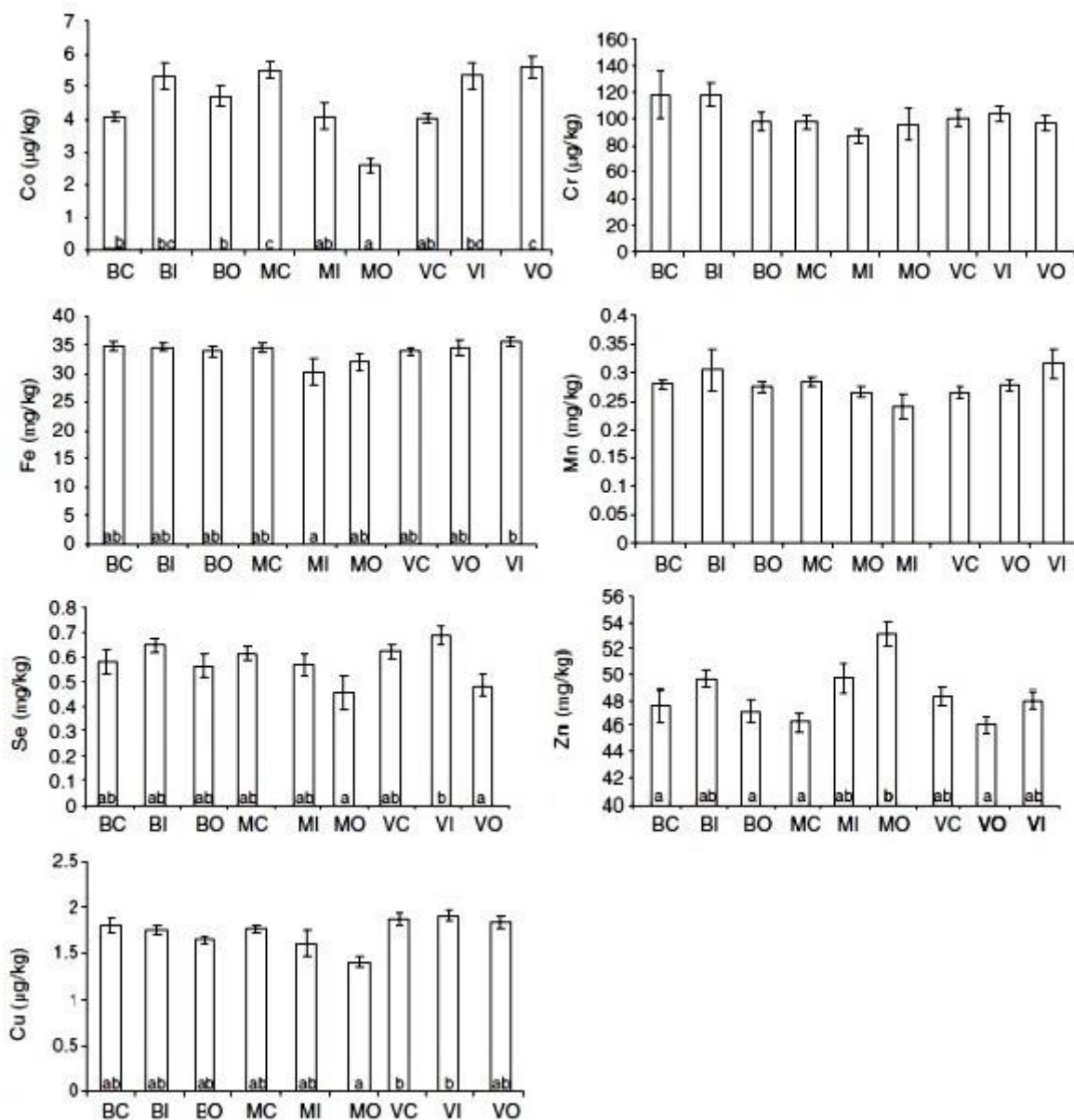
Področje		Območje B			Območje M			Območje V		
Način reje		K	I	E	K	I	E	K	I	E
As	N	13 (13)	14 (13)	14 (14)	14 (14)	13 (11)	8 (7)	14 (14)	14 (14)	15 (15)
	GM	ND	6,83	ND	ND	6,95	6,82	ND	ND	ND
Cd	N	13	14	14	14	13	8	14	13	15
	GM	3,73	3,48	3,62	3,16	3,57	3,20	4,07	3,59	4,02

B, M, V: različna območja v Galiciji; K: konvencionalni način reje; I: integrirani način reje; E: ekološki način reje živali; GM: geometrična sredina; ND: pod mejo detekcije; N: št. vzorcev; (): št. vzorcev pod mejo detekcije

Koncentracije esencialnih elementov, ko so jih Blanco-Penedo in sod. (2010) dobili z analizo diafragme pri teletih prikazuje slika 5. Na koncentracijo večine esencialnih elementov je imela tehnologija reje statistično značilen vpliv, razen pri koncentraciji Cr in Mn, kjer tehnologija reje ni imela nobenega vpliva. Znotraj posameznih območij so bile ponekod statistično značilne razlike med tehnologijami reje, ponekod teh razlik ni bilo.

Vrednosti, odčitane iz grafov nakazujejo, da so se koncentracije Co povprečno gibale med 2,5 µg/kg v ekoloških rejah na območju M in 5,5 µg/kg (ekološka reja na območju V). Koncentracija Fe je bila najnižja pri integriranem načinu reje na območju M (povprečno 31 mg/kg), najvišja pa pri integriranem načinu reje na območju V (povprečno 36 mg/kg). Koncentracija Se je bila najnižja pri ekološkem kmetovanju na območju M (povprečno 0,45 mg/kg), najvišja pa pri integriranem načinu reje na območju V (povprečno 0,7 mg/kg). Teleta iz ekološkega način reje na območju M so imela tudi najnižjo koncentracijo Cu v mišičnini, ki je povprečno znašala 1,4 µg/kg. Najvišje koncentracije Cu so izmerili

na območju V (integrirana reja: povprečno 1,9 $\mu\text{g/kg}$). Povprečne koncentracije Cr so se gibale med 90 $\mu\text{g/kg}$ in 120 $\mu\text{g/kg}$, povprečne koncentracije Mn pa med 0,23 mg/kg in 0,31 mg/kg. Povprečna koncentracija Zn je bila najnižja pri ekološki reji na območju V, to je 46 mg/kg, najvišja pa pri ekološki reji na območju M, 53 mg/kg (Blanco-Penedo in sod., 2010).



B, M, V – različna območja v Galiciji; C – konvencionalni način reje; I – integrirani način reje; O – ekološki način reje živali. Vrednosti označene z različnimi črkami se statistično značilno ($p < 0,05$) razlikujejo.

Slika 5: Vsebnost esencialnih elementov v mišici diafragmi pri teletih v SZ Španiji (povzeto po: Blanco-Penedo in sod., 2010)

Miranda in sod. (2005) so v svoji študiji ocenili, koliko prispeva antropogeno onesnaževanje na vsebnost toksičnih elementov pri teletih v severni Španiji, ter kako izpostavljenost toksičnim elementom vpliva na presnovo esencialnih elementov. Primerjali so vsebnost Cd, As ter Cu, Zn in Fe v vzorcih odvzetih živalim s podeželskega in industrijskega območja. Teleta (zastopana sta bila oba spola) so bila vse od rojstva pa do zakola rejena na isti farmi. Tekom pašne sezone so se pasla, pozimi pa so jih krmili z lokalno pridelanim senom in silažo. Starost telet ob zakolu je bila med 9 in 12 meseci (povprečje za podeželsko območje: $10,5 \pm 1,02$ mesecev, povprečje za industrijsko območje: $10,6 \pm 1,04$ mesecev).

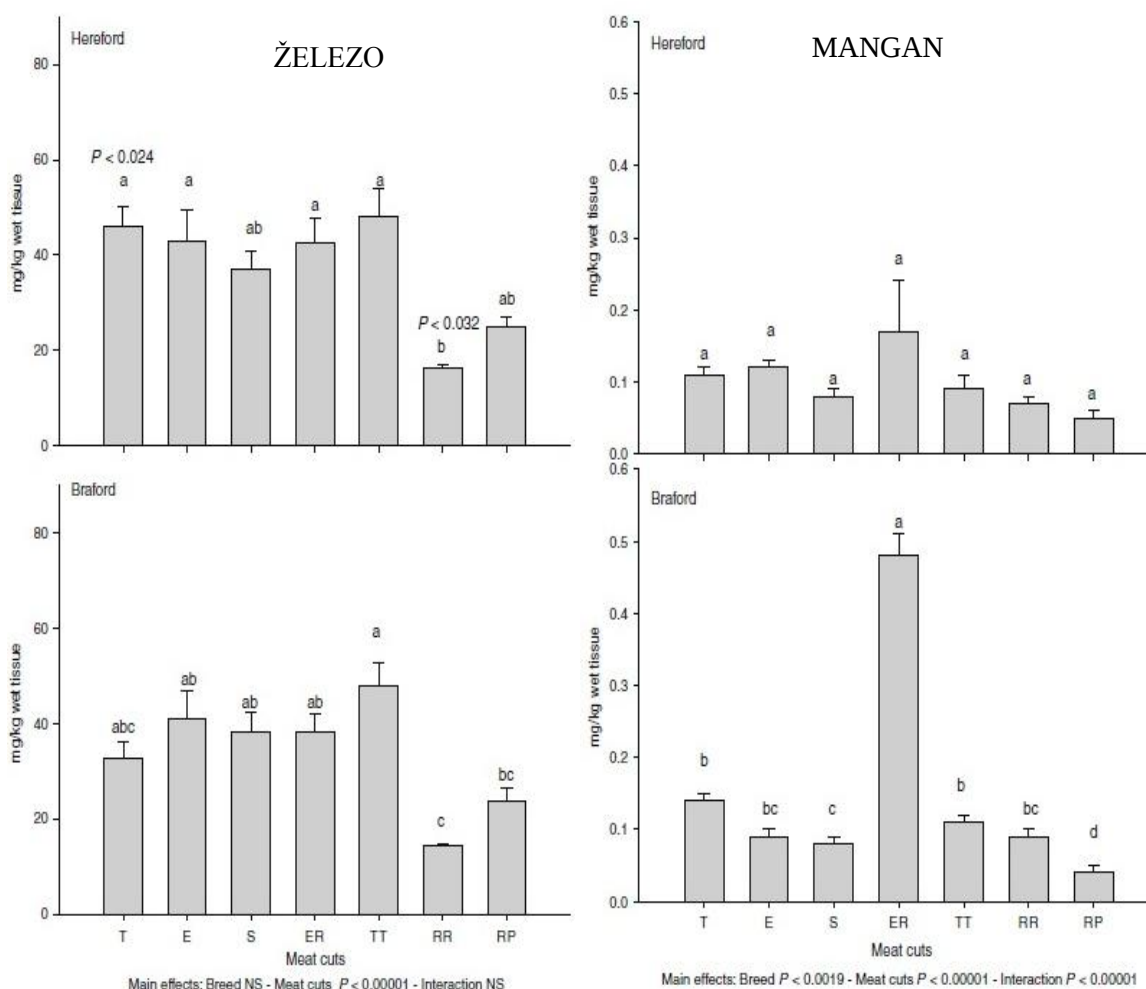
Ugotovili so, da je onesnaževanje vplivalo le na vsebnost Cd, saj je bila razlika med industrijskim in podeželskim območjem statistično značilna ($P < 0,05$). V mesu, prirejenim na industrijskem območju je bilo Cd $1,33 \mu\text{g/kg}$ svežega vzorca, v mesu, prirejenim na podeželskem območju pa $0,989 \mu\text{g/kg}$. Pri ostalih toksičnih elementih vpliv onesnaževanja ni bil statistično značilen. As je bilo na industrijskih območjih $3,87 \mu\text{g/kg}$, v mišičnini živali s podeželja pa $3,52 \mu\text{g/kg}$ svežega vzorca. Na nobenega od izmerjenih esencialnih elementov onesnaževanje ni statistično značilno vplivalo. Na industrijskem območju je bila v mesu izmerjena koncentracija Cu $1,46 \text{ mg/kg}$, Zn $46,6 \text{ mg/kg}$ in Fe $54,4 \text{ mg/kg}$ svežega vzorca mišičnine. Pri teletih s podeželja pa je bilo Cu $1,45 \text{ mg/kg}$, Zn $47,0 \text{ mg/kg}$ ter Fe $52,8 \text{ mg/kg}$ svežega vzorca mesa (Miranda in sod., 2005).

Podobno raziskavo so opravili tudi v Belgiji, kjer so Waegeneers in sod. (2009) merili vsebnost toksičnih in esencialnih elementov v mesu, v ledvicah in v jetrih goveda, ki so bila več kot 18 mesecev rejena na onesnaženih območjih, v okolici predelovalnic cinka, svinca, bakra, kobalta ali dragih kovin. Za primerjavo so vzeli živali rejene na podeželju, ki so bile oddaljene od virov onesnaževanja. Skupno so vzeli in analizirali 53 vzorcev s kontaminiranih območij in 99 vzorcev z referenčnih območij. Večina vzorcev z referenčnih območij je imela vsebnost As, Cd in Pb pod mejo detekcije (57-82 % vzorcev). Pri vzorcih iz kontaminiranih območij je bilo pod mejo detekcije pri merjenju As 91 % vzorcev, pri merjenju pa Cd 28 % vzorcev. Povprečna vrednost vsebnosti Cd in Cu je bila višja pri vzorcih s kontaminiranih območjih (Cd: $4 \pm 4 \mu\text{g/kg}$, Cu: $2,2 \pm 0,5 \text{ mg/kg}$) kot pri vzorcih z referenčnih območij (Cd: $2 \pm 2 \mu\text{g/kg}$, Cu: $1,6 \pm 0,5 \text{ mg/kg}$). Pri As in Zn pa ni bilo opaziti nobenih razlik med obema območjema (kontaminirano območje: As $17 \pm 9 \mu\text{g/kg}$, Zn $41,2 \pm 6,6 \text{ mg/kg}$, referenčno območje: As $23 \pm 2,4 \mu\text{g/g}$, Zn $43,3 \pm 9,3 \text{ mg/g}$). Vsebnost Cd je bila v vseh vzorcih mesa pod dovoljeno mejo $0,05 \text{ mg/kg}$ svežega vzorca ($50 \mu\text{g/kg}$ svežega vzorca), ki velja za Evropo (EU 2006, cit. po Waegeneers in sod., 2009).

2.7.3 Vsebnost elementov v mesu glede na kos mesa oz. tip mišice

Cabrera in sod. (2010) so v poskusu s 14 hereford in s 15 braford križanci določali vsebnost Se, Cu, Zn, Fe in Mn v sedmih različnih kosih mesa. Biki so bili stari med 24 in 30 meseci ter vzrejeni na paši v Urugvaju. Sto petdeset dni pred zakolom so bike predstavili na boljše pašnike (80 % naravnega in 20 % obdelanega travinja – dosejana črna in plazeča detelja, navadna nokota in navadna pasja trava). Biki so bili rejeni ločeno po pasmah.

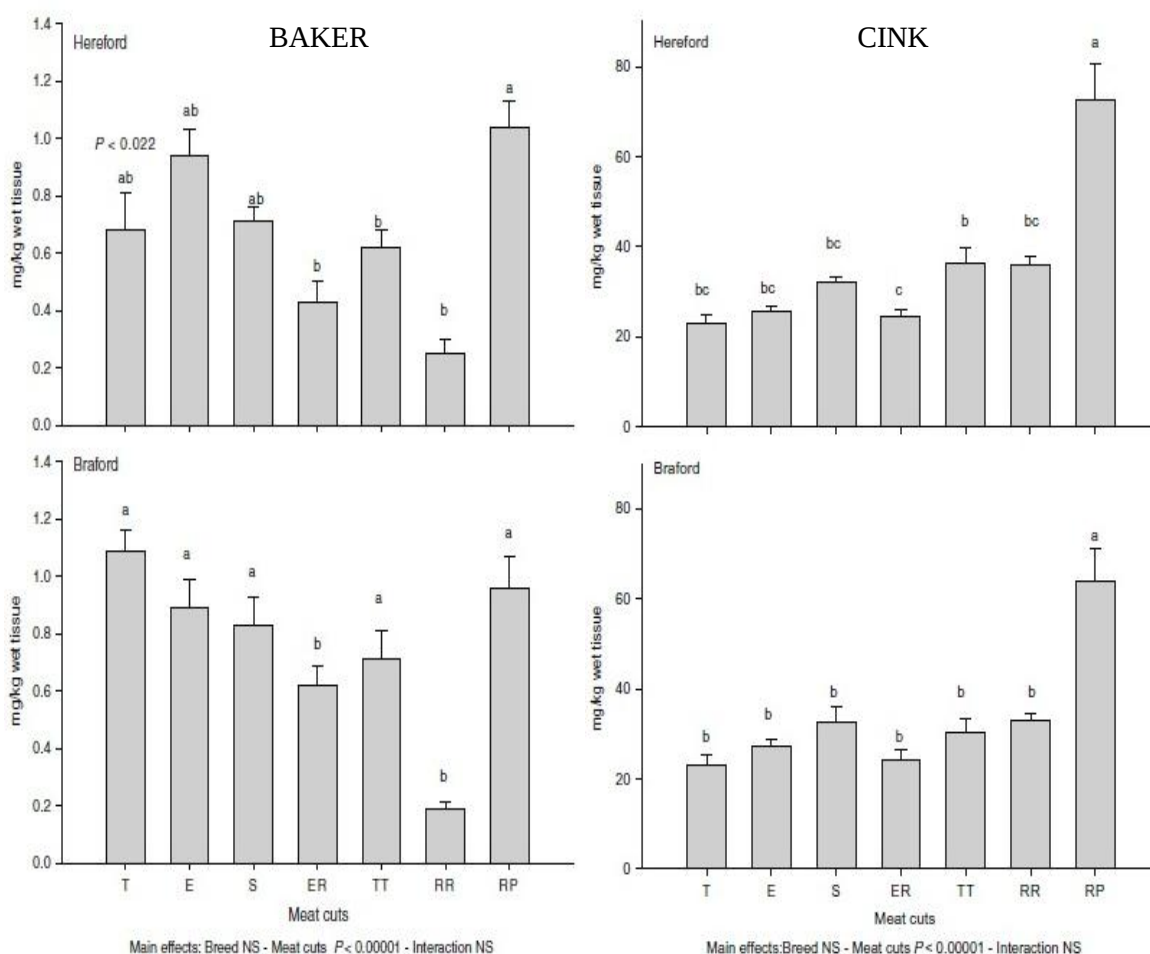
Kosi mesa, ki so jih Cabrera in sod. (2010) uporabili v poskusu so bili: pljučna pečenka (T), križ (E), ledja (S), beli krajec (ER), kepa (TT), bržola (RR) in potrebušina (RP). Rezultati, ki so jih dobili za Fe kažejo, da je imel le kos mesa statistično značilen vpliv na koncentracijo Fe ($P < 0,00001$). Ob primerjavi koncentracije Fe v pljučni pečenki, so vsebovale živali pasme hereford statistično značilno ($P < 0,024$) več Fe kot pasma braford, statistično značilna razlika je bila tudi pri koncentraciji Fe v bržoli. Če pa gledamo na splošno, vpliv pasme ni bil statistično značilen. Bržola je vsebovala tudi najmanjšo koncentracijo Fe v primerjavi z drugimi kosi mesa (14 mg/kg v bržoli pri brafordu ter 16 mg/kg pri herefordu). Povprečna najvišja koncentracija Fe je bila pri obeh pasmah v kepi (pri obeh pasmah povprečno 48 mg/kg). Na koncentracijo Mn je vplival kos mesa ($P < 0,00001$), pasma ($P < 0,0019$) ter interakcija med njima, ki je bila prav tako statistično značilna ($P < 0,00001$). Najvišjo koncentracijo Mn so našli v belem krajcu tako pri pasmi hereford (0,17 mg/kg), kot pri pasmi braford (0,48 mg/kg), najmanjšo pa v potrebušini. Pri brafordu je 0,04 mg/kg, pri herefordu pa 0,05 mg/kg.



