

Utjecaj termičke obrade na sadržaj željeza, cinka, bakra i magnezija u mesu junadi iz intenzivnog i ekstenzivnog tova

Jasmina Redžović¹, Dinaida Tahirović², Muhamed Smajlović³, Čazim Crnkčić^{4*}

Sažetak

Cilj ovog rada bio je ispitati utjecaj termičke obrade kuhanjem na sadržaj željeza (Fe), cinka (Zn), bakra (Cu) i magnezija (Mg) u mišićnom tkivu i jetri junadi u ovisnosti od sustava tova iz kojeg životinje potječu. Istraživanje je provedeno na uzorcima mišićnog tkiva (but i plećka) i jetre junadi u dobi od 9 do 12 mjeseci koja su tovljena ekstenzivno (n=12) ili intenzivno (n=12). Svaki uzorak je podijeljen na dva jednaka dijela od kojih je jedan analiziran u sirovom stanju, a drugi nakon termičke obrade kuhanjem u vodi na 100°C. Rezultati su iskazani u apsolutno suhoj tvari mesa. Sadržaj pepela (mineralnog ostataka) u termički obrađenim uzorcima bio je smanjen u odnosu na sirove uzorke, ali to nije bilo praćeno značajnim promjenama u sadržaju Fe, Zn i Cu u mišićnom tkivu, niti promjenama Zn i Cu u jetri. Termička obrada dovela je do smanjenja sadržaja Mg u svim ispitivanim partijama mesa (za 40-50%), a do smanjenja sadržaja Fe došlo je samo u jetri (za 25-42 %). Učinak termičke obrade na sadržaj ispitivanih minerala u mišićnom tkivu i jetri bio je neovisan od sustava tova, iako su razlike po sustavu tova bile evidentne kod svih ispitivanih minerala, osim kod Fe. Sadržaj Zn u mišićnom tkivu buta junadi iz ekstenzivnog tova bio je manji, a sadržaj Cu veći u odnosu na uzorke buta iz intenzivnog sustava tova. Suprotno od buta, u jetri je sadržaj Cu bio veći kod junadi iz intenzivnog tova. U svim ispitivanim partijama mesa iz ekstenzivnog tova sadržaj Mg je bio značajno veći nego kod junadi iz intenzivnog tova.

Ključne riječi: meso junadi, termička obrada, minerali

Uvod

Meso goveda je bogat izvor minerala kao što su željezo (Fe), cink (Zn) i fosfor (P) i umjeren bogat izvor selena (Se), bakra (Cu) i magnezija (Mg) (Williams, 2007.; da Silva i sur., 2017.). Modzelewska-Kapituła i sur. (2019.) procjenjuju da 100 g termički obrađenog mesa goveda u dobi od 21

mjeseca može kod odraslih konzumenata zadovoljiti do 74 % dnevnih potreba za cinkom, do 40 % potreba željeza, do 12 % potreba bakra i do 5,5 % potreba za magnezijem. Williams (2007.) navodi da govedina može zadovoljiti preko 20 % dnevnih potreba fosfora i do 30 % potreba za selenom. Osim mesa mišića,

¹ Jasmina Redžović, mr. sc., stručni suradnik, Uprava za inspeksijske poslove, Oktobarske revolucije 130, 81000 Podgorica, Crna Gora

² Dinaida Tahirović, mr. sc., viši stručni suradnik, Veterinarski institut, Univerzitet u Sarajevu – Veterinarski fakultet, Zmaja od Bosne 90, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

³ Muhamed Smajlović, dr. sc., redoviti profesor, Katedra za sigurnost hrane i zaštitu okoliša, Univerzitet u Sarajevu – Veterinarski fakultet, Zmaja od Bosne 90, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

⁴ Čazim Crnkčić, dr. sc., redoviti profesor, Katedra za animalnu proizvodnju i biotehnologiju, Univerzitet u Sarajevu – Veterinarski fakultet, Zmaja od Bosne 90, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

*Autor za korespondenciju: cazim.crnkic@vfs.unsa.ba

jedan od najčešće konzumiranih unutrašnjih organa goveda je jetra. Mineralni sastav jetre se može značajno razlikovati u odnosu na meso mišića zbog činjenice da jetra služi kao depo nekih minerala kao što su Fe i Cu (Suttle, 2010.).

Na mineralni sastav mesa goveda mogu utjecati brojni faktori, uključujući pasminu, dob, spol, vrstu tkiva i tip mišića, način hranidbe i držanja, geografsko podrijetlo, itd. (Hollo i sur., 2007.; Czerwonka i Szterk, 2015.; Patel i sur., 2019.; Momot i sur., 2020.). Osim toga, meso se u pripremi za konzumiranje u pravilu termički obrađuje na odgovarajući način. Ovisno od vrste i parametara termičke obrade dolazi do promjene u sadržaju minerala u mesu u smislu većih ili manjih gubitaka. Međutim, kada se sadržaj minerala iskazuje u svježoj masi mesa spremnog za konzumiranje, a zbog gubitaka vode tijekom termičke obrade, postoji privid povećanja sadržaja pojedinih minerala u mesu jer gubici ne prate gubitke vode, pa dolazi do njihovog koncentriranja po jedinici mase (Purchas i sur., 2014.; Czerwonka i Szterk, 2015.; Sobral i sur., 2018.). Stvarni gubici i status minerala vidljivi su tek kada se njihov sadržaj iskazuje u apsolutno suhoj tvari mesa, odnosno kada se iz obračuna isključi sadržaj vode u mesu prije i nakon termičke obrade. Tako autori nalaze da termičkom obradom dolazi do smanjenja sadržaja monovalentnih minerala Na i K, dok se dvovalentni ne smanjuju u značajnijoj mjeri (Purchas i sur., 2014.). Navedeno se objašnjava razlikama u raspodjeli minerala u strukturama tkiva, odnosno činjenicom da su dvovalentni minerali najvećim dijelom vezani za proteinske strukture iz kojih se teže oslobađaju. Međutim, u radu Gerber i sur. (2009.) pokazalo se da gubici uslijed termičke obrade mesa ipak postoje i kod nekih dvovalentnih minerala kao što su Ca, Mg i P. Czerwonka i Szterk (2015.) također navode da dio minerala može biti otpušten iz proteinskih komponenti tkiva uslijed njihove denaturacije.