Kosi mesa: T – pljučna pečenka, E – križ, S – ledja, ER – beli krajec, TT – kepa, RR – bržola, RP – potrebušina.

Slika 6: Vsebnost Fe in Mn (mg/kg svežega vzorca) pri pasmah hereford in braford pri sedmih različnih kosi mesa (povzetop: Cabrera in sod., 2010: 523, 524).

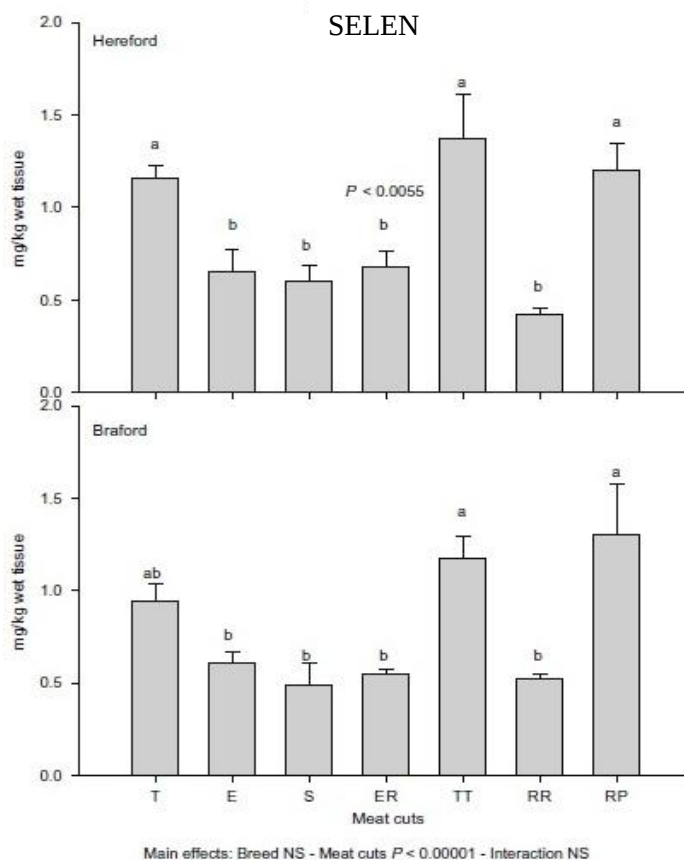
Na koncentracijo Cu in Zn je imel statistično značilen vpliv (slika 7) le kos mesa oz. mišica ($P < 0,001$). Med posameznimi kosi mesa so bile določene statistično značilne razlike med pasmama le pri pljučni pečenki ($P < 0,022$), kjer je bilo več Cu pri pasmi braford (povprečno 1,1 mg/kg) kot pri pasmi hereford (v povprečju 0,7 mg/kg). Izmed vseh sedmih kosov mesa je imela bržola najnižjo koncentracijo Cu (hereford: 0,25 mg/kg, braford: 0,2 mg/kg). Najvišjo koncentracijo Cu pri herefordu so našli v potrebušini in sicer 1,05 mg/kg, pri brafordu pa v pljučni pečenki. Povprečna koncentracija Zn je bila pri obeh pasmah najnižja v pljučni pečenki. Pri herefordu je znašala 22 mg/kg, pri brafordu pa 24 mg/kg. Najvišja povprečna koncentracija Zn je bila v potrebušini, kar prav tako velja za obe pasmi. Pri herefordu je povprečno 75 mg/kg Zn, pri brafordu pa 64 mg/kg Zn (Cabrera in sod., 2010).



Kosi mesa: T – pljučna pečenka, E – križ, S – ledja, ER – beli krajec, TT – kepa, RR – bržola, RP – potrebušina.

Slika 7: Vsebnost Cu in Zn (mg/kg svežega vzorca) pri pasmah hereford in braford pri sedmih različnih kosih mesa (povzeto po: Cabrera in sod., 2010: 521, 522).

Kot je razvidno iz slike 8, je bil kos mesa edini statistično značilen vpliv ($P < 0,001$). Edino pri belem kraju je bila med pasmo hereford in braford statistično značilna razlika ($P < 0,001$) v vsebnosti Se. Povprečna najnižja koncentracija Se pri pasmi hereford je bila v bržoli (0,4 mg/kg), najvišja pa v kepi (1,4 mg/kg). Pri pasmi braford je bila povprečna najnižja koncentracija Se v ledjih (0,5 mg/kg), najvišja pa v potrebušini (1,3 mg/kg) (povzeto po: Cabrera in sod., 2010).



Kosi mesa: T – pljučna pečenka, E – križ, S – ledja, ER – beli krajec, TT – kepa, RR – bržola, RP – potrebušina.

Slika 8: Vsebnost Se (mg/kg svežega vzorca) pri pasmah hereford in braford pri sedmih različnih kosih mesa (povzeto po: Cabrera, 2010: 520).

García-Vaquero in sod. (2011) so analizirali štiri različne mišice. Določili so vsebnost esencialnih (Co, Cr, Fe, Mn, Mo, Ni, Se in Zn) in neesencialnih elementov (As, Cd, Hg, Pb in Sn) v diafragmi (DI), srčni mišici (CA), prsni mišici (PE) in polkitasti stegenski mišici (SE). V eni prejšnjih raziskav, ki jih je naredila ta ista skupina raziskovalcev (García-Vaquero in sod., 2010) so ugotovili, da dodajanje bakrovega sulfata v obrok (natančno 15 mg $\text{Cu}_2\text{SO}_4/\text{kg}$ SS) vodi do znatnega zmanjšanja As, Pb in Hg v jetrih in ledvicah ter tudi do izrazitega zmanjšanja koncentracije Se v diafragmi (García-Vaquero in sod., 2010, cit. po García-Vaquero in sod., 2011). Zaradi zgoraj naštetih vplivov, ki jih ima dodajanje bakrovega sulfata v obrok, so se odločili analizirati njegov vpliv na različne tipe mišic.

García-Vaquero in sod. (2011) so ugotovili, da je dodajanje bakrovega sulfata vplivalo le na vsebnost As in Se v mesu. Razlike med skupinama so bile tako pri As, kot pri Se, pri vseh štirih mišicah statistično značilne. Koncentracija As se je gibala med 1 in 5 ng/g svežega vzorca, koncentracija Se pa med 0,07 in 0,17 ng/g. Vsebnost elementov v srčni mišici se je močno razlikovala od vsebnosti v drugih, prečno progastih, mišicah (razen pri Cd, kjer se vsebnost CA statistično značilno razlikuje le od PE). Seveda pa so bile razlike

tudi med prečno progastimi mišicami. Pri Co (povprečna koncentracija 2,5 ng/g) in Cd (razpon med 0,05 in 0,35 ng/g) so bile statistično značilne razlike med PE in DI ter med PE in SE. Med DI in SE ni bilo statistično značilnih razlik. Pri Cu (povprečna koncentracija med 1 in 2 mg/kg), Mn (0,05-0,2 mg/kg) in Se so bile statistično značilne razlike med DI in PE ter med DI in SE. Med PE in SE ni bilo razlik pri teh elementih. Vsebnost Fe (razpon: 25-35 mg/kg) in Zn (30-50 mg/kg) se je razlikovala pri vseh treh prečno progastih mišicah. Razlike so bile statistično značilne. Prav nasprotno pa je bilo pri vsebnosti Cr (povprečna koncentracija 0,05 mg/kg) in As, kjer ni bilo razlik med prečno progastimi mišicami.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

3.1.1 Tehnologija reje bikov

Biki, katerih vzorce dolge hrbtne mišice – DHM (*M. longissimus dorsi*) smo uporabili pri eksperimentalnem delu diplomske naloge, so bili cikaste in šarole pasme in so bili krmljeni s tremi različnimi obroki (dva različna obroka v hlevu in en na paši). Biki šarole in biki cikaste pasme, spitani v hlevu, so bili uhlevljeni na pedagoško raziskovalnem centru za živinorejo (PRC) v Logatcu. Bike, spitane na paši, pa so redili štirje različni rejci (na območju Žibrš, Beke, Šmarja in J. Rovta). Skupno smo imeli vzorce 34 živali (preglednica 6).

Osemnajst odstavljenih bikcev cikaste pasme je bilo decembra 2008 odkupljenih od rejcev. Ti so se, pred naselitvijo v PRC Logatec, od rojstva pa do konca pašne sezone pasli s kravami dojiljami. Ob odkupu so bili v povprečju stari 7,7 meseca in tehtali 243,3 kg. Prav tako je bilo, za primerjavo iz reje krav dojilj, odkupljenih osem bikcev šarole pasme, ki so bili v povprečju stari 7,5 mesecev in so v povprečju tehtali 208,5 kg. Bikci so bili vhlevljeni v treh skupinskih boksih na rešetkastih tleh. V prvi skupini je bilo osem bikov pasme šarole (CH-INT), v drugi skupini pa devet bikov cikaste pasme (CK-INT). Obe skupini sta bili krmljeni z enakim obrokom, pripravljenim v mešalni prikolici (TMR), ki naj bi zagotavljal 1000 g dnevnega prirasta in je v suhi snovi vseboval 27 % travne silaže, 27 % koruzne silaže, 33 % zmletega koruznega zrnja, 11 % zmletega ječmena in 2 % mineralno vitaminskega dodatka (MVD-2-Logatec-5 %, preglednica 7). Tak, TMR krmni obrok sta skupini dobivali do zakola. Tudi tretja skupina, skupina devetih bikov cikaste pasme (CK-EXT) je v začetku dobivala TMR krmni obrok (enak kot CH-INT in kot CK-INT), pri povprečni telesni masi 384,1 kg in starosti 14,2 meseca, pa so jim spremenili krmni obrok in so dobivali le še 75 % TMR krmnega obroka in seno po volji. Rast bikov so mesečno spremljali s tehtanji ter tudi ocenili stopnjo dopitanosti. Biki vseh treh skupin so bili zaklani, ko so dosegli subjektivno ocenjeno optimalno stopnjo dopitanosti.

Preglednica 6: Seznam živali, masa in starost ob zakolu ter masa toplih polovic

Pasma	Krmni obrok	Oznaka	Št. živali (tudi vzorcev mesa)	Masa ob zakolu (kg)	Starost ob zakolu (dni)	Masa toplih polovic (kg)
Šarole	TMR	CH-INT	8	555,9	655,9	312,9
Cika	TMR	CK-INT	9	530,3	585,0	291,8
Cika	75 % TMR, seno po volji	CK-EXT	9	553,4	631,2	301,8
Cika	Paša	CK-P	8	/	706,1	232,8

Ob koncu pašne sezone je bilo od štirih rejcev odkupljenih osem klavnih polovic bikov cikaste pasme (CK-P). Ti so bili potomci krav dojilj, s katerimi so bili v prvi pašni sezoni na paši. Po odstavitvi so bili v zimskem času, do naslednje paše, v ekstenzivni reji. Na paši so bili brez dokrmeljevanja, vodo pa so imeli ves čas na voljo. Na eni kmetiji so imele živali med pašo na voljo mineralni lizalni kamen za govedo, konje in divjad – dopolnilna mineralna krmna mešanica (BIOSAXON, preglednica 7) in lizalno maso za govedo in konje (PRO VITA, preglednica 7), na treh kmetijah, pa so dobivali le sol (NaCl). Biki so bili zaklani pred vhljevitvijo ob povprečni starosti 23,5 mesecev in sicer so bili zaklani v najbližjih klavnicah. Masa bikov ob zakolu ni bila znana, saj rejci teh živali niso tehtali.

Preglednica 7: Sestava rudninsko vitaminskih dodatkov

MVD-2-Logatec-5%	
Posamična krmila:	Kalcijev karbonat 42 %, natrijev klorid 19 %, monokalcijev fosfat 19 %, koruza 2,4 %, žveplo 1,1 %.
Vsebnost analitskih sestavin:	Kalcij 18,8 %, fosfor 4 %, natrij 7 %, magnezij 0,1 %
Dodatki dodani na 1 kg:	297.6000 I.E. vit. A, 55.800 I.E. vit. D3, 372 mg vit. E (DL-a-tokoferol), 297 mg Cu iz bakrovega (II) sulfata-pentahidrata, 1116 mg Mn iz manganovega oksida (II), 744 mg Zn iz cinkovega sulfata-monohidrata, 950 mg Mg iz magnezijevega oksida, 30 mg Co iz bazičnega kobaltovega (II) karbonata, 3,7 mg Se iz natrijevega selenita (IV)
Uporaba:	za pripravo PKM: 5 % MVD-2-Logatec-5%, 71 % koruze in 24 % ječmena
PRO VITA	
Sestava:	Dikalcijski fosfat, natrijev klorid, kalcijev karbonat, magnezijev sulfat, monokalcijev fosfat, magnezijev oksid, melasa
Analitske sestavine:	Kalcij 18 %, fosfor 5 %, natrij 11 %, magnezij 4,5 %
Dodatki dodani na 1 kg:	1.000.000 I.E. vit. A, 80.000 I.E. vit. D3, 1.100 I.E. vit. E, 100 mg I iz kalcijevega jodata (brezvodni), 6000 mg Zn iz cinkovega oksida, 3600 mg Mn iz manganovega (II) oksida, 40 mg Se iz natrijevega selenita, 1000 mg Cu iz bakrovega (II) sulfata-pentahidrata, 20 mg Co iz kobaltovega (II) karbonata, monohidrata
Uporaba:	20 g na dan na 100 kg telesne mase živali
BIOSAXON	
Sestava:	Natrijev klorid 85,5 %, dikalcijev fosfat 6,5 %, magnezijev oksid 5 %
Hranljive snovi:	Natrij 33,6 %, magnezij 2,4 %, kalcij 2 %, fosfor 1,3 %
Dodatki dodani na 1 kg:	5000 mg Zn iz cinkovega sulfata-monohidrata, 1500 mg Mn iz manganovega sulfata-monohidrata, 120 mg I iz kalcijevega jodata, 30 mg Se iz natrijevega selenita, 30 mg Co iz kobaltovega (II) karbonata, 1000 mg Cu iz bakrovega (II) sulfata-pentahidrata
Sol	
Sestava:	Natrijev klorid 100 %
Uporaba:	1. kmetija: vedno na razpolago, 2. kmetija: posipanje po ruši, kjer se živali niso rade pasle, 3. kmetija: 1-2 krat tedensko posipanje po ruši pašnika

3.1.2 Vzorci

V analizo je bilo vključenih štiriintrideset vzorcev mesa, natančneje vzorcev mišice *longissimus dorsi*. Odvzem vzorcev je potekal v šolski klavnici in razsekovalnici, kamor so najkasneje 48 ur po zakolu, iz lokalnih klavnic dostavili klavne trupe. Vzorci, ki so bili odvzeti s hrbta, na predelu med petim in šestim rebrom, so bili odrezani z ravnim rezom v obliki 1,5 cm širokega zrezka. Bili so ustrezno označeni, vakuumsko zapakirani in zamrznjeni pri -20 °C.

3.1.3 Aparature, pripomočki in reagenti

Pri pripravi vzorcev smo uporabili različne pripomočke, aparature in reagente.

Pripomočki:

- plastična deska za rezanje
- WMF nož, plastična pinceta
- plastični podstavki oz. ladjice
- plastične kapalke
- pipete
- merilni valj
- 100 ml merilno bučko
- plastične epruvete z zamaški (10 ml in 30 ml)
- stojala za epruvete

Aparature:

- analitska tehtnica (METTER TOLEDO AE240)
- naprava za varjenje vrečk
- napravo za zapiranje oklepov (Milestone Microwave Laboratory System ACM-100)
- mikrovalovka (ETHOS 1 Advanced Microwave Digestion System, Milestone)
- masni spektrometer z induktivno sklopljeno plazmo (ICP-MS), Agilent, 7000 c

Reagenti:

- 65 % dušikova (V) kislina (HNO₃), suprapur
- 30 % hidrogen vodikov peroksid (H₂O₂), suprapur
- Milli Q voda

- Referenčni material: NIST 8414 (National Institute of Standards & Technology, Reference Material 8414, Bovine Muscle Powder)
- Standard za določanje več elementov hkrati: ICP Multi Element Standard Solution XXI CertiPUR[®], Merck
- Standard za določanje cinka: Zinc Standard 1000 mg/l for ICP, Merck
- Standard za določanje železa: Iron Standard 1000 mg/l for ICP, Merck
- Standard za določanje magnezija: Magnesium ICP Standard 1000 mg/l Mg CertiPUR[®], Merck

3.2 METODE DELA

3.2.1 Priprava in razkroj vzorcev

Za določitev vsebnosti Mg, Zn, Fe, Cu, Mn, Se, As in Co smo odtehtali približno 0,5 g zamrznjenega vzorca mišice *longissimus dorsi*, za določitev Pb, Cr, Ni in Cd pa približno 0,9 g vzorca. V vsaki seriji smo pripravili osem vzorcev, referenčni material in slepi vzorec, vse v dveh ponovitvah.

Vzorec mišice smo prerezali na polovico in iz sredine vzeli poljubno količino vzorca. Narezali smo ga na deski ter ga nato s pinceto prenesli določeno maso na plastične podstavke. Skupno maso smo si zapisali (vzorec, podstavek in paličica), nato pa vzorec s pomočjo plastične paličice prenesli v kvarčno epruveto. Podstavek in paličico smo ponovno stehali, saj je vedno malo vzorca ostalo na podstavku ali na paličici, in tako dobili točno maso vzorca, ki smo ga prenesli v kvarčno epruveto. Referenčni material NIST 8414 smo tehtali po enakem postopku in sicer smo ga odtehtali približno 0,2 g.

V vsako kvarčno epruveto smo nato dodali 4 ml dušikove kisline (HNO_3) in 1 ml vodikovega peroksida (H_2O_2). Slepí vzorci so vsebovali le HNO_3 in H_2O_2 . Kvarčne epruvete smo nato zaprli v varovalni oklep in jih zložili v mikrovalovko (ETHOS 1, Advanced Microwave Digestion System, Milestone), kjer je potekel postopek razkroja vzorcev (preglednica 8).

Po končanem razkroju smo raztopino iz kvarčne epruvete prelili v predhodno stehtano in označeno 30 ml plastično epruveto ter kvarčno epruveto večkrat sprali z Milli Q vodo ter dopolnili do 20 ml (za določitev Mg, Zn, Fe, Cu, Mn, Se, As in Co) oz. do 15 ml (za določitev Cd in Cr). Za merjenje na ICP-MS smo raztopino prelili v manjše 10 ml epruvete.

Preglednica 8: Program za razkroj vzorcev.

Čas trajanja	Temperatura	Moč
10 minut	Segrevanje do 140 °C	1300 W
10 minut	Segrevanje do 210 °C	1300 W
20 minut	Vzdrževanje na 210 °C	1300 W
50 minut	Hlajenje do 40 °C	1300 W

3.2.2 Priprava standardov

Za pripravo standardov za določanje Mg, Fe in Zn smo uporabili standard na zalogo za določanje posameznih elementov (Zinc Standard 1000 mg/l for ICP, Merck; Iron Standard 1000 mg/l for ICP, Merck; Magnesium ICP Standard 1000 mg/l Mg CertiPUR[®], Merck). Za določanje Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Cd in Pb pa smo uporabili standard na zalogo za določevanje več elementov hkrati (ICP Multi Element Standard Solution XXI CertiPUR[®], Merck).

Pred pripravo standardov smo morali izračunati potrebne razredčitve. Standard na zalogo za multi element standard XXI vsebuje 10 mg elementa/l raztopine ali 10.000 ng elementa/g raztopine. Pripravili smo sledeče razredčitve s koncentracijami: 1.000 ng elementa/g; 100 ng elementa/g; 10 ng elementa/g; 1 ng elementa/g; 0,5 ng elementa/g; 0,1 ng elementa/g; 0,05 ng elementa/g ter 0,01 ng elementa/g. Pripravo standardov za Zn, Fe in Mg smo pripravili iz standarda na zalogo za posamezen element. Vsi trije standardi so vsebovali 1000 mg elementa/l raztopine, kar je enako 1.000.000 ng elementa/g raztopine. Pripravili smo sledeče razredčitve s koncentracijami: 100.000 ng elementa/g; 10.000 ng elementa/g; 1.000 ng elementa/g ter 500 ng elementa/g.

Standarde smo pripravili v enaki raztopini kot so bili pripravljeni vzorci (4 ml HNO₃ na 20 ml raztopine za Mn, Co, Cu, As, Se, Mg, Fe in Zn oz. 4 ml HNO₃ na 15 ml raztopine za Cd in Cr).

3.2.3 Določitev vsebnosti elementov

Zaradi dobre občutljivosti, selektivnosti in možnosti multielementne analize je ICP-MS (induktivno sklopljena plazma z masno spektrometrijo) ustrezna metoda detekcije kovin. Uporabljene nastavitve na ICP-MS so bile sledeče: RF moč 1500 W, pretok argona v plazmi 15 l/min, nikljevi vzorčevalni in posnemovalni konus, zadrževalni čas 0,1 s. Za detekcijo selena (78 Se izotop) je bila uporabljena reakcijska celica, ki omogoča redukcijo možnih interferenc. Kot reakcijski plin je bil uporabljen vodik (H₂) s pretokom 4,5 ml/min. Vsi ostali parametri so bili dnevno optimizirani s pomočjo za ICP-MS ustrezne raztopine (tune solution) (Cuderman, 2010).

V preglednici 9 so prikazane meje detekcije za Cr, Cd, Ni in Pb pri treh različnih pogojih. Pri prvem merjenju smo imeli približno 0,5 g vzorca, razredčenega na 20 ml, pri drugem in tretjem merjenju pa smo imeli 0,9 g vzorca, razredčenega na 15 ml (količina reagentov je bila v vseh primerih enaka). Meje detekcije se pri drugem in tretjem merjenju skoraj ne razlikujejo, zaradi enakih pogojev.

Preglednica 9: Meje detekcije pri različnih pogojih za Cr, Cd, Ni in Pb (ng/g).

Element	Masa vzorca 0,5 g	Masa vzorca 0,9 g	Masa vzorca 0,9 g
	Volumen raztopine 20 ml	Volumen raztopine 15 ml	Volumen raztopine 15 ml
Cr	5,3 ng/g	1,67 ng/g	1,32 ng/g
Cd	0,8 ng/g	0,12 ng/g	0,04 ng/g
Ni	11,3 ng/g	4,69 ng/g	5,87 ng/g
Pb	4,4 ng/g	1,25 ng/g	1,45 ng/g

Meritve so bile opravljene v različnih dneh.

3.2.4 Statistična obdelava podatkov

Rezultate analize vzorcev smo zbrali v MS Excel. Če je bila vsebnost posameznega elementa manjša od meje detekcije, smo za vsebnost tega elementa vzeli polovično vrednost meje detekcije. Podatke smo statistično obdelali s programskim paketom SAS/STAT. Uporabili smo proceduro GLM. V model smo vključili vpliv skupine kot fiksen vpliv. Razlike med skupinami smo testirali s contrast stavkom. Za povezavo med elementi smo uporabili Pearsonove korelacijske koeficiente, katere smo izračunali s proceduro CORR.

4 REZULTATI

V preglednici 10 so dobljene vsebnosti elementov v referenčnem materialu in meje detekcije za posamezen element. Dobljene vrednosti certificiranega referenčnega materiala NIST 8414 se dobro ujemajo s certificiranimi vrednostmi.

Preglednica 10: Določitev meje detekcije za izbrane elemente in dobljeni rezultati za referenčni material NIST 8414.

	Slep vzorec (ng/g raztopine)	Meja detekcije (ng/g vzorca)	Certificiran referenčni material	
			Certificirane vrednosti (mg/kg)	Analizirane vrednosti (mg/kg)
Esencialni elementi:				
Mg	7,43	297	960 ± 95	937 ± 40
Zn	2,43	97,3	142 ± 14	148 ± 4
Fe	2,95	118	71,2 ± 9,2	66,7 ± 2,4
Cu	0,22	8,7	2,84 ± 0,45	2,75 ± 0,08
Mn	0,08	3,2	0,370 ± 0,09	0,348 ± 0,014
Se	0,03	1,1	0,076 ± 0,010	0,082 ± 0,004
Cr	0,09	1,32	0,071 ± 0,038	0,061 ± 0,013
Co	0,01	0,3	0,007 ± 0,003	0,007 ± 0,005
Toksična elementa:				
As	0,01	0,4	0,009 ± 0,003	0,011 ± 0,010
Cd	0,00	0,04	0,013 ± 0,011	0,012 ± 0,002

V preglednici 11 so zbrani rezultati o vsebnosti elementov v *m. longissimus dorsi* pri posameznih skupinah živali. Rezultati zajemajo povprečje celotne skupine in standardno napako ter so podani v mg/kg ter µg/kg svežega vzorca. Število določitev CH-INT, v katerih smo izmerili Mg, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, As, Se, Cr in Cd je šestnajst (n = 16, to je 8 vzorcev mesa v dveh ponovitvah). Pri CK-P smo za Mg, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, As in Se izmerili osemindvajset vzorcev (n = 28, to je 8 vzorcev mesa, nekateri so narejeni v dveh nekateri pa v štirih ponovitvah), za Cr in Cd pa šestindvajset vzorcev (n = 26, to je 8 vzorcev mesa, nekateri so narejeni v dveh nekateri v štirih ponovitvah). Število določitev za Cr in Cd pri CK-INT je bilo devetnajst (n = 19, to je 9 vzorcev mesa, nekateri so narejeni v dveh en pa v treh ponovitvah), za Mg, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, As in Se pa osemnajst (n = 18, to je 9 vzorcev mesa v dveh ponovitvah). Osemnajst vzorcev (n = 18, to je 9 vzorcev mesa, v dveh ponovitvah) smo izmerili tudi pri CK-EXT in sicer za vse omenjene elemente.

Koncentracija Ni in Pb je bila v skoraj vseh vzorcih pod mejo detekcije, zato za ta dva elementa nismo mogli opraviti statistične analize in predstaviti rezultatov, tako da smo jih izključili iz obdelave. Koncentracija Ni je bila kar pri 60 vzorcih od skupno 79 pod mejo detekcije (meja detekcije: 5,87 ng/g), pri Pb pa je bila koncentracija nižja od meje detekcije (1,45 ng/g) pri 54 od skupnih 79 vzorcev.

Preglednica 11: Vsebnost elementov v posameznih poskusnih skupinah goved

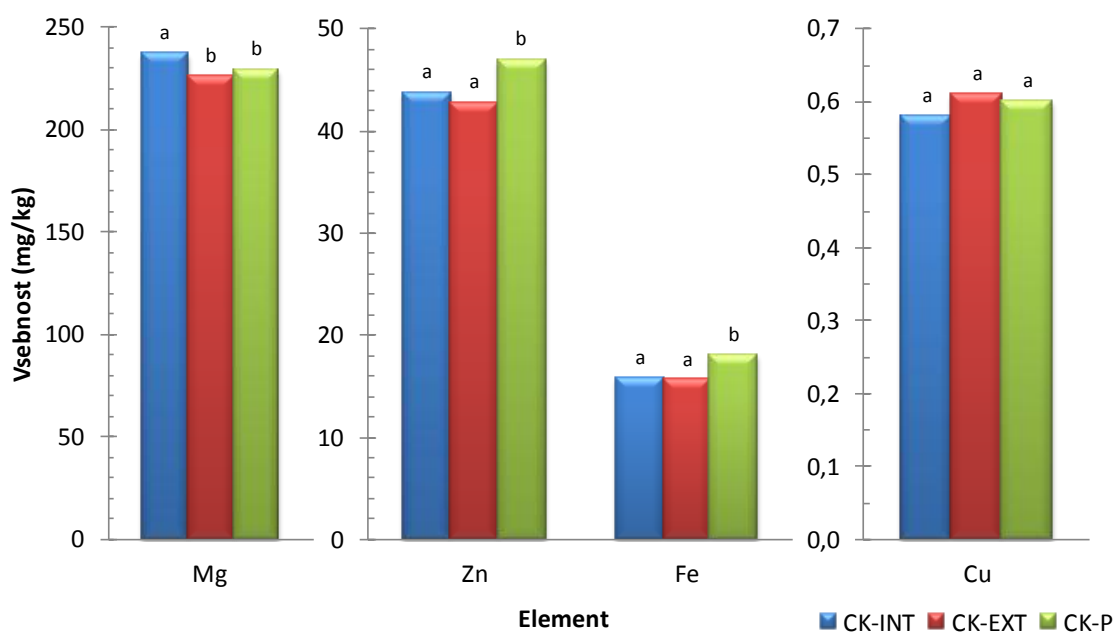
	CK-P	CK-EXT	CK-INT	CH-INT
Esencialni elementi:				
Mg (mg/kg ± SE)	229 ± 3 ^c	226 ± 3 ^c	237 ± 3 ^b	250 ± 3 ^a
Zn (mg/kg ± SE)	47,0 ± 1,0 ^b	42,8 ± 1,3 ^a	43,7 ± 1,3 ^a	40,9 ± 1,4 ^a
Fe (mg/kg ± SE)	18,0 ± 0,4 ^c	15,6 ± 0,5 ^b	15,8 ± 0,5 ^b	12,5 ± 0,5 ^a
Cu (mg/kg ± SE)	0,600 ± 0,019 ^a	0,609 ± 0,024 ^a	0,580 ± 0,024 ^a	0,540 ± 0,025 ^a
Mn (µg/kg ± SE)	54,9 ± 1,7 ^b	49,1 ± 2,1 ^a	48,3 ± 2,1 ^a	54,1 ± 2,2 ^a
Se (µg/kg ± SE)	59,7 ± 1,9 ^c	41,6 ± 2,4 ^b	47,9 ± 2,4 ^b	58,5 ± 2,6 ^a
Cr (µg/kg ± SE)	10,8 ± 4,6 ^a	19,5 ± 5,7 ^a	5,4 ± 5,7 ^a	11,6 ± 6,1 ^a
Co (µg/kg ± SE)	1,00 ± 0,09 ^c	1,39 ± 0,11 ^b	1,63 ± 0,11 ^b	2,36 ± 0,11 ^a
Toksična elementa:				
As (µg/kg ± SE)	2,91 ± 0,12 ^b	2,42 ± 0,16 ^a	2,40 ± 0,16 ^{ac}	2,80 ± 0,16 ^c
Cd (µg/kg ± SE)	0,430 ± 0,053 ^c	0,134 ± 0,066 ^b	0,270 ± 0,066 ^{bc}	0,689 ± 0,071 ^a

CK-P: cika, paša; CK-EXT: cika, ekstenzivna reja, 75 % TMR in seno po volji; CK-INT: cika, intenzivna reja, TMR; CH-INT: šarole, intenzivna reja, TMR

Vrednosti označene z različnimi črkami se statistično značilno ($p < 0,05$) razlikujejo .

4.1 VSEBNOST ELEMENTOV V DOLGI HRBTNI MIŠICI PRI CIKASTIH BIKIH PRI RAZLIČNIH TEHNOLOGIJAH PITANJA

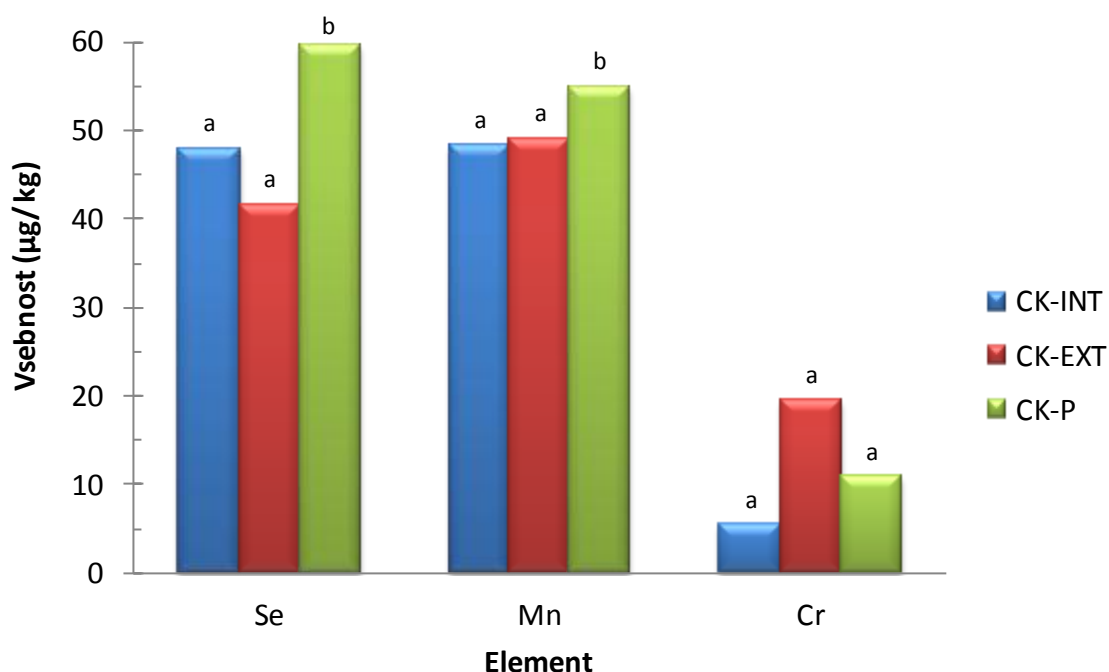
Iz slike 9 je razvidno, da je DHM skupine CK-INT vsebovala največ Mg in sicer 237 ± 3 mg/kg. DHM skupine CK-EXT je vsebovala 226 ± 3 mg/kg, DHM skupine CK-P pa 229 ± 3 mg/kg svežega vzorca. Razlike v vsebnosti Mg v DHM so bile statistično značilne pri primerjavi koncentracij skupin CK-INT s CK-EXT, ter pri primerjavi skupin CK-INT s CK-P. Pri primerjavi skupin CK-EXT s CK-P ni bilo statistično značilnih razlik v vsebnosti Mg. DHM skupine CK-P je vsebovala največ Zn in sicer $47,0 \pm 1,0$ mg/kg, DHM skupine CK-INT je vsebovala $43,7 \pm 1,3$ mg/kg, DHM skupine CK-EXT pa $42,8 \pm 1,3$ mg/kg. Razlike v vsebnosti Zn so bile statistično značilne pri primerjavi skupin CK-P s CK-INT ter pri primerjavi CK-P s CK-EXT. Pri primerjavi skupin CK-INT s CK-EXT ni bilo statistično značilnih razlik v vsebnosti Zn v DHM. Največ Fe je vsebovala DHM skupine CK-P in sicer $18,0 \pm 0,4$ mg/kg. DHM skupine CK-INT je vsebovala $15,8 \pm 0,5$ mg/kg, skupine CK-EXT pa $15,6 \pm 0,5$ mg/kg svežega vzorca. Tako kot pri Zn, so bile tudi pri Fe statistično značilne razlike pri primerjavi skupin CK-P s CK-INT ter pri primerjavi CK-P s CK-EXT. Pri primerjavi skupin CK-INT in CK-EXT ni bilo statistično značilnih razlik v vsebnosti Fe. DHM skupine CK-INT je vsebovala $0,580 \pm 0,024$ mg/kg Cu, DHM skupine CK-EXT je vsebovala $0,609 \pm 0,024$ mg/kg Cu, skupine CK-P pa $0,600 \pm 0,019$ mg/kg svežega vzorca. Med skupinami ni bilo statistično značilnih razlik (slika 9).



CK-INT: cika, intenzivna reja, TMR obrok; CK-EXT: cika, ekstenzivna reja, 75 % TMR obroka in seno po volji; CK-P: cika, paša. Vrednosti označene z različnimi črkami se statistično značilno ($p < 0,05$) razlikujejo.

Slika 9: Vsebnost Mg, Zn, Fe in Cu (v mg/kg) v DHM pri bikih cikaste pasme s TMR obrokom, 75 % TMR obroka in senom po volji ter pašo.