Gubici minerala tijekom termičke obrade mesa uglavnom nastaju njihovim ispiranjem u vodi (Gerber i sur., 2009.; da Silva i sur., 2017.). Prema tome, termički tretmani u kojima se upotrebljava voda više utječu na gubitak minerala nego, na primjer, termička obrada mesa prženjem (Gerber i sur., 2009.) ili kuhanjem u vakuumu (da Silva i sur., 2017.). Lopes i sur. (2015.) su utvrdili da je meso termički obrađeno prženjem sadržavalo najveće količine Fe, Zn i Mg, dok je najmanji sadržaj ovih elemenata zabilježen u mesu koje je termički obrađeno kuhanjem u vodi (Fe i Zn), odnosno kuhanjem u mikrovalnoj pećnici (Mg).

Dosadašnja istraživanja o utjecajima termičke obrade na sadržaj minerala u mesu goveda obavljena su u pravilu na uzorcima mišića, dok su na jetri ispitivanja bila relativno rijetka (da Silva i sur., 2017.; Falowo i sur., 2017.). Pored toga, istraživanja nisu u obzir uzimala utjecaje drugih čimbenika, osim različitih dijelova tijela životinje (Czerwonka i Szterk, 2015.) i pasmine (Falowo i sur., 2017.).

Cilj ovoga rada bio je ispitati utjecaj termičke obrade kuhanjem na sadržaj željeza, cinka, bakra i magnezija u mišićnom tkivu i jetri mladih goveda u ovisnosti od sustava tova iz kojeg životinje potječu – ekstenzivni i intenzivni tov.

Materijal i metode

Materijal

Uzorci mišićnog tkiva i jetre prikupljeni su od junadi muškog spola u dobi od 9 do 12 mjeseci iz dva različita sustava tova ovisno od sastava dnevnog obroka – ekstenzivni i intenzivni tov. Pasmenska pripadnost junadi po fenotipu odgovarala je domaćem šarenom govedu ili simentalcu u oba sustava tova.

U ekstenzivnom (tradicionalnom, seoskom) tovu hranidba junadi se zasnivala na pretežno voluminoznoj krmi, a koncentri su zauzimali manje od trećine dnevnog obroka. Osnovu obroka činili su ispaša i/ili prirodno osušeno sijeno, a koncentri dio obroka bio je sastavljen od lokalno dostupnih žitarica i mekinja. Uzorci su uzimani prilikom klanja životinja za vlastite potrebe s privatnih gazdinstava lociranih u seoskim područjima.

Junad iz organiziranog intenzivnog sustava tova hranjena je pretežno koncentratima koji su zauzimali više od polovine obroka. Smjesa koncentrata sastojala se od kukuruza s najvećim udjelom, zatim sojine i suncokretove sačme, stočnog brašna, soli i mineralno-vitaminskog premiksa. Dnevni obrok je bio sastavljen od kukuruzne silaže koju je junad konzumirala po volji uz 1-2 kg sijena i odgovarajuće količine koncentratne smjese koja je činila preko 60 % suhe tvari obroka. Uzorci iz ovog tipa tova su iz tovilišta mesne industrije, a uzeti su na liniji klanja.

Prilikom uzorkovanja u obzir su dolazila samo grla koja su u gore navedenom režimu hranidbe provela najmanje tri mjeseca prije klanja. Iz svakog sustava tova uzorkovano je po 12 životinja. Od svake životinje su uzeta po tri uzorka (svaki 150-200 g) i to dva uzorka mišića (but i plećka) i jedan

uzorak jetre. Ukupan broj uzoraka iznosio je 72, po 36 iz svakog sustava tova. Prilikom uzimanja uzoraka vodilo se računa da se uzorkuje čisto mišićno tkivo bez masnih dijelova i tetiva, a kod jetre čisto parenhimatozno tkivo. Svaki uzorak je uzet sa 3-5 različitih mjesta buta, plečke i jetre kako bi se dobio prosječan uzorak za partiju mesa koja je uzorkovana.

Uzorci su pojedinačno pakovani u plastične kutije i zamrznuti na temperaturi od -20 °C te kao takvi poslani u laboratorij na analize. Pripremi uzoraka za analizu prethodilo je njihovo odmrzavanje na sobnoj temperaturi.

Metode

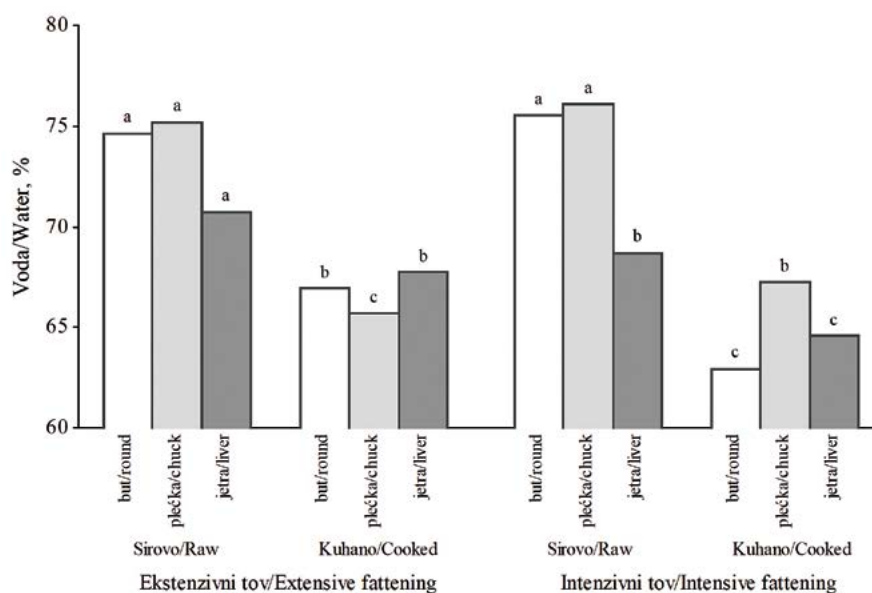
Svaki uzorak mišićnog tkiva i jetre podijeljen je na dva jednaka dijela od kojih je jedan analiziran u sirovom stanju, a drugi nakon termičke obrade kuhanjem u vodi na 100 °C. Uzorci su kuhani u 2-3 puta većem volumenu vode. Uzorci mišićnog tkiva su kuhani 60 minuta, a uzorci jetre 30 minuta.