Iz slike 10 je razvidno, da je DHM skupine CK-INT vsebovala $47,9 \pm 2,4$ $\mu\text{g/kg}$ Se, DHM skupine CK-EXT je vsebovala $41,6 \pm 2,4$ $\mu\text{g/kg}$ Se, DHM skupine CK-P pa $59,7 \pm 1,9$ $\mu\text{g/kg}$ Se. Razlike v vsebnosti Se v DHM so bile statistično značilne pri primerjavi skupin CK-P s CK-INT ter pri primerjavi CK-P s CK-EXT. Pri primerjavi skupin CK-INT s CK-EXT ni bilo statistično značilnih razlik v vsebnosti Se. DHM skupine CK-INT je vsebovala $48,3 \pm 2,1$ $\mu\text{g/kg}$ Mn, DHM skupine CK-EXT je vsebovala $49,1 \pm 2,1$ $\mu\text{g/kg}$ Mn, DHM skupine CK-P pa $54,9 \pm 1,7$ $\mu\text{g/kg}$ Mn. Pri primerjavi DHM skupin CK-P s CK-INT ter CK-P s CK-EXT so bile statistično značilne razlike v vsebnosti Mn, pri primerjavi CK-INT s skupino CK-EXT, pa ni bilo statistično značilnih razlik. Največ Mn, kot tudi Se, je vsebovala skupina CK-P. DHM skupine CK-INT je povprečno vsebovala $5,4 \pm 5,7$ $\mu\text{g/kg}$ Cr, DHM skupine CK-EXT je vsebovala $19,5 \pm 5,7$ $\mu\text{g/kg}$ Cr, DHM skupine CK-P pa $10,8 \pm 4,6$ $\mu\text{g/kg}$ Cr. Med skupinami ni bilo statistično značilnih razlik (slika 10).

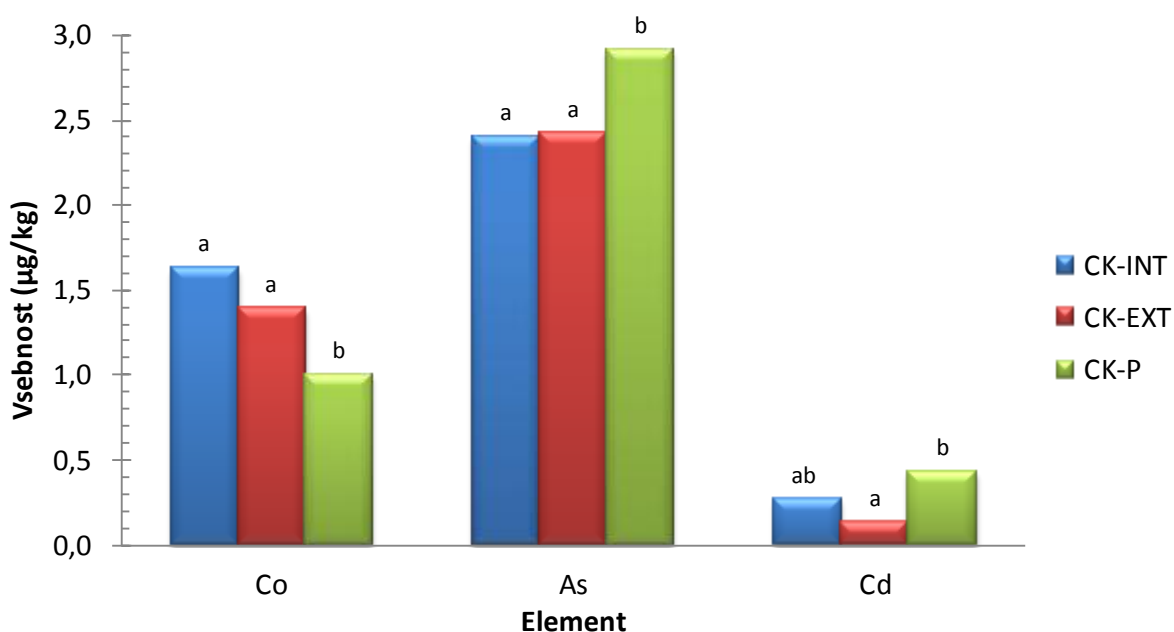


CK-INT: cika, intenzivna reja, TMR obrok; CK-EXT: cika, ekstenzivna reja, 75 % TMR obroka in seno po volji; CK-P: cika, paša. Vrednosti označene z različnimi črkami se statistično značilno ($p < 0,05$) razlikujejo.

Slika 10: Vsebnost Se, Mn in Cr (v $\mu\text{g/kg}$) v DHM pri bikih cikaste pasme s TMR obrokom, 75 % TMR obroka in senom po volji ter pašo.

Slika 11 prikazuje, da so razlike v vsebnost Co v DHM, statistično značilne pri primerjavi skupin CK-P s CK-INT in pri primerjavi CK-P s CK-EXT. Med skupinama CK-INT in CK-EXT ni statistično značilnih razlik. DHM skupine CK-INT je vsebovala $1,63 \pm 0,11$ $\mu\text{g/kg}$ Co, DHM skupine CK-EXT je vsebovala $1,39 \pm 0,11$ $\mu\text{g/kg}$ Co, DHM skupine CK-P pa $1,00 \pm 0,09$ $\mu\text{g/kg}$ svežega vzorca Co. Vsebnost As v DHM je bila najvišja pri skupini CK-P in sicer $2,91 \pm 0,12$ $\mu\text{g/kg}$, pri skupini CK-INT je bila vsebnost As $2,40 \pm 0,16$

$\mu\text{g/kg}$, pri skupini CK-EXT pa $2,42 \pm 0,16 \mu\text{g/kg}$. Razlika v vsebnosti As v DHM je bila statistično značilna pri primerjavi skupin CK-P s CK-INT ter pri primerjavi CK-P s CK-EXT, med skupinama CK-INT in CK-EXT pa razlika ni bila statistično značilna. DHM je pri skupini CK-INT vsebovala $0,270 \pm 0,066 \mu\text{g/kg}$ Cd, pri skupini CK-EXT je vsebovala $0,134 \pm 0,066 \mu\text{g/kg}$ Cd, pri skupini CK-P pa je DHM vsebovala $0,430 \pm 0,053 \mu\text{g/kg}$ Cd. Razlika v vsebnosti Cd v DHM je bila statistično značilna le pri primerjavi skupin CK-EXT s CK-P (slika 11).

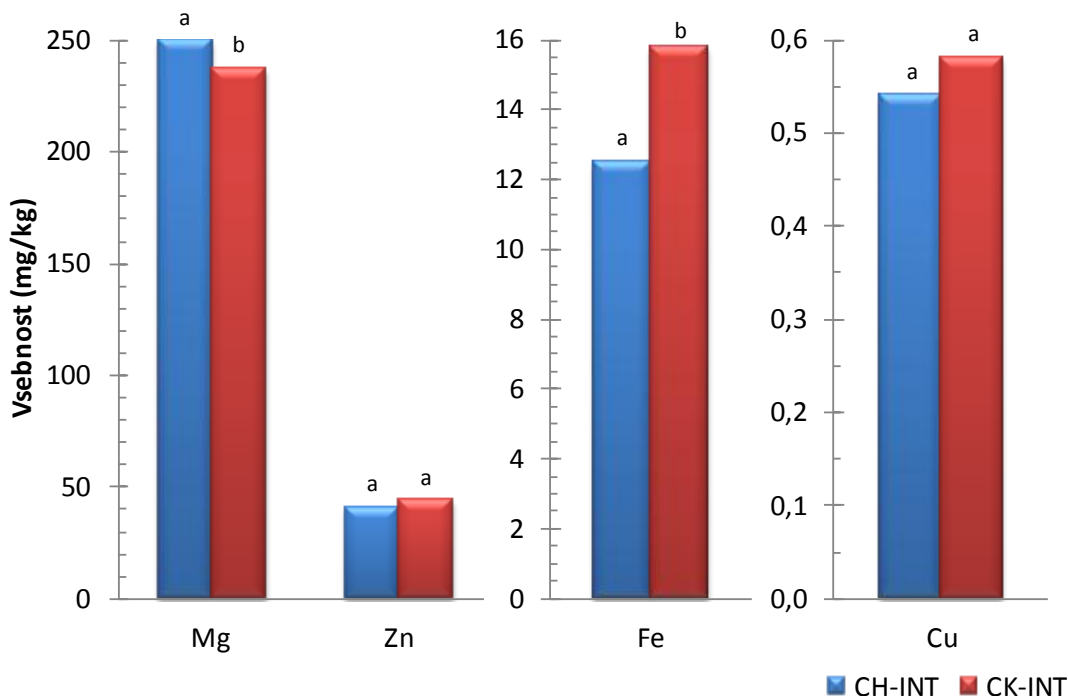


CK-INT: cika, intenzivna reja, TMR obrok; CK-EXT: cika, ekstenzivna reja, 75 % TMR obroka in seno po volji; CK-P: cika, paša. Vrednosti označene z različnimi črkami se statistično značilno ($p < 0,05$) razlikujejo.

Slika 11: Vsebnost Co, As in Cd (v $\mu\text{g/kg}$) v DHM pri bikih cikaste pasme s TMR obrokom, 75 % TMR obroka in senom po volji ter pašo.

4.2 VSEBNOST ELEMENTOV V DOLGI HRBTNI MIŠICI PRI CIKASTIH BIKIH IN PRI BIKIH ŠAROLE PASME PRI INTENZIVNEM NAČINU PITANJA

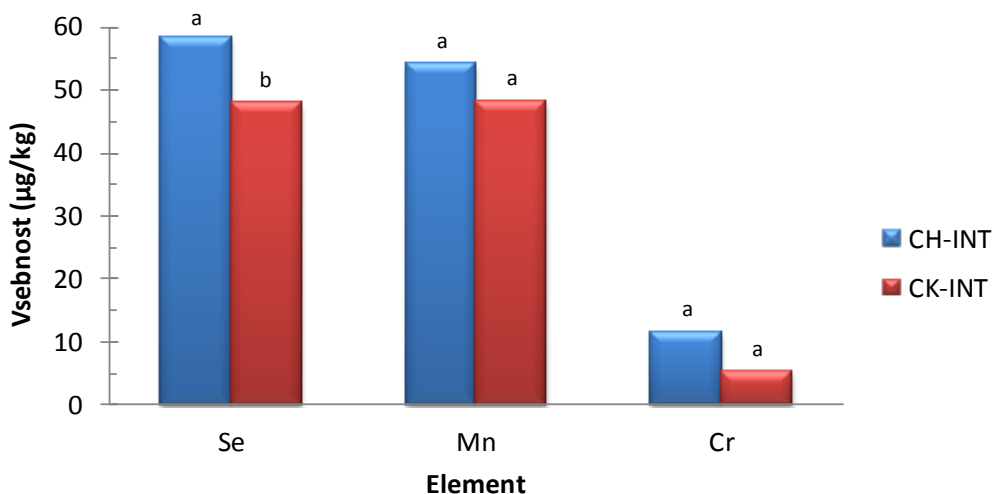
Ob primerjavi skupin CH-INT in CK-INT, ki so bili od približno osmega meseca starosti do zakola pitani z enako krmo in pod enakimi pogoji, lahko vidimo, da obstajajo razlike med skupinama v vsebnosti nekaterih elementov v DHM. Iz slike 12 je razvidno, da je DHM skupine CH-INT vsebovala 250 ± 3 mg/kg Mg, DHM skupine CK-INT pa 237 ± 3 mg/kg. DHM skupine CH-INT je vsebovala $12,5 \pm 0,5$ mg/kg Fe, skupine CK-INT pa $15,8 \pm 0,5$ mg/kg Fe. Tako kot pri Mg, je bil tudi pri Fe, vpliv skupine statistično značilen. DHM skupine CH-INT je vsebovala $40,9 \pm 1,4$ mg/kg Zn ter $0,540 \pm 0,025$ mg/kg Cu, DHM skupine CK-INT pa je vsebovala $43,7 \pm 1,3$ mg/kg Zn ter $0,580 \pm 0,024$ mg/kg Cu. Vpliv skupine ni bil statistično značilen niti pri Zn, niti pri Cu (slika 12).



CK-INT: cika, intenzivna reja, TMR obrok; CH-INT: šarole, intenzivna reja, TMR obrok. Vrednosti označene z različnimi črkami se statistično značilno ($p < 0,05$) razlikujejo.

Slika 12: Vsebnost Mg, Zn, Fe in Cu (v mg/kg) v DHM pri bikih cikaste in šarole pasme s TMR obrokom.

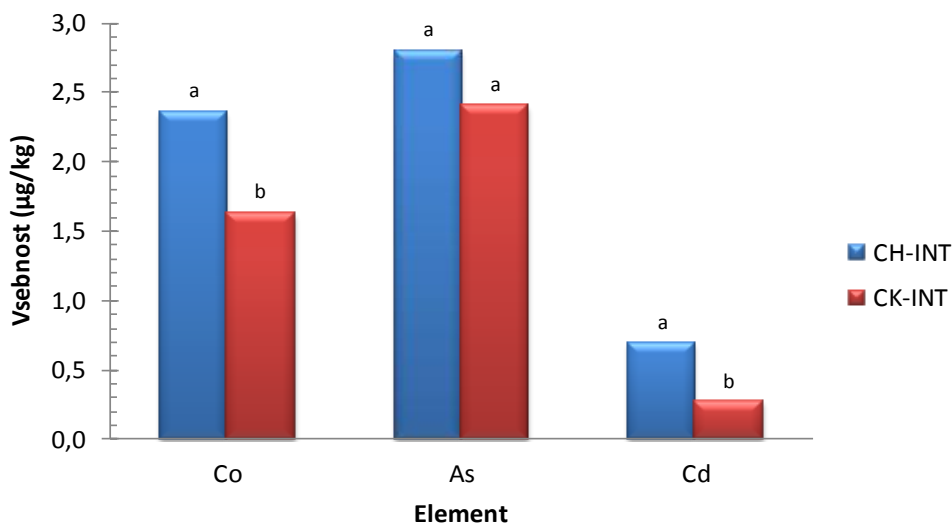
Iz slike 13 je razvidno, da so bile razlike v vsebnosti Se v DHM med skupinama CH-INT ter CK-INT statistično značilne. V DHM je bilo pri skupini CH-INT $58,5 \pm 2,6$ µg/kg Se, pri CK-INT pa $47,9 \pm 2,4$ µg/kg Se. Vpliv skupine pa ni bil statistično značilen pri vsebnosti Mn in Cr. DHM skupine CH-INT je vsebovala $54,1 \pm 2,2$ µg/kg Mn in $11,6 \pm 6,1$ µg/kg Cr. DHM skupine CK-INT je vsebovala $48,3 \pm 2,1$ µg/kg Mn in $5,4 \pm 5,7$ µg/kg Cr.



CK-INT: cika, intenzivna reja, TMR obrok; CH-INT: šarole, intenzivna reja, TMR obrok.
Vrednosti označene z različnimi črkami se statistično značilno ($p < 0,05$) razlikujejo

Slika 13: Vsebnost Se, Mn in Cr (v µg/kg) v DHM pri bikih cikaste in šarole pasme s TMR obrokom.

DHM skupine CH-INT je vsebovala $2,36 \pm 0,11$ µg/kg Co; $2,80 \pm 0,16$ µg/kg As in $0,689 \pm 0,071$ µg/kg Cd. DHM skupine CK-INT je vsebovala $1,63 \pm 0,11$ µg/kg Co; $2,40 \pm 0,16$ µg/kg As in $0,270 \pm 0,066$ µg/kg Cd. Vpliv skupine je bil statistično značilen pri Co in Cd. Teh dveh elementov je bilo več pri CH-INT. Na vsebnost As v DHM pa skupina ni imela statistično značilnega vpliva (slika 14).



CK-INT: cika, intenzivna reja, TMR obrok; CH-INT: šarole, intenzivna reja, TMR obrok.
Vrednosti označene z različnimi črkami se statistično značilno ($p < 0,05$) razlikujejo

Slika 14: Vsebnost Co, As in Cd (v µg/kg) v DHM pri bikih cikaste in šarole pasme s TMR obrokom.

4.3 PRIMERJAVA Z DRUGIMI KOSI MESA

Dobljene koncentracije nekaterih elementov smo primerjali z dobljenimi rezultati, ki so jih Golob in sod.(2006) analizirali in objavili v Slovenskih prehranskih tabelah »Meso in mesni izdelki«. Analizirali so goveja ledja, pleče in zunanje stegno. Analize mesa so bile opravljene na Biotehniški fakulteti, Institutu Jožef Stefan in na Kmetijskem inštitutu v Ljubljani (preglednica 12).

Golob in sod. (2006) so izmerili nižje koncentracije Mg v zunanjem stegnu in v plečih, kot smo jo izmerili v DHM, koncentracija Mg v ledjih pa je bila enaka koncentraciji Mg pri CK-INT. Izmerili so tudi nižje koncentracije Zn v ledjih in v zunanjem stegnu ter nižjo koncentracijo Se v zunanjem stegnu. Prav tako so izmerili višje koncentracije Fe v plečetu in v stegnu ter višje koncentracije Cu v vseh treh kosih mesa, kot so bile izmerjene koncentracije v DHM.

Preglednica 12: Vsebnost elementov v govedini, prirejeni na slovenskem v mg/kg in µg/kg svežega vzorca (povzeto po: Golob in sod., 2006) in v DHM intenzivno pitanih bikih cikaste in šarole pasme iz naše raziskave.

	Mg	Fe	Zn	Se	Cu
Golob in sod., 2006:					
Ledja	237 mg	15 mg	34 mg	47,6 µg	1 mg
Pleče	203 mg	21 mg	44 mg	45,1 µg	2 mg
Zunanje stegno	209 mg	19 mg	34 mg	10,4 µg	1 mg
DHM:					
CK-INT	237 mg	15,8 mg	43,7 mg	47,9 µg	0,58 mg
CH-INT	250 mg*	12,5 mg*	40,9 mg	58,5 µg*	0,54 mg

Podatki za DHM so iz naše analize; CK-INT: cika, intenzivna reja, TMR obrok; CH-INT: šarole, intenzivna reja, TMR obrok; * statistično značilen vpliv skupine pri primerjavi CK-INT in CH-INT.