Analiza uzoraka je obuhvatila sljedeće parametre: sadržaj vode i pepela, te sadržaj Fe, Cu, Zn i Mg. Za određivanje sadržaja vode uzeto je od svakog uzorka 10 g i osušeno u sušioniku na 105 °C preko noći. Sljedeći dan, nakon hlađenja u eksikatoru uzorci su izvagani te je izračunat sadržaj vode (ISO 1442:2007). Potom su uzorci žareni u mufolnoj peći tri sata na 550 °C do dobivanja svijetlog pepela.

Nakon hlađenja u eksikatoru, vaganjem je utvrđen sadržaj ukupnog pepela (mineralnog ostatka) (ISO 936:2007).

Sadržaj ispitivanih minerala određen je na atomskom apsorpcionom spektrofotometru - plamena tehnika (AAS; Analyst 300, Perkin Elmer Corporation., Norwalk CT, SAD) prema preporukama analitičkih metoda za atomsku apsorpcionu spektrofotometriju (Perkin Elmer, 1994). Pepeo uzoraka dobiven nakon žarenja na 550 °C razoren je sa 5 ml koncentrirane HCl i prenesen u odmjernu posudu od 25 ml za mišićno tkivo ili od 50 ml za jetru, a potom dopunjen ultra čistom vodom do navedenog volumena. U ovako pripremljenim otopinama određen je sadržaj Mg uz prisustvo SrCl₂ kao matriks modifikatora, dok su Fe, Zn i Cu određeni u razblaženoj otopini HCl direktno na atomskom apsorpcionom spektrofotometru. Sadržaj pepela i ispitivanih minerala je na osnovu sadržaja vode preračunat na apsolutno suhu tvar uzorka.

Za statističku obradu rezultata korištena je General Linear Model (GLM) procedura statističkog softvera Minitab release 17 (Minitab, Inc., 2014) uz *post hoc* Tukey test koji je primijenjen kada je učinak sustava tova ili termičkog tretmana ustanovljen kao signifikantan. Vrijednosti *p* manje od 0,05 smatrane su statistički značajnima.



Slika 1. Utjecaj termičke obrade na sadržaj vode u mišićnom tkivu i jetri junadi iz ekstenzivnog i intenzivnog sustava tova

Figure 1 Influence of heat treatment on water content in beef muscles and liver from extensive and intensive fattening system

abc – srednje vrijednosti/kolone za istu partiju mesa koje ne sadrže zajedničku slovnu oznaku razlikuju se signifikantno ($p < 0,05$)
abc – columns (means) for the same lot of meat that do not contain a common letter differ significantly ($p < 0,05$)

Rezultati i rasprava

Voda i pepeo

Termička obrada kuhanjem dovela je do smanjenja sadržaja vode u svim uzorcima (Slika 1). Najmanji relativni gubici vode ustanovljeni su u uzorcima jetre, svega 4 do 6 %. U uzorcima mišićnog tkiva relativni gubici vode nakon kuhanja iznosili su 10-17 % u odnosu na sirove uzorke. Oz i sur. (2017.) su istraživali utjecaj nekoliko različitih metoda termičke obrade na sastav mesa bifteka i ustanovili da kuhanjem u vodi na 100 °C dolazi do najvećih gubitaka vode. Relativni gubitak vode nakon kuhanja bio je sličan kao i u našem radu. Isti autori citiraju još nekoliko istraživanja gdje su slični rezultati utvrđeni i za meso drugih vrsta životinja. Gubitak vode kod termičke obrade mesa posljedica je smanjenja kapaciteta vezanja vode, odnosno sposobnosti mesa da zadrži vlastitu vodu (Czerwonka i Szterk, 2015.; Oz i sur., 2017.; Sobral i sur., 2018.).

Sustav tova je imao utjecaja na sadržaj vode u uzorcima mišićnog tkiva plećke i jetre, dok kod buta to nije bio slučaj (Slika 1). Naime, uzorci plećke junadi iz intenzivnog tova sadržavali su više vode u odnosu na ekstenzivni tov, a kod jetre je ustanovljeno obrnuto. Navedene razlike, iako statistički značajne, numerički ipak nisu bile velike.

Kada se međusobno uspoređuju sirovi uzorci neovisno od sustava tova, sadržaj vode bio je najve-

ći u mišićnom tkivu plećke, nešto manji u butu, a najmanji u uzorcima jetre. Kod kuhanih uzoraka nije bilo većih razlika između partija mesa s obzirom na to da su gubici vode kod mišićnog tkiva bili oko tri puta veći nego kod jetre (Slika 1).

Usljed gubitaka vode koji nastaju termičkom obradom dolazi do povećanja koncentracije hranjivih sastojaka u mesu kada se rezultati iskazuju sa pripadajućim sadržajem vode (Purchas i sur., 2014.; Czerwonka i Szterk, 2015.; Sobral i sur., 2018.) što stvara privid da se termičkom obradom meso „obogaćuje“ hranjivim tvarima. Međutim, ako se obavi korekcija prema sadržaju vode onda rezultati pokazuju da termičkom obradom u stvari dolazi do gubitaka dijela sastojaka iz mesa ili oni ostaju nepromijenjeni. U radu Purchasa i sur. (2014.) kuhanje je imalo značajan utjecaj na sve osnovne sastojke goveđeg mesa uz smanjenje sadržaja vode koje je vodilo povećanju sadržaja drugih osnovnih sastojaka mesa. Međutim, kada je sadržaj vode uključen u model kao kovarijanta a rezultati iskazani na bazi suhe tvari mesa, pokazalo se da kuhanje nije imalo signifikantnog učinka kod većine ispitivanih osnovnih sastojaka. Zato smatramo objektivnijim iskazivanje rezultata u suhoj tvari mesa jer se tako izolira utjecaj promjena u sadržaju vode. Iz istih razloga je sadržaj ispitivanih sastojaka u mišićnom tkivu i jetri u ovom radu iskazan u 100 g suhe tvari.