4.4 POVEZAVE MED ELEMENTI

Ker so nas zanimala povezave med elementi, natančneje kakšna je moč povezave med dvema elementoma, smo za vse elemente izračunali Pearsonove koeficiente korelacije (preglednica 13). Če so bili koeficienti korelacije (r) večji od 0, potem je bila povezava pozitivna, če so bili koeficienti manjši od 0, je bila povezava negativna. To bi pomenilo, da bi pri pozitivni povezavi med dvema elementoma, povečanje koncentracije enega elementa lahko vplivalo na povečanje koncentracije drugega elementa, pri negativni povezavi pa bi lahko povečanje koncentracije enega elementa lahko vplivalo na zmanjšanje koncentracije drugega. Jakost povezav glede na velikost koeficientov korelacije smo razdelili: 0-0,2:

neznatna linearna povezanost; 0,2-0,4: nizka linearna povezanost; 0,4-0,7: zmerna linearna povezanost; 0,7-0,9: visoka linearna povezanost in 0,9-1: zelo visoka linearna povezanost.

Statistično značilne povezave med elementi v dolgi hrbtni mišici, kjer je bil $p < 0,05$, $p < 0,01$ ali $p < 0,0001$ smo našli med Mn in Fe ($r = 0,280$), Mn in Co ($r = 0,246$), Mn in Zn ($r = 0,272$), Mn in As ($r = 0,224$) ter Mn in Cd ($r = 0,256$). Vse našete povezave z Mn so bile pozitivne in so predstavljale nizko linearno povezanost ($p < 0,05$). Prav tako so nizko linearno povezanost predstavljale povezave med elementi ($p < 0,01$). Našli smo jih med Mg in Co ($r = 0,298$), med Mg in As ($r = 0,350$), med Mg in Se ($r = 0,356$), med Mg in Cd ($r = 0,292$), med Cu in Zn ($r = 0,378$) ter med Cu in As ($r = 0,314$). Med Se in Cd je linearna povezanost zmerna ($r = 0,450$). Tudi te povezave so bile vse pozitivne. Statistično značilne povezave ($p < 0,0001$) smo našli med Mn in Cu ($r = 0,470$), med Fe in Co ($r = -0,499$), med Fe in Cu ($r = 0,562$), med Fe in Zn ($r = 0,590$) ter med As in Se ($r = 0,481$). Razen povezave med Fe in Co, kjer je bila povezava negativna, je bila povezava med naštetimi elementi pozitivna. Zanje je veljala zmerna linearna povezanost. (preglednica 13).

Preglednica 13: Koeficienti korelacije vsebnosti preučevanih elementov v DHM

	Mg	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	Zn	As	Se
Cr	-0,041								
Mn	-0,063	0,024							
Fe	-0,183	-0,045	0,280*						
Co	0,298**	0,089	0,246*	-0,499***					
Cu	0,069	-0,001	0,470***	0,562***	0,061				
Zn	-0,045	-0,105	0,272*	0,590***	-0,157	0,378**			
As	0,350**	-0,195	0,224*	0,209	0,109	0,314**	0,120		
Se	0,356**	0,020	0,212	0,162	-0,011	0,105	0,078	0,481***	
Cd	0,292**	-0,116	0,256*	-0,073	0,218	-0,025	0,006	0,154	0,450**

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,0001$

4.5 VSEBNOST HRANIL V 100 g PRESNEGA MESA

Vsebnost elementov v 100 g presnega mesa bi pokrila od 6,7-7,8 % dnevnih potreb po Mg, potrebam po Zn bi zadostili v 43,6-62,3 %, potrebam po Fe pa v 10,3-15,5 %. Z vsebnostjo hranil v 100 g presnega mesa bi zadostili 4-6 % dnevnih potreb po Cu; 0,10-0,26 % potreb po Mn; 7,4-17,3 % potreb po Se in do 3,4 % potreb po Cr (preglednica 14).

Preglednica 14: Primerjava priporočenega dnevnega vnosa Mg, Zn, Fe, Cu, Mn, Se, Cr in Co za osebe stare od 25 do 51 let (Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004) in njihove vsebnosti v 100 g presnega mesa.

		Vsebnost hranil v 100 g presnega mesa				Povprečje skupin
		CH-INT	CK-INT	CK-EXT	CK-P	
Mg	300-350 mg	25,0 mg	23,7 mg	22,6 mg	22,9 mg	23,5 mg
Zn	7-10 mg	4,09 mg	4,37 mg	4,28 mg	4,70 mg	4,36 mg
Fe	10-15 mg	1,25 mg	1,58 mg	1,56 mg	1,80 mg	1,55 mg
Cu	1,0-1,5 mg	0,05 mg	0,06 mg	0,06 mg	0,06 mg	0,06 mg
Mn	2,0-5,0 mg	5,41 µg	4,83 µg	4,91 µg	5,49 µg	5,16 µg
Se	30-70 µg	5,85 µg	4,79 µg	4,16 µg	5,97 µg	5,19 µg
Cr	30-100 µg	1,02 µg	0,79 µg	1,04 µg	1,18 µg	1,01 µg
Co		0,23 µg	0,16 µg	0,14 µg	0,10 µg	0,16 µg

CK-P: cika, paša; CK-EXT: cika, ekstenzivna reja, 75 % TMR in seno po volji; CK-INT: cika, intenzivna reja, TMR; CH-INT: šarole, intenzivna reja, TMR.

Odrasla oseba lahko v enem tednu zaužije do 15 µg/kg telesne mase As, kar pri 65 kg teži osebi predstavlja maksimalno dovoljen vnos 975 µg As na teden. Prav tako lahko tedensko zaužije do 7 µg Cd na kilogram telesne mase. Maksimalen tedenski vnos Cd, pri 65 kg teži odrasli osebi je tako 455 µg. Tedenska porcija mesa (600 g presnega mesa) vsebuje 1,58 µg As, kar predstavlja 0,06 % dovoljenega tedenskega vnosa. Prav tako vsebuje tudi 0,17 µg Cd, kar predstavlja 0,04 % dovoljenega tedenskega vnosa (preglednica 15).

Za izračun deleža pokritih potreb pri Mg; Zn, Fe; Cu, Mn, Se, Cr in Co ter dovoljenega tedenskega vnosa za As in Cd smo uporabili povprečje vseh štirih skupin.

Preglednica 15: Primerjava največjega dovoljenega tedenskega vnosa As in Cd za odraslo osebo (WHO, 1996) in vsebnost v 600 g presnega mesa iz poskusa.

		Tedenski vnos s 600 g presnega mesa				Povprečje skupin
		CH-INT	CK-INT	CK-EXT	CK-P	
As	Do 975 µg	1,68 µg	1,44 µg	1,44 µg	1,74 µg	1,58 µg
Cd	Do 455 µg	0,12 µg	0,24 µg	0,12 µg	0,18 µg	0,17 µg

CK-P: cika, paša; CK-EXT: cika, ekstenzivna reja, 75 % TMR in seno po volji; CK-INT: cika, intenzivna reja, TMR; CH-INT: šarole, intenzivna reja, TMR; As: 15 µg/kg telesne mase/eden; Cd: 7 µg/kg telesne mase/eden; *potrebe preračunane za osebo s telesno maso 65 kg.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Pri primerjavi različnih načinov oz. tehnologij reje (fiksni vpliv skupine) pri bikih cikaste pasme, smo ugotovili, da je vpliv skupine statistično značilno vplival na koncentracijo Mg v mesu. Najvišja koncentracija Mg je bila pri CK-INT (237 ± 3 mg/kg), ki se je statistično značilno razlikovala od koncentracije Mg pri CK-EXT (226 ± 3 mg/kg) ter od koncentracije Mg pri CK-P (229 ± 3 mg/kg). Med skupinama CK-EXT in CK-P ni bilo statistično značilnih razlik. Pri primerjavi CH-INT in CK-INT je bila koncentracija Mg statistično značilno višja pri CH-INT (250 ± 3 mg/kg). Sto gramov presnega mesa bi vsebovalo 23,5 mg Mg, kar bi predstavljalo 6,7-7,8 % dnevnih potreb po Mg. Koncentracija Mg v mesu naših bikov je bila podobna, kot koncentracija Mg, ki so jo v mesu izmerili Guiffrida-Mendoza in sod. (2007). Ti so preučevali vpliv pasme, starosti in interakcije med njima. Vrednosti so se gibale med 218,2 mg/kg in 254,2 mg/kg, vplivi pa niso bili statistično značilni. Koncentracije Mg, ki so jih izmerili Schönfeldt in sod. (2010) so bile v primerjavi z našimi nižje. Preučevali so vpliv starosti, ki pa ni bil statistično značilen. Vrednosti so se gibale med 182 mg/kg pri prvi starostni skupini in 200 mg/kg pri tretji starostni skupini. Golob in sod. (2006) pa so izmerili nižje vrednosti Mg v plečih (203 mg/kg) in zunanjem stegnu (209 mg/kg), ter podobne vrednosti Mg v ledjih (237 mg/kg), kot smo jih mi izmerili v DHM pri CK-INT. Pilarczyk (2014) je preučevala vpliv pasme na vsebnost esencialnih in toksičnih elementov v mesu bikov pasem šarole, hereford in lisaste pasme. Krmili so jim intenziven obrok, ob zakolu pa so bili stari med 24,5 in 24,9 meseci. Koncentracije Mg, ki jih je izmerila Pilarczyk (2014) so se gibale med 263,4 mg/kg pri hereford in 271,6 mg/kg pri lisasti pasmi. Pasma je statistično značilno vplivala na koncentracijo Mg v mesu (*M. lonsissimuss lumborum et thoracis*).

Koncentracija tako Zn, kot tudi Mn je bila najvišja pri CK-P (Zn: $47,0 \pm 1,0$ mg/kg, Mn: $54,9 \pm 1,7$ µg/kg) in se je statistično značilno razlikovala od koncentracije Zn in Mn pri CK-INT (Zn: $43,7 \pm 1,3$ mg/kg, Mn: $48,3 \pm 2,1$ µg/kg) ter CK-EXT (Zn: $42,8 \pm 1,3$ mg/kg, Mn: $49,1 \pm 2,1$ µg/kg). Med CK-INT in CK-EXT ni bilo statistično značilnih razlik. Enako velja tudi za skupini CH-INT in CK-INT, kjer ni bilo statistično značilnih razlik. Meso CH-INT je vsebovalo $40,9 \pm 1,4$ mg/kg Zn in $54,1 \pm 2,2$ µg/kg Mn. Porcija 100 g presnega mesa bi vsebovala 4,36 mg Zn in 5,16 µg Mn, kar bi predstavljalo 43,6-62,3 % dnevnih potreb po Zn in ter 0,10-0,26 % dnevnih potreb po Mn. Naše koncentracije Zn v mesu so bile podobne tistim, ki jih navaja literatura. Schönfeldt in sod. (2010) so dobili malce nižje koncentracije Zn in sicer so se vrednosti gibale med 32,8 mg/kg pri prvi starostni skupini in 35,3 mg/kg pri tretji starostni skupini. Vpliv starosti ni bil statistično značilen, je pa bilo opaziti trend naganja Zn v organizmu. Blanco-Penedo in sod. (2010) so izmerili podobne oz. nekoliko višje vrednosti Zn in sicer je bila najnižja izmerjena koncentracija Zn 46 mg/kg (podobno kot CK-P), najvišja pa 53 mg/kg. Obe vrednosti sta bili izmerjeni pri ekološkem načinu reje v različnih predelih Španije in sta se statistično značilno razlikovali.

Koncentracija Mn, ki je bila izmerjena v naših vzorcih, je bila v primerjavi z vrednostmi iz tuje literature, nižja. Cabrera in sod. (2010) so ugotovili statistično značilen vpliv pasme, kosa mesa ter interakcijo med njima na koncentracijo Mn. Vrednosti so se gibale med 0,04 mg/kg in 0,48 mg/kg. Garcia-Vaquero in sod. (2011) pa so proučevali vpliv mišice in vpliv dodatka Cu v obrok. Na koncentracijo Mn je vplivala le vrsta mišice. Koncentracije so se gibale med 0,05 mg/kg in 0,35 mg/kg. Pilarczyk (2014) je izmerila koncentracije Zn med 33,1 mg/kg pri šarole ter 41,6 mg/kg za hereford. Koncentracije Mn so se gibale med 0,062 mg/kg pri šarole ter 0,074 mg/kg pri hereford. Pasma je imela statistično značilen vpliv na koncentracijo Mn in Zn.

Koncentracije Fe, Se in Co pri CK-P so se statistično značilno razlikovale od koncentracije pri CK-INT in od koncentracije CK-EXT, medtem ko med CK-INT (Fe: $15,8 \pm 0,5$ mg/kg, Se: $47,9 \pm 2,4$ µg/kg, Co: $1,63 \pm 0,11$ µg/kg) in CK-EXT (Fe: $15,6 \pm 0,5$ mg/kg, Se: $41,6 \pm 2,4$ µg/kg, Co: $1,39 \pm 0,11$ µg/kg) ni bilo statistično značilnih razlik. Koncentracije Fe in Se so bile višje pri CK-P (Fe: $18,0 \pm 0,4$ mg/kg, Se: $59,7 \pm 1,9$ µg/kg), koncentracija Co pa je bila pri CK-P nižja (Co: $1,00 \pm 0,09$ µg/kg). Razlike so bile statistično značilne tudi pri primerjavi CH-INT in CK-INT. Meso CH-INT je vsebovalo nižjo koncentracijo Fe ($12,5 \pm 0,5$ mg/kg) ter višjo koncentracijo Se ($58,5 \pm 2,6$ µg/kg) in Co ($2,36 \pm 0,11$ µg/kg) kot CK-INT. Sto gramov presnega mesa vsebuje toliko Fe in Se, da bi lahko pokrili 10,3-15,5 % dnevnih potreb po Fe in 7,4-17,3 % dnevnih potreb Se. Za Co priporočen dnevni vnos ni znan. Po podatkih iz literature je bilo razvidno, da so bile izmerjene koncentracije Fe v večini primerov v večjih intervalnih območjih ali pa so bile višje. Naše vrednosti za Fe so se gibale med $12,5 \pm 0,5$ mg/kg pri CH-INT in $18,0 \pm 0,4$ mg/kg pri CK-P, med tem ko so Blanco-Penedo in sod. (2010) objavili, da so se koncentracije Fe giblje med 31 mg/kg in 36 mg/kg. Obe vrednosti sta bili izmerjeni pri integriranem načinu reje na različnih območjih Španije. Miranda in sod. (2005) so izmerili koncentracije Fe v območju med 52,8 mg/kg in 54,4 mg/kg, preučevali so vpliv onesnaženosti okolja na koncentracijo elementov v mesu, ki pa na koncentracijo Fe ni imela vpliva. Garcia-Vaquero in sod. (2011) pa so izmerili minimalno koncentracijo Fe 25 mg/kg, maksimalno pa 35 mg/kg. Vpliv vrste mišice je bil statistično značilen. Podobne vrednosti, kot smo jih izmerili mi, so dobili Schönfeldt in sod. (2010), njihove izmerjene koncentracije so se gibale v območju med 9,4 in 19,4 mg/kg. Vpliv starosti ni bil statistično značilen, opažen pa je bil trend nalaganja Fe v tkivu. Najmanjše koncentracije Fe pri Giuffrida-Mendoza in sod. (2007), pa so bile podobne našimi največjim koncentracijami. Vrednosti so se gibale med 17,5 in 25,5 mg/kg, vpliv pasme, starosti in interakcija med njima so bili statistično značilni. Podobno je bilo tudi pri Cabrera in sod. (2010), kjer so se vrednosti gibale med 14 in 48 mg/kg, statistično značilen je bil vpliv kosa mesa, ne pa tudi pasma in interakcija med njima. Pilarczyk (2014) je izmerila koncentracije Fe med 13,3 mg/kg pri šarole in lisasti pasmi ter 15,7 mg/kg pri pasmi hereford. Vpliv pasme je bil statistično značilen. Koncentracija Se je bila pri Cabrera in sod. (2010) ter pri Blanco-Penedo in sod. (2010) najmanj 10-krat višja kot je bila izmerjena koncentracija v naših vzorcih. Prvi avtor je izmeril koncentracije Se,

ki so se gibale med 0,4 in 1,4 mg/kg (kar je 400-1400 µg/kg), drugi avtor pa je izmeril koncentracije med 0,45 in 0,7 mg/kg (kar je 450-700 µg/kg), med tem ko so se naše vrednosti Se gibale na intervalu med 40 in 60 µg/kg. Izmerjene koncentracije Se, ki jih je izmerila Pilarczyk (2014), so se gibale med 0,046 mg/kg pri šarole ter 0,049 mg/kg pri pasmi hereford. Vpliv pasme ni bil statistično značilen. Koncentracije Co ki smo jih izmerili v naših vzorcih mesa (koncentracije so se gibale med $1,00 \pm 0,09$ µg/kg in $2,36 \pm 0,11$ µg/kg) so bile podobne koncentracijam Co, ki so jih izmerili Garcia-Vaquero in sod. (2011). Povprečna koncentracija, ki so jo izmerili je bila 2,5 µg/kg (z izjemo srčne mišice, kjer je bila povprečna koncentracija Co 10 µg/kg). Višje vrednosti so dobili Blanco-Penedo in sod. (2010), saj so izmerili med 2,5 in 5,5 µg/kg Co. Njihova izmerjena najmanjša koncentracija Co sovpada z našo največjo izmerjeno koncentracijo Co. Vpliv pokrajine je bil statistično značilen. Koncentracije Co, kakršne je izmerila Pilarczyk (2014), so se gibale okrog 0,014 mg/kg. Vpliv pasme ni bil statistično značilen.

Na koncentracijo Cu in skupina ni imela statistično značilnega vpliva, kar je pomenilo, da znotraj cikaste pasme ni bilo statistično značilnih razlik med CK-INT, CK-EXT in CK-P. Prav tako ni bilo statistično značilnih razlik med CH-INT in CK-INT. Koncentracije za Cu so se gibale med $0,540 \pm 0,025$ mg/kg pri CH-INT; $0,580 \pm 0,0254$ mg/kg pri CK-INT; $0,600 \pm 0,019$ mg/kg pri CK-P in $0,609 \pm 0,024$ mg/kg pri CK-EXT. Koncentracije Cr pa so se gibale med $5,4 \pm 5,7$ µg/kg pri CK-INT; $10,8 \pm 4,6$ µg/kg pri CK-P; $11,6 \pm 6,1$ µg/kg pri CH-INT in $19,5 \pm 5,7$ µg/kg pri CK-EXT. Sto gramov presnega mesa vsebuje toliko Cu in Cr, da bi lahko pokrili 4-6 % dnevnih potreb po Cu in do 3,4 % dnevnih potreb po Cr. Koncentracije Cu, ki so jih podali tuji avtorji, so bile v večini primerov višje kot koncentracije izmerjene v vzorcih mesa bikov cikaste in šarole pasme. Le Pilarczyk (2014) poroča o podobnih koncentracijah Cu in sicer so se izmerjene vrednosti gibale med 0,515 mg/kg pri šarole bikih ter 0,654 mg/kg pri pasmi hereford. Razlike med skupinami so bile statistično značilne. Po podatkih Blanco-Penedo in sod. (2010) so koncentracije Cr presegle naše izmerjene koncentracije tudi več kot 10-krat (koncentracije Cr, ki so jih izmerili so bile med 90 in 120 µg/kg).