U tri ispitivane partije sirovog mesa sadržaj pepela se kretao u rasponu 4,0-4,5 % suhe tvari.

Tablica 1. Utjecaj termičke obrade na sadržaj minerala u mišićnom tkivu buta junadi iz ekstenzivnog i intenzivnog sustava tova*

Table 1 Influence of heat treatment on mineral content in beef round muscles from extensive and intensive fattening system*

	Ekstenzivni tov Extensive fattening		Intenzivni tov Intensive fattening		Sustav tova Fattening system	Termička obrada Heat treatment	Interakcija Interaction
	Sirovo meso Row meat	Kuhano meso Cooked meat	Sirovo meso Row meat	Kuhano meso Cooked meat			
Pepeo/Ash, %	4,45±0,47 ^a	2,86±1,26 ^b	4,12±0,33 ^a	2,51±0,89 ^b	0,143	0,000	0,966
Fe, mg/100 g	3,24±1,48	3,83±1,18	3,92±1,50	4,60±1,87	0,164	0,238	0,931
Zn, mg/100 g	12,04±3,76 ^b	13,27±3,95 ^b	19,44±4,31 ^a	16,85±3,36 ^{ab}	0,000	0,633	0,180
Cu, mg/100 g	0,49±0,31 ^a	0,69±0,29 ^a	0,30±0,21 ^b	0,39±0,10 ^{ab}	0,013	0,114	0,550
Mg, mg/100 g	95,44±7,99 ^a	45,68±5,21 ^c	84,37±10,89 ^b	45,15±3,97 ^c	0,019	0,000	0,103

* rezultati iskazani u apsolutno suhoj tvari kao srednje vrijednosti ± standardna devijacija, ^{abc} – srednje vrijednosti u istom redu koje ne sadrže zajedničku slovnju oznaku razlikuju se signifikantno (p<0,05)

* results expressed in dry matter as means ± standard deviation, ^{abc} – means in the same row that do not contain a common letter differ significantly (p<0,05)

Termička obrada kuhanjem dovela je do značajnog smanjenja sadržaja pepela u svim ispitivanim partijama, što se slaže sa rezultatima Lopes i sur. (2015.) koji su također utvrđeni u mladoj junetini. Naime, relativno smanjenje sadržaja pepela u odnosu na sirove uzorke u našem radu iznosilo je 30 % do 40 % u mišićnom tkivu (Tablice 1 i 2), odnosno 15 % do 20 % u jetri (Tablica 3). Sustav tova nije utjecao na sadržaj pepela u mišićnom tkivu i jetri, a učinak termičke obrade bio je neovisan od sustava tova.

Iako je u termički obrađenim uzorcima sadržaj pepela bio značajno smanjen u odnosu na sirove uzorke, to nije bilo praćeno značajnim promjenama u sadržaju Fe, Zn i Cu u mišićnom tkivu, ali jest u sadržaju Mg (Tablice 1 i 2). U jetri su promjene imale sličan trend, osim što je došlo do smanjenja sadržaja Fe (Tablica 3).

Željezo

U kuhanim uzorcima buta iz oba sustava tova utvrđen je nešto veći sadržaj Fe nego u sirovim uzorcima (Tablica 1), u uzorcima plećke bilo je obrnuto (Tablica 2), ali razlike nisu bile statistički značajne. Željezo je u mesu najvećim dijelom vezano za proteinske strukture tako da termička obrada uslijed gubitaka vode u pravilu ne dovodi do značajnijih promjena u njegovom sadržaju (Czerwonka i Tokarz, 2017.). Rezultati istraživanja Lopesa i sur. (2015.) i Purchasa i sur. (2014.) također pokazuju da vrijednosti Fe u mesu ostaju približno iste nakon

termičke obrade. Czerwonka i Szterk (2015) nalaze minimalne gubitke Fe od 6,6-10 % u toku termičke obrade mesa prženjem koji su vjerojatno posljedica denaturacije proteina.

Učinak sustava tova na sadržaj Fe u mišićnom tkivu buta i plećke nije bio statistički značajan (Tablice 1 i 2). Momot i sur. (2016.) nalaze da sadržaj minerala, uključujući i Fe, nije različit u *m. longissimus dorsi* kod muške junadi u dobi 11-19 mjeseci koja je tovljena u poluintenzivnom ili intenzivnom režimu. Duckett i sur. (2013.) također nisu zabilježili značajne razlike u sadržaju Fe u mesu junadi ovisno od režima hranidbe u tovu. De Freitas i sur. (2014.) u svom istraživanju ne nalaze razlike u sadržaju Fe u mesu junadi tovljene na ispaši ili u tovilistu. Međutim, u drugom radu je utvrđeno da režim hranidbe u tovu (ekstenzivni vs intenzivni) ima značajan utjecaj na mineralni sastav mesa junadi (*m. longissimus dorsi*) tako što je kod ekstenzivnog tova veći sadržaj P i Fe, a manji sadržaj Na i Cu nego kod intenzivnog tova (Hollo i sur., 2007.).

Termička obrada je signifikantno utjecala na sadržaj Fe samo u jetri i dovela do njegovog smanjenja koje je bilo izraženije u uzorcima iz ekstenzivnog tova (Tablica 3). Relativno smanjenje sadržaja Fe iznosilo je oko 42 %, dok je u uzorcima iz intenzivnog sustava tova smanjenje bilo oko 25 %. Međutim, promjene u sadržaju Fe u uzorcima jetre statistički nisu bile ovisne od sustava tova. Navedeni gubici Fe u našem radu su bili veći nego u istraživanju da Silva

Tablica 2. Utjecaj termičke obrade na sadržaj minerala u mišićnom tkivu plećke junadi iz ekstenzivnog i intenzivnog sustava tova*

Table 2 Influence of heat treatment on mineral content in beef chuck muscles from extensive and intensive fattening system*