Meso CK-P je vsebovalo statistično značilno višje koncentracije As kot CK-INT in kot CK-EXT. Med CK-INT in CK-EXT pa ni bilo statistično značilnih razlik. Meso CK-P je vsebovalo $2,91 \pm 0,12$ µg/kg As, meso CK-INT je vsebovalo $2,40 \pm 0,16$ µg/kg As, meso CK-EXT pa $2,42 \pm 0,16$ µg/kg As. Med CH-INT in CK-INT ni bilo statistično značilnih razlik. Koncentracija As pri CH-INT je bila $2,80 \pm 0,16$ µg/kg. Šeststo gramov presnega mesa, (količina mesa, ki bi ga pripravili v enem tednu, če bi meso uživali šestkrat v tednu) bi vsebovala 1,58 µg As, kar bi predstavljalo 0,06 % maksimalno dovoljenega vnosa As na teden. Naše izmerjene koncentracije As bile so nekje vmes, med razponom koncentracij, ki so jih izmerili Garcia-Vaquero in sod. (2011) in Blanco-Penedo in sod. (2010). Garcia-Vaquero in sod. (2011) so izmerili koncentracijo As med 1 in 5 ng/g (kar je enako 1-5 µg/kg As). Vpliv mišice ni bil statistično značilen. Statistično značilen pa je bil vpliv dodatka h obroku. Blanco-Penedo in sod. (2010) so pri merjenju koncentracija As imeli

96,9 % meritev pod mejo detekcije, ki je bila 0,012 µg/g največje vrednosti pa so dosegle 6,9 µg/kg As. Miranda in sod. (2005) so izmerili višje vrednosti za As in sicer so se koncentracije gibale med 3,5 in 3,9 µg/kg (vpliv antropogenega onesnaževanja ni bil statistično značilen). Podobno je bilo tudi pri Lopez Alonso in sod. (2000), ki so izmerili koncentracije As med 3,7 in 4,3 µg/kg. Waegeneers in sod. (2009) pa so izmerili najvišje vrednosti As in sicer med 17 in 23 µg/kg. Pod mejo detekcije, ki je bila 0,03 mg/kg, je bilo 91 % meritev, vpliv onesnaženega okolja pa ni bil statistično značilen.

Pri primerjavi koncentracij Cd v CK-INT in CK-P ni bilo statistično značilnih razlik, tudi pri primerjavi CK-INT in CK-EXT ni bilo razlik. Razlike so bile statistično značilne pri primerjavi CK-EXT in CK-P, kjer je CK-P vsebovala višje koncentracije Cd. Pri cikastih bikih so se koncentracije Cd gibale med $0,134 \pm 0,066$ µg/kg pri CK-EXT; $0,270 \pm 0,066$ µg/kg pri CK-INT in $0,430 \pm 0,053$ µg/kg pri CK-P. Meso CH-INT je vsebovalo statistično značilno višje koncentracije Cd ($0,689 \pm 0,071$ µg/kg) kot meso CK-INT. Šeststo gramov presnega mesa vsebuje 0,17 µg Cd, kar bi predstavljalo 0,04 % maksimalno dovoljenega tedenskega vnosa. Koncentracija Cd je bila le pri Garcia-Vaquero in sod. (2011) podobna kot pri nas. Izmerili so 0,05-0,35 ng/g (kar je enako kot 0,05-0,35 µg/kg). Pri drugih avtorjih so bile izmerjene vrednosti višje. Waegeneers in sod. (2009) so izmerili koncentracije Cd med 2 in 4 µg/kg; Miranda in sod. (2005) pa so izmerili koncentracije med 0,9 in 1,3 µg/kg. Oba avtorja navajata, da je onesnaževanje statistično značilno vplivalo na koncentracije Cd v mesu. Lopez Alonso in sod. (2000) so izmerili koncentracije Cd med 0,8 in 0,9 µg/kg, vpliv spola in starosti ni bil statistično značilen. Pilarczyk (2014) je v vzorcih mesa izmerila 0,021 mg/kg Cd. Vpliv skupine ni bil statistično značilen.

5.2 SKLEPI

Na podlagi dobljeni rezultatov lahko podamo naslednje sklepe:

- DHM cikastih bikov s paše je vsebovalo višje koncentracije Zn, Fe, Mn, Se in As ter nižjo koncentracijo Co kot DHM cikastih bikov iz intenzivne in ekstenzivne reje. DHM cikastih bikov iz intenzivne reje je vsebovalo višjo koncentracijo Mg kot DHM bikov iz ekstenzivne reje in paše.
- Koncentracija Cd v DHM cikastih bikov se je statistično značilno razlikovala med biki, vzrejenimi na paši in biki iz ekstenzivne reje. Pri koncentraciji Cu in Cr ni bilo statistično značilnih razlik med skupinami.
- DHM šarole bikov iz intenzivne reje je vsebovala višje koncentracije Mg, Se, Co in Cd in nižjo koncentracijo Fe, kot DHM bikov cikaste pasme iz intenzivne reje. Pri Zn, Cu, Mn, Cr in As razlike med cikastimi in šarole biki iz intenzivne reje niso bile statistično značilne.

- Sto gramov presnega govejega mesa, ki smo ga analizirali, pokrije 6,7-7,8 % dnevnih potreb po Mg; 43,6-62,3 % dnevnih potreb po Zn; 10,3-15,5 % dnevnih potreb po Fe; 4-6 % dnevnih potreb po Cu; 0,10-0,26 % dnevnih potreb po Mn; 7,4-17,3 % dnevnih potreb po Se in do 3,4 % dnevnih potreb po Cr.
- Če predpostavljamo, da jemo meso šestkrat na teden, ter tako tedensko pripravimo 600 g mesa, potem bi 600 g presnega mesa vsebovalo 0,06 % največjega dovoljenega tedenskega vnosa za As ter 0,04 % največjega dovoljenega tedenskega vnosa za Cd.
- Paša ugodno vpliva na koncentracije večine esencialnih mikroelementov in esencialnih elementov v sledovih, saj so v DHM prisotni v višjih koncentracijah.
- Pri bikih cikaste pasme, vzrejenimi na paši pa sta bila v večjih koncentracijah prisotna tudi toksična elementa, za kar je bilo najverjetneje delno odgovorno zauživanje prsti med pašo.
- Hipotezo smo lahko delno potrdili, saj so obstajale razlike v vsebnosti elementov v DHM med intenzivno rejo in pašo ter med ekstenzivno rejo in pašo. Razlike med intenzivno in ekstenzivno rejo pa niso bile statistično značilne, izjema je bila le razlika med intenzivno in ekstenzivno rejo pri Mg.
- Tudi hipotezo, da bodo razlike v vsebnosti elementov v DHM cikastih in šarole bikov pri intenzivnem načinu pitanja, smo lahko delno potrdili, saj so obstajale statistično značilne razlike v petih (Mg, Fe, Se, Co in Cd) od skupno desetih elementov, ki smo jih določali v DHM.

6 POVZETEK

Namen našega dela je bil določiti vsebnost esencialnih (magnezij, cink, železo, baker, mangan, selen, krom in kobalt) in neesencialnih elementov (arzen in kadmij) v dolgi hrbtni mišici (DHM) pri bikih cikaste pasme spitanih na tri načine (intenzivna reja, TMR obrok; ekstenzivna reja, 75 % TMR obroka in seno po volji ter paša). Za primerjavo smo vključili še skupino intenzivno spitanih šarole bikov. Analizirali smo skupno 34 različnih vzorcev mesa DHM (8 vzorcev DHM bikov šarole pasme z intenzivnim načinom reje, 9 vzorcev DHM bikov cikaste pasme z intenzivnim načinom reje, 9 vzorcev DHM bikov cikaste pasme z ekstenzivnim načinom reje ter 8 vzorcev DHM bikov cikaste pasme, vzrejenih na paši). Predpostavljali smo, da bodo razlike v vsebnosti elementov med posameznimi skupinami bikov cikaste pasme, ter da bodo razlike med biki cikaste in šarole pasme, vzrejenimi pri enakih pogojih.

Za določanje elementov v mesu smo uporabili razkroj z dušikovo kislino in vodikovim peroksidom, ki smo ju dodali vzorcem in referenčnemu materialu NIST 8414. Vzorce smo nato razredčili ter za določanje posameznih elementov uporabili metodo ICP-MS (induktivno sklopljena plazma z masno spektrometrijo). Dobljene podatke smo statistično obdelali. Pravilnost in točnost metode smo preverili z analizo referenčnega materiala NIST 8414.

Višjo koncentracijo Mg je vsebovala DHM skupine CK-INT (237 ± 3 mg/kg) in se je statistično značilno razlikovala od skupin CK-EXT (226 ± 3 mg/kg) in CK-P (229 ± 3 mg/kg). Statistično značilne razlike v vsebnosti DHM med skupinama CK-P in CK-INT ter skupinama CK-P in CK-EXT so bile pri Zn, Fe, Mn, Se, in As, kjer je CK-P vsebovala višje koncentracije teh elementov. CK-P je vsebovala $47,0 \pm 1,0$ mg/kg Zn; $18,0 \pm 0,4$ mg/kg Fe; $54,9 \pm 1,7$ µg/kg Mn; $59,7 \pm 1,9$ µg/kg Se ter $2,91 \pm 0,12$ µg/kg As. DHM skupine CK-INT je vsebovala $43,7 \pm 1,3$ mg/kg Zn; $15,8 \pm 0,5$ mg/kg Fe; $48,3 \pm 2,1$ µg/kg Mn; $47,9 \pm 2,4$ µg/kg Se ter $2,40 \pm 0,16$ µg/kg As. DHM skupine CK-INT pa je vsebovala $42,8 \pm 1,3$ mg/kg Zn; $15,6 \pm 0,5$ mg/kg Fe; $49,1 \pm 2,1$ µg/kg Mn; $41,6 \pm 2,4$ µg/kg Se ter $2,42 \pm 0,16$ µg/kg As. Razlike so bile statistično značilne tudi pri koncentraciji Co, kjer je DHM skupine CK-P vsebovala najnižjo koncentracijo tega elementa ($1,00 \pm 0,09$ µg/kg) v primerjavi s skupinama CK-INT ($1,63 \pm 0,11$ µg/kg) in CK-EXT ($1,39 \pm 0,11$ µg/kg). Koncentracija Cd v DHM se je statistično značilno razlikovala med skupinama CK-P ($0,430 \pm 0,053$ µg/kg) in CK-EXT ($0,134 \pm 0,066$ µg/kg), medtem ko se koncentracija Cd skupine CK-P ni razlikovala od skupine CK-INT ($0,270 \pm 0,066$ µg/kg). Prav tako ni bilo statistično značilnih razlik med skupinama CK-INT in CK-EXT v vsebnosti Cd. Pri koncentraciji Cu in Cr ni bilo statistično značilnih razlik med skupinami cikastih bikov. Koncentracije Cu so se gibale med $0,580 \pm 0,024$ mg/kg pri skupini CK-INT in $0,609 \pm 0,024$ mg/kg pri CK-EXT. Pri Cr so se koncentracije gibale med $5,4 \pm 5,7$ µg/kg pri skupini CK-INT in $19,5 \pm 5,7$ µg/kg pri CK-EXT.

Pri primerjavi skupin CH-INT in CK-INT so bile statistično značilne razlike v vsebnosti Mg, Se, Co in Cd, kjer je DHM skupine CH-INT vsebovala višje koncentracije teh elementov kot DHM skupine CK-INT, ter v vsebnosti Fe, kjer je DHM skupine CH-INT vsebovala statistično značilno nižjo koncentracijo Fe, kot skupina CK-INT. DHM skupine CH-INT je vsebovala 250 ± 3 mg/kg Mg; $58,5 \pm 2,6$ µg/kg Se; $2,36 \pm 0,11$ µg/kg Co in $0,689 \pm 0,071$ µg/kg Cd. Koncentracija Fe je bila pri skupini CH-INT $12,5 \pm 0,5$ mg/kg in je bila nižja kot pri skupini CK-INT. Pri vsebnosti Zn, Cu, Mn, Cr in As ni bilo statistično značilnih razlik med skupinama CH-INT in CK-INT. Vrednosti za omenjene elemente so pri CH-INT znašale $40,9 \pm 1,4$ mg za Zn; $0,540 \pm 0,025$ mg/kg za Cu; $54,1 \pm 2,2$ µg/kg za Mn; $11,6 \pm 6,1$ µg/kg za Cr ter $2,80 \pm 0,16$ µg/kg za As.

Koncentracije elementov v naših vzorcih so bile dovolj visoke, da bi 100 g presnega mesa pokrilo 6,7-7,8 % potreb po Mg; 43,6-62,3 % dnevnih potreb po Zn; 10,3-15,5 % dnevnih potreb po Fe; 4-6 % dnevnih potreb po Cu; 0,10-0,26 % dnevnih potreb po Mn; 7,4-17,3 % dnevnih potreb po Se ter do 3,4 % potreb po Cr. Deleži pokritih potreb po posameznih elementih bi se verjetno zaradi priprave mesa še zmanjšal, iz česar lahko sklepamo kako pomembna je uravnotežena in raznolika prehrana.

Tudi največjega dovoljenega tedenskega vnosa za As in Cd nebi prekoračili. Za odraslo, 65 kg težko osebo, ki meso zaužije šestkrat na teden, je največji dovoljen tedenski vnos za As 975 µg, za Cd pa 455 µg. S 600 g presnega mesa bi v telo vnesli 0,06 % največjega dovoljenega tedenskega vnosa za As ter 0,04 % največjega dovoljenega tedenskega vnosa za Cd.

7 VIRI

- Blanco-Penedo I., López-Alonso M., Miradnda M., Hernández J., Prieto F., Shore R.F. 2010. Non-essential and essential trace element concentrations in meat from cattle reared under organic, intensive or conventional production system. *Food Additives and Contaminants*, 27: 36-42
- Cabrera M.C., Ramos A., Saadoun A., Brito G. 2010. Selenium, copper, zinc, iron and manganese content of seven meat cuts from Hereford and Braford steers fed pasture in Uruguay. *Meat Science*, 84: 518-528
- Cuderman P. 2010. Določanje selenovih spojin v s selenom obogatenih rastlinah s spektrometričnimi metodami. Doktorska disertacija. Ljubljana, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana: 109 str.
- Čepon M., Osterc J., Žgur S. 1999. Cikasto govedo. V: Ohranjene slovenske avtohtone domače živali: opis in slikovni prikaz nekaterih vrst. Kompan D., Šalehar A., Holcman A. (ur.). Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 12-13
- Čepon M. 2004. Rejski program za šarole pasmo govedi v Sloveniji. Dopolnjen v skladu s pripombami MKGP dne 5.1.2005. Univeza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko v sodelovanju z Društvom rejcev govedi za meso Slovenije: 154 str.
[http://www.gpz.si/uploads/File/Rejski%20program%20-%20cikasto%20govedo\(1\).pdf](http://www.gpz.si/uploads/File/Rejski%20program%20-%20cikasto%20govedo(1).pdf)
(25. okt. 2012)
- DRI 2001a. Chromium. V: Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, nickel, Silicon, Vanadium and Zinc. Washington D.C., Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. National Academy Press: 197-223
- DRI 2001b. Manganese. V: Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, nickel, Silicon, Vanadium and Zinc. Washington D.C., Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. National Academy Press: 394-419
- DRI 2001c. Zinc. V: Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, nickel, Silicon, Vanadium and Zinc. Washington D.C., Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. National Academy Press: 442-501
- FAOSTAT 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations – for a world without hunger.
<http://faostat.fao.org/site/610/DesktopDefault.aspx?PageID=610#ancor> (17. mar. 2015)

- Fazarinc G. 2009. Anatomija domačih sesalcev. Miologija: skripta za študente veterinarstva. Ljubljana, Veterinarska fakulteta: 34
- García-Vaquero M., Miranda M., Benedito J.L., Blanco-Penedo I., López-Alonso M. 2011. Effect of type of muscle and Cu supplementation on trace element concentrations in cattle meat. *Food and Chemical Toxicology*, 49, 6: 1443-1449
- Garland T. 2007a. Arsenic. V: *Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles*. Gupta R.C. (ed.). New York, USA, Elsevier: 418-421
- Garland T. 2007b. Zinc. V: *Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles*. Gupta R.C. (ed.). New York, USA, Elsevier: 470-472
- Giuffrida-Mendoza M., Arenas de Moreno L., Uzcátegui-Bracho S., Rincón-Villalobos G., Huerta-Leidenz N. 2007. Mineral content of longissimus dorsi thoracis from water buffalo and Zebu-influenced cattle at four comparative ages. *Meat Science*, 75: 487-493
- Ghany Hefnawy A.E., Tórtoa-Pérez J.L. 2010. The importance of selenium and the effects of its deficiency in animal health. *Small Ruminant Research*, 89: 185-192
- Golob T., Stibilj V., Žlender B., Doberšek U., Jamnik M., Polak T., Salobir J., Čandek-Potokar M. 2006. Slovenske prehranske tabele – Meso in mesni izdelki. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 21, 45-60.
http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2754/Slovenske_prehranske_tabele-meso_in_mesni_izdelki.pdf (14. nov. 2012)
- Gros L. 2005. Presnovne bolezni: Tetanije pri kravah zaradi pomanjkanja magnezija – hipomagneziemične tetanije. V: *Bolezni in zajedavci domačih živali*. Ljubljana, DZS: 59-61
- Hooser S.B. 2007a. Cadmium. V: *Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles*. Gupta R.C. (ed.). New York, USA, Elsevier: 422-426
- Hooser S.B. 2007b. Iron. V: *Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles*. Gupta R.C. (ed.). New York, USA, Elsevier: 433-437
- Kastelic M., Žan Lotrič M., Kompan D. 2005. Linear body measurements of Cika cattle in comparison to Pinzgauer cattle. *Acta agriculturae Slovenica*, 86, 2: 85-91
- Kompan D., Cividini A. 2008. Brachycerous cattle in Balkan countries and their perspectives. Domžale, Biotechnical Faculty, Department of Animal Science: 52 str.