	Ekstenzivni tov Extensive fattening		Intenzivni tov Intensive fattening		Sustav tova Fattening system	Termička obrada Heat treatment	Interakcija Interaction
	Sirovo meso Row meat	Kuhano meso Cooked meat	Sirovo meso Row meat	Kuhano meso Cooked meat			
Pepeo/Ash, %	4,54±0,17 ^a	2,81±0,83 ^b	4,38±0,35 ^a	3,21±1,44 ^b	0,895	0,000	0,275
Fe, mg/100 g	3,65±0,96	3,07±0,82	3,78±1,55	2,94±1,18	0,904	0,103	0,758
Zn, mg/100 g	15,59±4,12	17,40±4,51	14,40±3,07	13,06±4,26	0,094	0,863	0,261
Cu, mg/100 g	0,44±0,12	0,72±0,35	0,53±0,22	0,51±0,21	0,895	0,107	0,058
Mg, mg/100 g	95,02±8,00 ^a	54,04±5,59 ^b	87,40±8,51 ^a	47,07±15,29 ^b	0,022	0,000	0,924

* rezultati iskazani u apsolutno suhoj tvari kao srednje vrijednosti ± standardna devijacija, ^{abc} – srednje vrijednosti u istom redu koje ne sadrže zajedničku slovnju oznaku razlikuju se signifikantno ($p < 0,05$)

* results expressed in dry matter as means ± standard deviation, ^{abc} – means in the same row that do not contain a common letter differ significantly ($p < 0,05$)

Tablica 3. Utjecaj termičke obrade na sadržaj minerala u jetri junadi iz ekstenzivnog i intenzivnog sustava tova*

Table 3 Influence of heat treatment on mineral content in beef liver from extensive and intensive fattening system*

	Ekstenzivni tov Extensive fattening		Intenzivni tov Intensive fattening		Sustav tova Fattening system	Termička obrada Heat treatment	Interakcija Interaction
	Sirovo meso Row meat	Kuhano meso Cooked meat	Sirovo meso Row meat	Kuhano meso Cooked meat			
Pepeo/Ash, %	4,51±0,40 ^a	3,67±0,99 ^b	4,35±0,16 ^a	3,71±0,75 ^b	0,613	0,001	0,623
Fe, mg/100 g	11,46±5,21 ^a	6,68±2,06 ^b	9,11±1,66 ^{ab}	6,79±2,23 ^b	0,190	0,009	0,330
Zn, mg/100 g	11,03±3,20	12,10±3,21	25,69±11,27 ^a	12,52±2,84	0,095	0,836	0,373
Cu, mg/100 g	12,42±6,11 ^b	9,73±6,92 ^b	0,53±0,22	23,75±13,19 ^a	0,000	0,491	0,912
Mg, mg/100 g	79,36±16,37 ^a	45,18±10,03 ^{bc}	57,53±10,25 ^b	32,77±16,48 ^c	0,000	0,000	0,336

* rezultati iskazani u apsolutno suhoj tvari jetre kao srednje vrijednosti ± standardna devijacija, ^{abc} – srednje vrijednosti u istom redu koje ne sadrže zajedničku slovnu oznaku razlikuju se signifikantno ($p < 0,05$)

* results expressed in dry matter of liver as means ± standard deviation, ^{abc} – means in the same row that do not contain a common letter differ significantly ($p < 0,05$)

i sur. (2017.) koji su utvrdili gubitak Fe od oko 22 % prilikom kuhanja jetre u vodi, ali je i vrijeme termičke obrade u citiranom radu bilo kraće.

Iako neki autori nalaze da između različitih mišića postoje značajne varijacije u svim mineralima (Czerwonka i Szterk, 2015.), u našem radu nisu utvrđene razlike u sadržaju Fe između partija buta i plečke. U usporedbi s rezultatima drugih autora, u mišićnom tkivu su utvrđene manje vrijednosti Fe. U tim istraživanjima (Leheska i sur., 2008.; Duckett i sur., 2013.; Czerwonka i Szterk, 2015.; Lopes i sur., 2015.) sadržaj Fe u mesu bio je otprilike dvostruko veći u odnosu na vrijednosti utvrđene u našem radu. Objašnjenje ovih neslaganja vjerojatno leži u činjenici da je u citiranim radovima analizirano meso životinja starijih od 12 mjeseci, pa čak i do 30 mjeseci (Leheska i sur., 2008.). Međutim, u radu Lopes i sur. (2015.) je u pitanju ipak bila mlađa junad u dobi 7-8 mjeseci. Purchas i Busboom (2005.) navode da meso starijih životinja sadrži znatno više ukupnog Fe u odnosu na mlađa grla tako da se manji sadržaj Fe u mesu u našem istraživanju mogao i očekivati jer su junad bila u dobi od 9 do 12 mjeseci. Momot i sur. (2020.) su utvrdili da sadržaj Fe u mesu junadi starosti od 15, 18 i 21 mjesec raste s dobi i veći je za 4 mg/kg u mesu junadi od 21 mjeseca u odnosu na junad s 15 mjeseci.

U sirovoj jetri je sadržaj Fe (Tablica 3) bio do četiri puta veći u odnosu na sirove uzorke mišićnog tkiva (Tablice 1 i 2). Sličan odnos sadržaja Fe između jetre i mišića nalaze i drugi autori (Valenzuela i

sur., 2009.; Czerwonka i Szterk, 2015.; Czerwonka i Tokarz, 2017.). Uspoređujući sadržaj Fe u sirovoj jetri s rezultatima drugih istraživanja dobivene su slične vrijednosti kao u radu da Silva i sur. (2017.), ali istovremeno i znatno manje nego u drugim radovima. Tako su Ammerman i sur. (1974.) utvrdili sadržaj Fe u jetri goveda od 22,7-44,5 mg/100 g suhe tvari, što je oko tri puta više u odnosu na naše rezultate. Dvostruko veće vrijednosti također su dobili Czerwonka i Szterk (2015.). Međutim, u citiranim radovima ponovo su bila u pitanju starija grla, a pošto se radi o organu u kojem se Fe akumulira u organizmu (Suttle, 2010.) očekivano je da njegove vrijednosti budu veće kod starijih životinja. Iako se sadržaj Fe u jetri u našem radu značajno razlikuje kada se uspoređuje s podacima drugih istraživanja, evidentno je da je njegov sadržaj ipak najveći u ovom organu i nije ovisan od sustava tova.

Cink

Sadržaj Zn u kuhanim uzorcima buta bio je povećan kod junadi iz ekstenzivnog tova, odnosno smanjen kod junadi iz intenzivnog sustava tova u odnosu na sirove uzorke. Međutim, kuhanje ipak nije imalo statistički značajan učinak na Zn u butu (Tablica 1). U mišićnom tkivu plečke razlike između kuhanih i sirovih uzoraka također nisu bile statistički značajne (Tablica 2). Ovo je u skladu s drugim istraživanjima koja nalaze da termička obrada ne dovodi do značajnijih gubitaka Zn u mesu (Gerber i sur., 2009.; Purchas i sur., 2014.; Modzelewska-Kapituła i

sur., 2019.). Czerwonka i Szterk (2015.) nalaze gubitke Zn od 10,5-15,5 % tijekom termičke obrade mesa prženjem i nešto su veći nego gubici Fe. Cink je, kao i Fe, vezan za proteine pa termičkom obradom mesa može doći do djelomičnih gubitaka uslijed denaturacije proteina.

Učinak sustava tova na sadržaj Zn u mišićnom tkivu buta bio je statistički značajan. Sirovi uzorci buta iz ekstenzivnog tova sadržavali su oko 40 % manje Zn u odnosu na uzorke iz intenzivnog tova (Tablica 1). U mišićnom tkivu plečke (Tablica 2) signifikantan učinak sustava tova na sadržaj Zn nije postojao. Utvrđeni učinak sustava tova na sadržaj Zn u mišićnom tkivu buta u suprotnosti je s nalazima drugih autora. Naime, Hollo i sur. (2007.) nalaze da sadržaj Zn u mesu ne ovisi od intenzivnosti hranidbe junadi koja je tovljena ekstenzivno ili intenzivno. Slično potvrđuju Momot i sur. (2016.) kod junadi iz poluintenzivnog i intenzivnog tova, kao i drugi autori (Duckett i sur., 2013.; De Freitas i sur., 2014.).

Cink je bio jedini ispitivani mineral na čiji sadržaj u jetri faktori sustava tova i termičkog tretmana nisu imali signifikantan utjecaj (Tablica 3). Vrijednosti su bile slične u sirovim i kuhanim uzorcima jetre iz oba sustava tova, što se slaže s nalazima da Silva i sur. (2017.).

U istraživanjima drugih autora pronađene su slične vrijednosti Zn u mesu junadi (Leheska i sur., 2008.; Duckett i sur., 2013.; Momot i sur., 2016.; Patel i sur., 2019.; Momot i sur., 2020.), kao i u jetri (Jorhem i sur., 1989.; da Silva i sur., 2017.). Međutim, u nekim radovima utvrđene su veće vrijednosti Zn u jetri nego u našem radu (Czerwonka i Szterk, 2015.). Signifikantne razlike između sirovih uzoraka buta i plečke u sadržaju Zn u našem radu nisu zabilježene, iako drugi autori navode da razlike između mišića mogu biti značajne (Czerwonka i Szterk, 2015.). Sirova jetra je sadržavala manje Zn u odnosu na mišićno tkivo što se slaže sa nalazima Jorhem i sur. (1989.). Međutim, rezultati Czerwonka i Szterk (2015.) su pokazali da značajna razlika između mišića i jetre postoji u sadržaju svih minerala, osim u sadržaju Zn.

Bakar

Utvrđeni sadržaj Cu u sirovim uzorcima mišićnog tkiva u skladu je s ranije nađenim vrijednostima (Jorhem i sur., 1989.; Hollo i sur., 2007.; Purchas i sur., 2014.; Modzelewska-Kapituła i sur., 2019.). Između plečke i buta nisu utvrđene značajne razlike bez obzira na sustav tova. U sirovoj jetri je sadržaj Cu bio 30-80 puta veći nego u mišićnom tkivu, a slič-

no je utvrđeno i u radu Jorhem i sur. (1989.). U uzorcima jetre iz ekstenzivnog tova sadržaj Cu također je bio sličan kao u radu Jorhem i sur. (1989.), a uzroci jetre iz intenzivnog tova su bili bliži vrijednostima koje navode da Silva i sur. (2017.).

U kuhanim uzorcima mišićnog tkiva buta i plečke (Tablice 1 i 2) utvrđen je nešto veći sadržaj Cu nego u sirovim uzorcima, ali razlike nisu bile statistički značajne. U radovima Purchas i sur. (2014.) i Modzelewska-Kapituła i sur. (2019.) također je utvrđeno da termička obrada mesa ne dovodi do značajnijih promjena u sadržaju Cu.

Učinak sustava tova na sadržaj Cu u mišićnom tkivu buta bio je statistički značajan. Uzorci buta iz ekstenzivnog tova sadržavali su za 60-75 % više Cu u odnosu na uzorke buta iz intenzivnog tova, a kuhanjem nije došlo do promjene tog odnosa (Tablica 1). U mišićnom tkivu plečke signifikantan učinak sustava tova na sadržaj Cu nije postojao (Tablica 2). Suprotno našim rezultatima, Hollo i sur. (2007.) nalaze manji sadržaj Cu u *m.longissimus dorsi* kod junadi koja je hranjena ekstenzivno u odnosu na intenzivno hranjene životinje. Međutim, Duckett i sur. (2013.) nisu zabilježili značajne razlike u sadržaju Cu u mesu junadi ovisno od režima hranidbe u tovu.

Termička obrada nije signifikantno utjecala na sadržaj Cu u jetri. Relativno smanjenje sadržaja Cu od 8 % do 22 % u kuhanim uzorcima nije bilo statistički značajno. Međutim, u radu da Silva i sur. (2017.) gubici Cu u jetri nakon kuhanja u vodi iznosili su preko 35 %.