- López Alonso M., Benedito J.L., Miranda M., Castillo C., Hernández J., Shore R.F. 2000. Arsenic, cadmium, lead, copper and zinc in cattle from Galicia, NW Spain. *The Science of the Total Environment*, 246: 237-248
- McCracken T.O., Kainer R.A., Spurgeon T.L. 2007. Spurgeonov barvni atlas anatomije domačih živali. 2. natis. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 38
- Miranda M., López-Alonso M., Castillo C., Hernández J., Benedito J.L. 2005. Effect of moderate pollution on toxic and trace metal levels in calves from a polluted area of northern Spain. *Environment International*, 31: 543-548
- Pilarczyk R. 2014. Concentrations of toxic and nutritional essential elements in meat from different beef breeds reared under intensive production systems. *Biological Trace Element Research*, 158: 36-44
- Potokar D., Vrtačnik J., Pinterič L., Kotnik B., Perpar T. 2009. Govedoreja v Sloveniji. Ljubljana, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije: 23 str.
- Referenčne vrednosti za vnos hranil. 2004. Nemško prehransko društvo (DGE), Avstrijsko prehransko društvo (ÖGE), Švicarsko društvo za raziskovanje prehrane (SGE), Švicarsko združenje za prehrano (SVE) (ur.). 1. izdaja. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje.
- Register in zootehniška ocena, Genska banka v živinoreji. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko.
<http://www.genska-banka.si/pasme/register-pasem-z-zootehnisko-oceno/>(17.mar.2015)
- Rude R.K., Gruber H.E. 2004. Magnesium deficiency and osteoporosis: animal and human observations. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 15: 710-716
- Salobir J. 2006. Uživanje mesa – pomen in priporočila. V: Zbornik predavanj 15. posvetovanja o prehrani domačih živali, "Zadravčevi-Erjavčevi dnevi", Radenci, 9-10 nov. 2006. Murska Sobota, Kmetijsko gozdarski zavod: 1-16
- Schönfeldt H.C., Naudé R.T., Boshoff E. 2010. Effect of age and cut on the nutritional content of South African beef. *Meat Science*, 86: 674-683
- Simčič M., Cividini A., Čepon M. 2010. Rearing technology of autochthonous Cika cattle on the farms in Slovenia. V: Biodiversity is life – Agrobiodiversity is our life, Brazi, Romania, 15-17 apr. 2010, DAGENE: 5 str.
- Simčič M., Čepon M., Žgur S. 2008. Carcass quality of autochthonous Cika cattle. *Acta agriculturae Slovenica*, 92, 2: 103-109

- SURSa. (Statistični urad Republike Slovenije). Število goveda, Slovenija, letno
http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=1517401S&ti=&path=../Database/Okolje/15_kmetijstvo_ribistvo/05_zivinoreja/01_15174_stevilo_zivine/&lang=2 (17. mar. 2015)
- SURSB. (Statistični urad Republike Slovenije). Število živine, Slovenija, po letih
http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=1516602S&ti=&path=../Database/Okolje/15_kmetijstvo_ribistvo/03_kmetijska_gospod/02_15166_zivinoreja/&lang=2 (17. mar. 2015)
- SURSc. (Statistični urad Republike Slovenije). Zakol živine, Slovenija, letno
http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=1505802s&ti=&path=../Database/Okolje/15_kmetijstvo_ribistvo/05_zivinoreja/03_15058_zakol_zivine/&lang=2 (17. mar. 2015)
- Thompson L.J. 2007a. Chromium, iodine and phosphorus. V: Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles. Gupta R.C. (ed.). New York, USA, Elsevier: 473-474
- Thompson L.J. 2007b. Copper. V: Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles. Gupta R.C. (ed.). New York, USA, Elsevier: 427-432
- Višnar N., Cestnik V., Pogačnik A. 2008. Mišični sistem. V: Od celice do organizma. Učbenik za modul anatomija in fiziologija domačih živali v programu veterinarski tehnik. Bojan Švigelj (ur.). Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 47-58
- Vormann J. 2003. Magnesium: nutrition and metabolism. Molecular Aspects of Medicine, 24: 27-37
- Waegeneers N., Pizzolon J.-C., Hoenig M., De Temmerman L. 2009. Accumulation of trace elements in cattle from rural and industrial areas in Belgium. Food Additives and Contaminants, 26: 326-332
- Warriss P.D. 2010. Meat Quality. V: Meat science: an introductory text. 2nd edition. Wallingford, Oxfordshire, UK, CABI : 77-96
- WHO 1996a. Chromium. V: Trace elements in human nutrition and health. 155 - 160
http://whqlibdoc.who.int/publications/1996/9241561734_eng.pdf (14. nov. 2012)
http://whqlibdoc.who.int/publications/1996/9241561734_eng_Part2.pdf (14. nov. 2012)
- WHO 1996b. Manganese. V: Trace elements in human nutrition and health. 163-167
http://whqlibdoc.who.int/publications/1996/9241561734_eng.pdf (14. nov. 2012)
http://whqlibdoc.who.int/publications/1996/9241561734_eng_Part2.pdf (14. nov. 2012)

WHO 2001. Manganese. V: Air Quality Guidelines. Second edition.

http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/123078/AQG2ndEd_6_8Manganese.pdf (14. nov. 2012)

WHO 2006. Cobalt and Inorganic Cobalt Compounds.

http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43426/1/9241530693_eng.pdf (7. feb. 2013)

Yasuno T., Okamoto H., Nagai M., Kimura S., Yamamoto T., Nagano K., Furubayashi T., Yoshikawa Y., Yasui H., Katsumi H., Sakane T., Yamamoto A. 2011. The disposition and intestinal absorption of zinc in rats. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 44: 410-415

Žan M., Čepon M., Kompan D. 2004. Rejski program za cikasto govedo. Dopolnjen v skladu s pripombami MKGP dne 5.1.2005. Univeza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko v sodelovanju z Društvom za ohranjanje cikastega goveda v Sloveniji: 92 str.

<http://www.gpz.si/uploads/File/Rejski%20program%20za%20SAROLE-300105.pdf> (25. okt. 2012)

Žnidarčič D. 2011. Selen in njegove zvrsti v okolju. *Acta agriculturae Slovenica*, 97, 1: 73-83.

<http://aas.bf.uni-lj.si/marec2011/09znidarcic.pdf> (14. nov. 2012)

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju doc. dr. Silvestru Žgurju in somentorici prof. dr. Vekoslavi Stibilj za vso podporo, predloge, literaturo, strokovne nasvete, predvsem pa za ves čas in potrpljenje, ki sta mi ga namenila, saj je trajalo zelo dolgo da sem prispela do cilja.

Zahvaljujem se tudi vsem zaposlenim na Katedri za znanost o rejah živali, oddelka za Zootehniko Biotehniške fakultete, ki so kakorkoli pripomogli, da je ta diplomska naloga nastala. Prav tako se iskreno zahvaljujem zaposlenim na Odseku znanosti o okolju na Inštitutu Jožef Stefan v Podgorici pri Ljubljani, še posebej dr. Darji Mazej, ki mi je pomagala pri eksperimentalnem delu naloge.

Zahvaljujem se tudi dr. Nataši Siard, prof. dr. Janezu Salobirju ter prof. dr. Andreju Lavrenčiču za pregled naloge in strokovne napotke. Iskreno se zahvaljujem tudi Sabini Knehtl za vso prijaznost, potrpežljivost in pomoč tekom vseh študijskih let.

Zahvaljujem se tudi sošolkam in sošolcem, še posebej Anji Počkaj, Martini Obed in Lini Greccs za nepozabne študijske dni.

Zahvaljujem se tudi vsem domačim za izkazano podporo in pomoč med študijem. Z mano ste se veselili ob uspehih in me spodbujali ob neuspehih. Diplomsko nalogo posvečam očetu, ki bi bil zagotovo zelo ponosen, da sem končno postala, kot se je večkrat pošalil, »diplomirana kmetica«.

Hvala vsem še enkrat.

PRILOGE

Priloga A: Izmerjene vrednosti za posamezne elemente (19. 4. 2011)

19.4.2011	k	3362	2325	17243	18683	24912	6251	15065	2639	2208	177	3079	18926
Meso	avg sl		283	2153	118290	189	2778	4232	5528	52	7	110	6300
	SD sl		104	465	18394	65	586	1090	2141	7	2	21	692
	RSD sl		37	22	16	35	21	26	39	13	23	19	11
	DL razt		0.13	0.08	2.95	0.01	0.28	0.22	2.43	0.01	0.03	0.02	0.11
	DL vz		5,3	3,2	118,1	0,3	11,3	8,7	97,3	0,4	1,1	0,8	4,4
NIST 8414 cert vred.		960000±95000	71±38	370±90	71200±9200	7±3	50±40	2840±450	142000±14000	9±3	76±10	13±11	380±240
avg ref		936853	73	348	66678	7,2	39	2754	148512	11	87	13	393
SD ref		40375	17	14	2388	0,5	12	80	4157	1,0	4	1	108
RSD ref		4	24	4	3	7,5	24	3	3	11	6	6	29
izk		98	103	94	94	103	77	97	105	123	114	99	103
Sample Name	Vzorec	24 Mg [2]	53 Cr [2]	55 Mn [2]	56 Fe [2]	59 Co [2]	60 Ni [2]	63 Cu [2]	66 Zn [2]	75 As [2]	77 Se [1]	111 Cd [2]	208 Pb [2]
01042011/17	ref	0.2376	21,4991	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
01042011/18	ref	0.3225	21,2275	86,64	70431,10	7,32	46,81	2870,66	153998,12	12,30			410,27
04042011/17	ref	0.2267	21,3973	907581,12	74,74	333,59	63282,48	2838,24	151344,84	12,55			414,00
04042011/18	ref	0.2097	21,5903	957524,56	61,19	342,00	66934,00	2626,71	140368,82	11,12	78,61	13,98	629,29
05042011/18	ref	0.2039	21,5835	900472,68	51,15	336,50	64914,58	2818,69	14412,81	10,38	87,45	12,44	317,73
06042011/18	ref	0.2223	21,4031	954554,70	98,57	352,76	67918,02	2804,84	150476,26	11,38	80,87	12,59	307,68
06042011/17	ref	0.2078	21,5478	906412,67	343,36	65142,60	6,92	2722,16	147067,11	11,32	81,00	12,27	429,50
06042011/18	ref	0.2221	21,3240	918130,44	94,92	348,72	65785,10	2718,29	147366,34	11,20	79,97	13,42	305,50
07042011/17	ref	0.2167	21,6701	891347,74	70,33	334,25	64704,00	2677,10	146973,14	9,14	84,70	12,13	
07042011/18	ref	0.1991	21,7059	930555,90	54,71	343,41	67311,52	2782,47	153309,83	11,32	86,95	12,10	331,73
01042011/1	3681	0.5718	21,2313	234788,72	16,86	43,54	9960,68	460,69	35601,55	2,93	45,61	0,21	-1,93
01042011/2	3681	0.5495	21,1820	235181,66	52,18	67,72	10615,20	499,73	38477,11	3,26	58,42	0,75	2,64
01042011/3	1367	0.4876	21,2428	234743,84	8,35	73,11	12155,38	700,58	41102,42	3,19	47,88	0,50	-1,11
01042011/4	1367	0.4646	21,1218	249342,76	1,43	86,37	12982,83	762,01	43467,59	3,42	50,60	0,65	1,59
01042011/5	1366	0.5000	21,1427	253715,71	4,44	50,69	9750,06	470,20	29966,88	2,97	59,91	0,70	-0,95
01042011/6	1366	0.5752	21,5419	269215,85	17,43	62,74	10676,30	520,76	32657,07	3,37	65,93	1,08	4,70
01042011/7	3680	0.5357	21,3914	238859,61	4,61	39,58	11776,40	424,75	32412,79	1,92	53,28	0,36	5,22
01042011/8	3680	0.5302	21,2540	242963,74	4,81	39,67	12362,68	424,06	33727,41	2,48	54,24	0,79	0,49
01042011/9	1362	0.4691	21,2094	241625,56	12,19	44,53	14066,80	491,99	40091,55	2,85	59,80	0,49	0,24
01042011/10	1362	0.4819	21,5043	243779,70	10,83	47,65	13734,19	506,03	41215,84	2,53	63,95	0,82	0,48
01042011/11	3682	0.4954	21,7917	280557,88	10,36	35,50	8457,88	387,17	40445,34	2,93	62,94	0,43	0,97
01042011/12	3682	0.5246	21,4647	281146,24	14,08	35,60	8552,96	376,19	38477,52	2,71	59,03	0,63	0,25
01042011/13	1354	0.4912	21,5675	244495,17	4,80	56,75	16120,35	685,51	47073,83	2,87	59,21	1,08	1,22
01042011/14	1354	0.5440	21,2998	242686,32	15,34	64,48	15819,64	700,99	47224,94	3,09	70,13	0,67	1,62
01042011/15	3678	0.5098	21,9724	248765,90	6,66	60,91	16641,78	632,16	55916,22	2,13	63,39	0,75	4,33
01042011/16	3678	0.4887	21,8780	251146,13	1,30	56,34	16788,72	596,84	55907,92	2,20	61,74	1,09	-0,67
04042011/1	5146	0.4946	21,7160	217130,93	10,59	52,79	16503,12	564,82	47198,51	1,71	44,84	0,83	2,78
04042011/2	5146	0.4843	21,5414	228421,87	1,10	56,37	16178,56	600,80	48261,30	2,14	42,18	0,45	2,56
04042011/3	2470	0.4654	21,7561	238754,45	-0,25	52,51	19043,40	731,17	47864,96	3,85	86,70	0,70	0,16
04042011/4	2470	0.4908	21,5756	264361,24	1,69	60,83	20949,91	800,60	51521,09	4,55	85,36	0,60	1,48
04042011/5	5141	0.4812	21,7860	200132,75	-0,70	44,63	14348,07	466,77	33368,29	3,28	64,89	0,63	-2,81
04042011/6	5141	0.4932	21,4920	231761,51	1,02	51,05	17130,03	536,21	39969,69	3,98	68,92	0,53	-1,01
04042011/7	4508	0.4956	21,4734	221846,95	1,66	57,92	17901,71	479,47	48520,81	2,75	41,49	0,82	1,08
04042011/8	4508	0.5030	21,6317	207537,84	2,08	51,93	16787,43	481,33	49787,48	2,67	40,17	0,88	0,14
04042011/9	8986	0.5050	21,7826	227747,73	5,33	53,78	17404,69	626,13	43996,33	2,41	70,04	0,70	1,30

Nadaljevanje priloge A.