Učinak sustava tova na sadržaj Cu u jetri bio je signifikantan i išao u korist intenzivnog tova (Tablica 3) što je obrnuto od nalaza u mišićnom tkivu buta (Tablica 1). U sirovim uzorcima jetre iz intenzivnog tova sadržaj Cu bio je preko 100 % veći u odnosu na ekstenzivni tov. Ovako izražene razlike u sadržaju Cu u jetri mogu biti posljedica suplementacije hrane mineralno-vitaminskim dodacima koji sadrže Cu u intenzivnom sustavu tova (Chapman i sur., 1963). Imajući u vidu činjenicu da se Cu u organizmu depozira upravo u jetri (Suttle, 2010) onda je i očekivano da njegov sadržaj bude veći kod životinja čiji obroci sadrže više Cu.

Magnezij

Signifikantan učinak oba ispitivana faktora, sustava tova i termičke obrade, utvrđen je samo u slučaju Mg i to kod mišićnog tkiva i kod jetre. Sirovi uzorci mišićnog tkiva iz ekstenzivnog tova sadržavali su oko 10 % više Mg, a uzorci jetre gotovo 30 % više

Mg u odnosu na uzorke iz intenzivnog tova. De Freitas i sur. (2014.) su u svom istraživanju istakli utjecaj režima hranidbe na sadržaj Mg u mesu junadi tovljene na ispaši ili u tovilištu. Utvrdili su veći sadržaj Mg u m. longissimus dorsi kod junadi na ispaši, ali sa znatno manjim razlikama nego u našem radu (oko 3 %). Međutim, drugi autori nisu zabilježili značajne razlike u sadržaju Mg u mesu junadi ovisno od režima hranidbe (Hollo i sur., 2007.; Duckett i sur., 2013.; Momot i sur., 2016.).

Sadržaj Mg u mišićnom tkivu i jetri iz oba sustava tova nakon kuhanja je značajno smanjen i to za 40-50 %. Promjene u sadržaju Mg u sve tri partije termički obrađenih uzoraka bile su neovisne od sustava tova. Smanjenje sadržaja Mg u termički obrađenom mesu goveda nalaze i drugi autori, ali je ono bilo manje izraženo nego u našem radu. Czerwonka i Szterk (2015.) nalaze da različiti kulinarski tretmani prženja smanjuju sadržaj Mg u mesu za 13-22 %. U radu Purchasa i sur. (2014.) smanjenje sadržaja Mg u termički obrađenom mesu bilo je oko 25 % u suhoj tvari, a kod Modzelewska-Kapituła i sur. (2019.) gubici su dosegali do 30 %. U jetri su nakon kuhanja u vodi gubici Mg iznosili oko 26 % u radu da Silva i sur. (2017.), dok kod kuhanja jetre u vakuumu (sous vide) gubici Mg praktično nisu zabi-

lježeni (Falowo i sur., 2017.).

Sadržaj Mg u sirovim uzorcima mišićnog tkiva u našem radu sličan je rezultatima koje navode drugi autori (Hollo i sur., 2007.; Czerwonka i Szterk, 2015.; Momot i sur., 2016.; Momot i sur., 2020.) kada se vrijednosti preračunaju na suhu tvar. Međutim, u drugim radovima (Duckett i sur., 2013.; De Freitas i sur., 2014.) navode se vrlo različite vrijednosti. U sirovim uzorcima jetre vrijednosti Mg bile su manje u odnosu na uzorke mišićnog tkiva. Slične vrijednosti i odnos sadržaja Mg između mišića i jetre također nalaze Czerwonka i Szterk (2015.) i da Silva i sur. (2017.).

Zaključak

Provedeno istraživanje pokazuje da termička obrada kuhanjem dovodi do značajnog smanjenja sadržaja Mg u mišićnom tkivu, odnosno do smanjenja Fe i Mg u jetri, dok je sadržaj Zn i Cu u svim ispitivanim partijama mesa relativno stabilan. Učinak termičke obrade na sadržaj minerala u mišićnom tkivu i jetri je neovisan od sustava tova iz kojeg junad potječu, iako su razlike po sustavu tova evidentne kod svih ispitivanih minerala, sa izuzetkom Fe.

Literatura

- [1] Ammerman, C.B., J.M. Loaiza, W.G. Blue, J.F. Gamble, F.G. Martin (1974): Mineral composition of tissues from beef cattle under grazing conditions in Panama. *J Anim Sci* 38 (1), 158-162. <https://doi.org/10.2527/jas1974.381158x>
- [2] Chapman Jr, H.L., D.H. Cox, C.E. Haines, G.K. Davis (1963): Evaluation of the liver biopsy technique for mineral nutrition studies with beef cattle. *J Anim Sci* 22 (3), 733-737. <https://doi.org/10.2527/jas1963.223733x>
- [3] Czerwonka, M., A. Szterk (2015): The effect of meat cuts and thermal processing on selected mineral concentration in beef from Holstein-Friesian bulls. *Meat Sci* 105, 75-80. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.03.011>
- [4] Czerwonka, M., A. Tokarz (2017): Iron in red meat-friend or foe. *Meat Sci* 123, 157-165. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.09.012>
- [5] da Silva, F.L., J.P. de Lima, L.S. Melo, Y.S. da Silva, S.T. Gouveia, G.S. Lopes, W.O. Matos (2017): Comparison between boiling and vacuum cooking (sous-vide) in the bioaccessibility of minerals in bovine liver samples. *Food Res Int* 100, 566-571. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.054>
- [6] De Freitas, A.K., J.F.P. Lobato, L.L. Cardoso, J.U. Tarouco, R.M. Vieira, D.R. Dillenburger, I. Castro (2014): Nutritional composition of the meat of Hereford and Braford steers finished on pastures or in a feedlot in southern Brazil. *Meat Sci* 96 (1), 353-360. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.021>
- [7] Duckett, S.K., J.P.S. Neel, R.M. Lewis, J.P. Fontenot, W.M. Clapham (2013): Effects of forage species or concentrate finishing on animal performance, carcass and meat quality. *J Anim Sci* 91 (3), 1454-1467. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5914>
- [8] Falowo, A.B., V. Muchenje, A. Hugo (2017): Effect of sous-vide technique on fatty acid and mineral compositions of beef and liver from Bonsmara and non-descript cattle. *Ann Anim Sci* 17 (2), 565-580. <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0078>
- [9] Gerber, N., M.R.L. Scheeder, C. Wenk (2009): The influence of cooking and fat trimming on the actual nutrient intake from meat. *Meat Sci* 81 (1), 148-154. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.07.012>
- [10] Holló, G.A., K. Nuernberg, I.S. Holló, J.Á. Csapó, J. Seregi, I. Repa, K. Ender (2007): Effect of feeding on the composition of longissimus muscle of Hungarian Grey and Holstein Friesian bulls.-III. Amino acid composition and mineral content. *Arch Anim Breed* 50 (6), 575-586. <https://doi.org/10.5194/aab-50-575-2007>
- [11] ISO 1442:2007. Meat and meat products – Determination of moisture content.
- [12] ISO 936:2007. Meat and meat products – Determination of total ash.
- [13] Jorhem, L., B. Sundström, C. Astrand, G. Haegglund (1989): The levels of zinc, copper, manganese, selenium, chromium, nickel, cobalt, and aluminium in the meat, liver and kidney of swedish pigs and cattle. *Z Lebensm Unters Forch* 188 (1), 39-44.