Sample Name	Vzorec	m vz	m razt	24 Mg [2]	53 Cr [2]	55 Mn [2]	56 Fe [2]	59 Co [2]	60 Ni [2]	63 Cu [2]	66 Zn [2]	75 As [2]	77 Se [1]	111 Cd [2]	208 Pb [2]
04042011/10	8986	0.4987	21.6880	232043.72	11.40	52.07	17951.33	1.13	12.05	648.44	45915.69	3.15	63.56	0.61	-0.24
04042011/11	7627	0.4957	21.5407	252915.49	10.11	58.24	20459.02	1.38	5.80	722.66	51825.86	3.94	53.89	0.38	1.75
04042011/12	7627	0.5333	21.5665	243595.73	1.39	55.98	20163.00	1.25	104.26	720.17	51407.61	3.33	52.13	0.40	1.68
04042011/13	2909	0.4963	21.6919	230221.36	0.61	56.44	19054.71	0.91	13.23	589.74	39785.16	2.64	69.43	0.55	0.50
04042011/14	2909	0.5140	21.8816	222369.67	2.33	61.36	17996.25	0.91	1.03	570.93	44583.03	2.80	66.32	1.88	1.92
04042011/15	7262	0.5015	21.5166	254104.95	0.65	49.56	17295.53	1.14	-1.20	588.27	51736.23	2.46	70.78	0.44	1.86
04042011/16	7262	0.5293	21.5373	243750.20	27.14	57.43	17072.23	1.15	16.09	715.79	49694.60	2.64	74.79	0.44	4.71
05042011/1	60556	0.5112	21.5262	256586.11	0.50	46.82	16633.59	1.23	0.47	559.97	42922.26	2.96	47.46	0.45	0.38
05042011/2	60556	0.5054	21.9188	267990.89	2.41	52.10	17804.83	1.33	-0.70	577.82	44783.05	3.08	49.09	0.39	3.26
05042011/3	2680	0.5096	21.9034	236591.19	3.87	50.53	16431.7	1.69	0.47	599.31	39846.35	2.62	51.79	0.26	4.83
05042011/4	2680	0.5222	21.9035	238729.18	1.76	50.39	16349.24	1.69	7.17	634.35	40503.05	2.24	51.92	0.40	4.84
05042011/5	7020	0.4991	21.8072	243118.84	28.52	42.57	14776.18	1.43	-0.92	552.02	47527.54	2.08	49.97	0.23	1.37
05042011/6	7020	0.5210	21.7654	240700.28	15.48	38.91	13840.44	1.21	-0.81	542.03	46044.63	1.77	52.79	0.26	-0.23
05042011/7	2931	0.4871	21.8191	247604.51	5.41	49.68	17961.31	1.22	-1.86	674.58	43321.26	1.47	36.57	0.58	1.05
05042011/8	2931	0.5161	21.4718	237777.06	0.06	48.49	17649.28	1.16	-3.57	652.94	42367.37	1.57	40.14	0.05	-0.59
05042011/9	3472	0.4837	21.6865	238992.67	4.37	51.28	17429.74	2.07	0.06	599.24	49190.59	2.61	62.15	0.35	0.24
05042011/10	3472	0.5408	21.8311	236991.63	15.08	55.20	17409.22	2.03	-4.75	621.61	49625.19	2.75	43.13	0.54	0.76
05042011/11	1789	0.4972	21.7453	237349.24	9.77	51.21	15825.99	0.86	-4.06	494.73	47780.72	2.33	69.07	-0.06	1.11
05042011/12	1798	0.5010	21.5319	232227.18	-0.08	49.76	15293.88	0.94	-2.46	473.73	46256.60	2.40	48.95	0.32	0.29
05042011/13	4092	0.4759	21.8419	227815.07	1.12	43.47	15333.72	1.56	-4.01	586.51	40349.09	2.43	49.46	0.34	0.43
05042011/14	4092	0.5020	21.5052	224333.69	2.00	44.51	14859.84	1.51	-0.13	547.51	38073.99	2.25	48.08	-0.03	3.45
05042011/15	7950	0.5041	21.9640	237955.79	0.09	49.37	15800.32	2.05	-3.82	660.82	41922.26	2.96	42.85	0.14	1.46
05042011/16	7950	0.4851	21.6417	230349.21	0.35	47.42	15054.19	1.82	-2.52	642.31	41664.29	2.73	47.56	0.17	1.01
06042011/1	3473	0.5110	21.7024	209020.53	1.92	43.05	11377.59	2.51	-4.66	490.40	40176.32	2.18	34.67	-0.02	-1.17
06042011/2	3473	0.5095	21.7642	229918.95	3.41	54.84	13980.69	2.98	-3.55	542.43	44452.08	2.81	37.09	0.33	0.59
06042011/3	8231	0.4974	21.7502	234171.80	109.43	51.24	18392.71	1.12	-3.19	705.13	37906.45	2.25	42.08	0.33	-0.69
06042011/4	8231	0.5046	21.6042	224122.91	109.58	49.82	17770.00	1.06	6.73	681.63	36584.93	1.72	41.81	0.01	1.88
06042011/5	5000	0.4971	21.8868	215612.16	1.93	60.88	15307.35	2.37	-3.88	648.91	53295.03	2.70	50.56	0.05	-0.66
06042011/6	5000	0.4903	21.8903	190455.02	14.31	60.26	13349.98	1.67	0.25	576.26	46835.94	2.18	42.76	0.10	-1.05
06042011/7	3471	0.5063	21.8595	220545.97	7.01	59.32	15289.18	1.41	-5.94	687.64	35788.07	1.84	48.05	-0.13	-1.36
06042011/8	3471	0.5149	21.6260	227056.78	18.10	70.03	16136.93	1.62	-1.36	751.53	39457.25	2.46	45.76	0.21	-0.30
06042011/9	8887	0.5130	21.9235	235796.83	9.97	38.49	12625.88	1.49	-3.48	480.31	36552.17	2.26	39.52	0.29	-0.17
06042011/10	8887	0.5228	21.5801	244163.14	23.47	41.67	13511.99	1.63	0.91	503.95	38986.75	2.59	41.08	0.14	3.37
06042011/11	2923	0.4945	21.9807	234539.02	7.79	44.04	13189.85	1.15	-2.82	491.38	38826.42	2.54	41.21	-0.07	-0.84
06042011/12	2923	0.5096	21.7183	232722.97	18.07	38.51	13084.64	1.02	-3.73	485.24	37512.44	1.93	42.12	-0.09	-0.03
06042011/13	8521	0.5072	21.7231	213649.73	15.51	35.52	16232.57	0.74	-3.35	465.80	40541.95	1.99	48.48	-0.03	4.68
06042011/14	8521	0.5271	21.7515	209168.70	1.80	34.65	15634.99	0.76	-1.09	458.25	42343.86	1.48	32.52	0.21	0.11
06042011/15	6716	0.5189	21.8367	236589.90	2.29	47.32	17554.90	1.57	-2.85	554.57	52118.62	3.35	38.12	-0.03	1.93
06042011/16	6716	0.5399	21.4894	225431.04	1.56	45.19	16786.96	1.49	-2.03	677.77	49209.34	2.57	39.43	0.09	1.77
07042011/1	4108	0.5016	21.8193	237645.76	-0.64	49.48	18604.78	1.80	2.40	972.81	50349.37	2.89	36.23	0.32	9.53
07042011/2	4108	0.4985	21.7455	234523.73	5.64	50.39	19184.12	1.86	-1.36	594.00	52110.10	3.46	35.72	0.31	-2.13
07042011/3	858	0.4925	21.3788	223879.30	-0.33	53.35	14308.58	1.11	-2.94	592.68	40543.85	2.48	38.91	0.21	-3.12
07042011/4	858	0.5052	21.5569	224925.27	4.16	53.63	14655.18	1.11	-1.72	632.76	41423.91	2.79	44.18	-0.11	-2.79
07042011/5	7262	0.5190	22.0126	225912.00	153.17	55.21	16093.05	1.91	45.54	526.67	49404.18	2.18	65.58	0.14	-0.72
07042011/6	7262	0.4859	21.3900	217752.90	31.31	54.46	15786.74	1.11	11.20	528.66	49212.44	2.23	65.79	0.05	-1.41
07042011/7	2909	0.4884	21.7263	220137.98	2.63	71.55	20624.19	1.11	0.33	529.60	42666.95	2.05	61.24	0.17	6.65
07042011/8	2909	0.5176	21.6643	219473.37	7.46	69.32	20439.27	1.02	1.03	545.00	43396.15	2.37	61.56	0.12	6.67
07042011/9	2470	0.4903	21.9734	236292.00	2.43	47.95	19022.37	0.68	-1.36	685.85	45006.34	4.38	80.27	-0.08	-1.95
07042011/10	2470	0.5054	21.5679	248032.57	2.55	51.18	20165.05	0.94	2.41	707.55	47365.61	5.08	77.03	0.03	2.75
07042011/11	5146	0.5099	21.5931	217772.04	16.97	48.26	15717.99	1.03	1.87	540.91	48684.71	1.78	43.55	-0.07	-1.38
07042011/12	5146	0.4965	21.6184	213902.39	1.48	50.97	15568.66	0.93	-1.45	547.30	48111.68	1.43	41.19	0.23	1.01
07042011/13	4508	0.5389	21.5303	227304.78	0.56	60.33	18800.92	0.55	0.04	559.26	53727.42	2.69	44.37	-0.06	0.29
07042011/14	4508	0.5218	21.7993	216369.25	2.99	58.77	18272.75	0.58	-0.41	532.33	51827.63	2.46	42.96	0.29	-0.10
07042011/15	7627	0.5017	21.9399	220396.50	-0.71	48.28	18573.07	1.05	0.43	621.04	46122.18	3.32	46.51	-0.01	2.25
07042011/16	7627	0.5087	21.5083	222408.13	1.41	46.86	18757.25	1.07	-1.26	622.88	46919.21	3.15	46.56	0.12	2.02

Priloga B: Izmerjene vrednosti za posamezne elemente (14. 7. 2011)

14.7.2011	k			1810,0	4816,0	2191,000	21610,0
Meso							
	avg sl			355,3	5285,3	116,068	8776,4
	SD sl			67,0	501,4	5,664	600,0
	RSD sl			18,9	9,5	4,880	6,8
	DL razt			0,1	0,3	0,008	0,1
	DL vz			1,67	4,69	0,12	1,25
	NIST 8414		cert vred.	71±38	50±40	13±11	380±240
	avg ref						
	sd ref						
	RSD ref						
	izk			1,16	0,95	1,06	1,03
				53 Cr [2]	60 Ni [2]	111 Cd [2]	208 Pb [2]
Sample Name	Vzorec	m vz	m razt	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
12072011/17	ref	0,1999	16,893		57,6	16,4	270,9
12072011/18	ref	0,2086	16,8175	87,3	41,4	12,9	344,7
13072011/17	ref	0,2057	16,8114	71,9	36,1	11,9	389,5
13072011/18	ref	0,2006	16,9464	87,4	54,6	13,7	556,9
13072011/15	556	0,8828	17,2019	12,92	2,68	0,38	9,28
13072011/16	556	0,898	17,1502	31,92	1,63	0,57	10,08
13072011/8	1789	0,8564	17,1115	10,24	4,31	0,53	6,37
12072011/11	2470	0,8407	17,0391	11,45	2,42	0,14	0,58
12072011/12	2470	0,8592	17,1196	8,76	3,73	0,29	1,63
13072011/11	2680	0,8654	16,8923	6,47	4,25	0,41	1,14
13072011/12	2680	0,8775	17,8597	7,24	2,91	0,39	3,69
12072011/3	2909	0,8818	16,9803	17,61	2,99	0,14	1,30
12072011/4	2909	0,8694	17,163	26,23	2,62	0,29	1,35
13072011/1	2931	0,8419	17,1217	13,65	4,15	0,31	1,19
13072011/2	2931	0,8506	16,8522	13,07	8,53	2,21	6,23
13072011/3	3472	0,8543	16,8759	26,84	3,60	0,56	0,98
13072011/4	3472	0,8946	16,9183	15,32	7,22	1,45	5,08
13072011/13	3473	0,8803	17,1105	7,95	4,10	0,21	1,68
13072011/14	3473	0,8567	17,123	8,81	3,22	0,55	3,45
13072011/9	4092	0,8695	17,1928	7,55	2,83	0,24	0,17
13072011/10	4092	0,8519	17,0743	10,93	4,36	0,35	1,52
12072011/13	4508	0,8471	17,1096	9,19	4,66	0,42	1,38
12072011/14	4508	0,8376	16,7459	7,48	2,60	0,54	1,38
12072011/7	5141	0,8792	16,8668	9,47	1,11	0,11	0,27
12072011/8	5141	0,8491	16,9504	11,56	3,29	0,15	0,57
12072011/9	5146	0,8775	16,8261	13,78	5,54	0,21	0,83
12072011/10	5146	0,8154	16,8504	13,24	9,46	2,19	3,04
12072011/1	7262	0,8583	17,1764	90,84	24,54	0,98	6,23
12072011/2	7262	0,8618	16,8608	48,93	7,31	0,15	0,54
12072011/15	7627	0,8636	17,0329	10,06	2,57	0,18	12,25
12072011/16	7627	0,8623	17,0218	6,99	3,89	0,34	3,02
13072011/5	7950	0,8783	17,1422	8,95	2,59	0,49	0,86
13072011/6	7950	0,8864	16,8289	8,21	3,01	0,72	4,58
12072011/5	8986	0,8274	17,0126	18,65	3,35	0,10	0,62
12072011/6	8986	0,8398	16,9524	24,04	1,45	0,26	0,70

Priloga C: Izmerjene vrednosti za posamezne elemente (23. 9. 2011)

23.9.2011	k			k	1413,0	4220,0	1616,000	5824,0
MESO								
	avg sl			avg sl	252,8	5273,2	16,343	1831,6
	SD sl			SD sl	41,4	550,7	1,456	187,9
	RSD sl			RSD sl	16,4	10,4	8,906	10,3
	DL razt (ng/g)			DL razt (ng/g)	0,1	0,4	0,003	0,1
	DL vz (ng/g)			DL vz (ng/g)	1,32	5,87	0,04	1,45
	NIST 8414		cert vred.		71±38	50±40	13±11	380±240
	avg ref			izk	61	37	12	251
	rsd ref				20	37	20	23
	izk				86	74	89	66
	Sample Name	Vzorec	m vzorca	m razt	53 Cr ng/g	60 Ni ng/g	111 Cd ng/g	208 Pb ng/g
	Spela 12072011/17	ref	0,1999	16,893	84,3	30,0	12,8	93,7
	Spela 12072011/18	ref	0,2086	16,8175	69,9	17,1	10,4	132,3
	Spela 13072011/17	ref	0,2057	16,8114	47,4	17,0	9,3	243,1
	Spela 13072011/18	ref	0,2006	16,9464	62,1	32,2	10,6	341,9
	Spela 18072011/17	ref	0,25	17,0206	59,1	23,5	17,7	300,3
	Spela 18072011/18	ref	0,2462	16,8324	56,6	35,7	10,4	177,3
	Spela 19072011/17	ref	0,2297	16,9744	72,2	31,6	10,9	171,0
	Spela 19072011/18	ref	0,1955	17,2034	49,0	24,7	12,5	259,5
	Spela 20072011/17	ref	0,1998	17,0462	44,2	57,0	10,5	235,8
	Spela 20072011/18	ref	0,2061	17,1037	64,6	55,4	11,3	280,2
	Spela 12072011/1	7262	0,8583	17,1764	72,3	15,7	0,86	1,3
	Spela 12072011/2	7262	0,8618	16,8608	33,3	4,0	0,15	-3,4
	Spela 12072011/3	2909	0,8818	16,9803	17,3	0,2	0,13	-3,1
	Spela 12072011/4	2909	0,8694	17,163	21,0	-1,6	0,20	-3,3
	Spela 12072011/5	8986	0,8274	17,0126	25,3	1,0	0,10	-3,5
	Spela 12072011/6	8986	0,8398	16,9524	19,0	-1,5	0,12	-3,3
	Spela 12072011/7	5141	0,8792	16,8668	6,4	-1,5	0,07	-3,5
	Spela 12072011/8	5141	0,8491	16,9504	7,8	0,2	0,10	-3,7
	Spela 12072011/9	5146	0,8775	16,8261	9,5	3,3	0,06	-3,4
	Spela 12072011/10	5146	0,8154	16,8504	8,4	5,4	1,57	-2,9
	Spela 12072011/11	2470	0,8407	17,0391	6,7	-1,4	0,08	-3,8
	Spela 12072011/12	2470	0,8592	17,1196	4,0	-0,1	0,11	-3,6
	Spela 12072011/13	4508	0,8471	17,1096	6,6	0,5	0,17	-3,4
	Spela 12072011/14	4508	0,8376	16,7459	3,8	-1,3	0,25	-3,1
	Spela 12072011/15	7627	0,8636	17,0329	6,8	1,3	-0,01	0,5
	Spela 12072011/16	7627	0,8623	17,0218	3,0	1,9	0,02	-2,3
	Spela 13072011/1	2931	0,8419	17,1217	8,2	-1,1	0,23	-1,2
	Spela 13072011/2	2931	0,8506	16,8522	11,7	2,8	1,68	1,7
	Spela 13072011/3	3472	0,8543	16,8759	19,4	-0,3	0,38	-1,4
	Spela 13072011/4	3472	0,8946	16,9183	10,2	3,6	1,12	0,8
	Spela 13072011/5	7950	0,8783	17,1422	4,5	0,1	0,29	-1,1
	Spela 13072011/6	7950	0,8864	16,8289	3,8	0,4	0,49	0,7
	Spela 13072011/8	1789	0,8564	17,1115	5,2	0,7	0,26	1,7
	Spela 13072011/9	4092	0,8695	17,1928	3,6	0,4	0,12	-1,5
	Spela 13072011/10	4092	0,8519	17,0743	5,1	0,1	0,17	-0,8
	Spela 13072011/11	2680	0,8654	16,8923	0,9	-0,7	0,20	-1,0
	Spela 13072011/12	2680	0,8775	17,8597	2,1	-2,6	0,09	0,3
	Spela 13072011/13	3473	0,8803	17,1105	3,6	-0,1	0,18	-0,6
	Spela 13072011/14	3473	0,8567	17,123	5,7	-0,4	0,27	0,6
	Spela 13072011/15	556	0,8828	17,2019	6,4	-1,6	0,31	3,5
	Spela 13072011/16	556	0,898	17,1502	24,6	-1,0	0,32	5,0
	Spela 18072011/1	1366	0,8731	17,1697	8,7	-0,3	0,04	1,5
	Spela 18072011/2	1366	0,8576	16,9711	14,6	1,5	0,11	5,3
	Spela 18072011/3	3682	0,8804	17,0519	5,2	-0,7	0,11	0,4
	Spela 18072011/4	3682	0,8866	17,0065	16,1	3,6	0,20	0,0
	Spela 18072011/5	1362	0,872	17,0587	11,2	6,2	0,30	-0,4
	Spela 18072011/6	1362	0,8681	17,1027	12,0	2,9	0,26	0,0
	Spela 18072011/7	3678	0,8821	17,1323	6,3	240,2	0,15	1,0
	Spela 18072011/8	3678	0,8889	17,3719	8,1	1,1	0,12	1,0
	Spela 18072011/9	1354	0,883	16,884	5,6	1,2	0,22	-0,5
	Spela 18072011/10	1354	0,883	17,0945	5,6	1,1	0,29	-0,4
	Spela 18072011/11	1367	0,8891	17,1373	6,3	1,4	0,13	-0,3
	Spela 18072011/12	1367	0,9011	17,0538	18,2	3,8	0,36	10,6
	Spela 18072011/13	3681	0,8953	17,2093	4,2	0,2	0,16	-0,6
	Spela 18072011/14	3681	0,8943	17,1584	15,3	4,9	0,26	0,1
	Spela 18072011/15	3680	0,8872	17,1039	15,6	5,1	0,03	-0,2
	Spela 18072011/16	3680	0,8909	17,215	10,7	1,6	0,16	-0,2

Nadaljevanje priloge C.

23.9.2011 MESO					53 Cr	60 Ni	111 Cd	208 Pb
	Sample Name	Vzorec	m vzorca	m razt	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
	Spela 19072011/1	8887	0,8756	16,9431	9,1	1,4	0,05	-0,4
	Spela 19072011/2	8887	0,8952	16,9251	13,2	2,2	0,26	-0,5
	Spela 19072011/3	8231	0,8863	17,1634	16,3	0,5	0,12	-1,0
	Spela 19072011/4	8231	0,8853	17,0486	23,0	12,0	0,23	1,9
	Spela 19072011/5	2923	0,8872	17,2334	7,5	-0,1	-0,01	-0,8
	Spela 19072011/6	2923	0,8805	16,8746	10,4	3,0	0,09	-0,5
	Spela 19072011/7	858	0,8936	17,2554	5,8	2,3	0,05	-0,3
	Spela 19072011/8	858	0,8848	17,1733	4,5	0,5	0,23	0,2
	Spela 19072011/9	8521	0,896	17,0522	8,7	0,2	0,08	-0,8
	Spela 19072011/10	8521	0,8892	16,9252	13,5	5,4	0,12	0,2
	Spela 19072011/11	4108	0,8911	17,1811	4,5	3,0	0,14	0,2
	Spela 19072011/12	4108	0,8887	17,062	7,5	3,5	0,19	0,9
	Spela 19072011/13	6716	0,8845	17,1537	5,4	2,5	0,03	2,7
	Spela 19072011/14	6716	0,8954	16,975	6,7	1,1	0,16	1,5
	Spela 19072011/15	3471	0,8761	17,0455	3,7	1,3	0,12	0,1
	Spela 19072011/16	3471	0,8888	17,2383	6,1	0,5	0,11	1,4
	Spela 20072011/1	5000	0,8848	17,0712	4,2	5,8	0,21	1,2
	Spela 20072011/2	5000	0,8884	17,0514	37,0	9,0	0,28	2,0
	Spela 20072011/3	7020	0,8829	17,1572	6,4	7,1	0,23	2,0
	Spela 20072011/4	7020	0,9008	17,1611	10,1	11,3	0,25	2,9
	Spela 20072011/5	1789	0,8717	17,0702	2,4	19,3	0,20	2,1
	Spela 20072011/6	1789	0,8762	17,1485	8,4	10,9	0,26	2,2
	Spela 20072011/7	7627	0,8558	17,1922	2,4	12,5	0,16	2,3
	Spela 20072011/8	7627	0,8713	17,0773	3,9	9,3	0,18	1,9
	Spela 20072011/9	7262	0,8799	16,9573	4,9	7,7	0,16	2,1
	Spela 20072011/10	7262	0,8866	17,138	6,5	12,1	0,21	3,3
	Spela 20072011/11	2470	0,8938	16,9499	3,5	10,2	0,16	2,0
	Spela 20072011/12	2470	0,8874	17,2335	2,0	8,0	0,14	1,5
	Spela 20072011/13	2909	0,8833	17,1183	3,3	10,7	0,27	2,1
	Spela 20072011/14	2909	0,8973	17,1219	12,5	12,6	0,21	2,1
	Spela 20072011/15	4508	0,881	17,1441	4,1	9,5	0,26	2,8
	Spela 20072011/16	4508	0,8833	17,0116	9,6	9,5	0,25	2,7