- [14] Leheska, J. M., L.D. Thompson, J.C. Howe, E. Hentges, J. Boyce, J.C. Brooks, B. Shriver, L. Hoover, M.F. Miller (2008): Effects of conventional and grass-feeding systems on the nutrient composition of beef. *J Anim Sci* 86 (12), 3575-3585. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0565>
- [15] Lopes A. F., C.M.M. Alfaia, A.M.C.P.C. Partidário, J.P.C. Lemos, J.A.M. Prates (2015): Influence of household cooking methods on amino acids and minerals of Barrosã-PDO veal. *Meat Sci* 99, 38-43. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.08.012>
- [16] Minitab, Inc., MINITAB release 17: Statistical software for windows. Minitab Inc., USA, 2014.
- [17] Modzelewska-Kapituła, M., R. Pietrzak-Fiećko, K. Tkacz, A. Draszanowska, A. Więk (2019): Influence of sous vide and steam cooking on mineral contents, fatty acid composition and tenderness of semimembranosus muscle from Holstein-Friesian bulls. *Meat Sci* 157, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107877>
- [18] Momot, M., Z. Nogalski, M. Sobczuk-Szul, P. Pogorzelska-Przybytek (2016): Effect of fattening intensity on the fatty acid profile and mineral content of meat from Holstein-Friesian bulls. *J Elem* 21 (4), 1081-1091. <http://dx.doi.org/10.5601/jelem.2015.20.4.1085>
- [19] Momot, M., Z. Nogalski, P. Pogorzelska-Przybytek, M. Sobczuk-Szul (2020): Influence of genotype and slaughter age on the content of selected minerals and fatty acids in the longissimus thoracis muscle of crossbred bulls. *Animals* 10 (11), 2004-2016. <https://doi.org/10.3390/ani10112004>
- [20] Oz, F., M.I. Aksu, M. Turan (2017): The effects of different cooking methods on some quality criteria and mineral composition of beef steaks. *J Food Process Preserv* 41 (4), 1-10. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13008>
- [21] Patel, N., M. Bergamaschi, L. Magro, A. Petrini, G. Bittante (2019): Relationships of a detailed mineral profile of meat with animal performance and beef quality. *Animals* 9 (12), 1073-1091. <https://doi.org/10.3390/ani9121073>
- [22] Perkin Elmer, Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrometry. Perkin Elmer, Corp., Norwalk CT, USA, 1994.
- [23] Purchas, R.W., B.H.P. Wilkinson, F. Carruthers, F. Jackson (2014): A comparison of the nutrient content of uncooked and cooked lean from New Zealand beef and lamb. *J Food Comp Anal* 35 (2), 75-82. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.04.008>
- [24] Purchas, R.W., J.R. Busboom (2005): The effect of production system and age on levels of iron, taurine, carnosine, coenzyme Q10, and creatine in beef muscles and liver. *Meat Sci* 70 (4), 589-596. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.02.008>
- [25] Sobral, M.M.C., S.C. Cunha, M.A. Faria, I.M. Ferreira (2018): Domestic cooking of muscle foods: Impact on composition of nutrients and contaminants. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 17 (2), 309-333. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12327>
- [26] Suttle, N.F. (2010): *Mineral Nutrition of Livestock, 4th Ed*, Wallingford: CABI, 2010. ISBN 978-1-84593-472-9
- [27] Valenzuela, C., D. López de Romaña, M. Olivares, M.S. Morales, F. Pizarro (2009): Total Iron and Heme Iron Content and their Distribution in Beef Meat and Viscera. *Biol Trace Elem Res* 132 (1), 103-111. <https://doi.org/10.1007/s12011-009-8400-3>
- [28] Williams, P. G. (2007): Nutritional composition of red meat. *Nutr Diet* 64 (Suppl 4), S113-S119. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0080.2007.00197.x>

Dostavljeno/Received: 05.05.2022.

Prihvaćeno/Accepted: 10.06.2022.

Influence of heat treatment on the content of iron, zinc, copper and magnesium in beef meat from intensive and extensive fattening system

Abstract

The aim of this study was to examine the effect of heat treatment on the content of iron (Fe), zinc (Zn), copper (Cu) and magnesium (Mg) in muscles and liver of cattle depending on the fattening system from which the animals originate. The study was conducted on samples of muscle meat (round and chuck) and liver of cattle aged 9 to 12 months that were fattened extensively (n = 12) or intensively (n = 12). Each sample was divided into two equal parts, one of which was analyzed in the raw state and the other after heat treatment by boiling in water at 100°C. The results are expressed in dry matter of meat. The content of ash (mineral residues) in thermally treated samples was reduced compared to raw samples, but this was not accompanied by significant changes in the content of Fe, Zn and Cu in muscle meat, nor changes in Zn and Cu in the liver. Heat treatment led to a decrease in Mg content in all examined batches of meat (by 40-50%), and a decrease in Fe content occurred only in the liver (by 25-42%). The effect of heat treatment on the content of tested minerals in muscles and liver was independent of the fattening system, although differences in the fattening system were evident for all tested minerals, except for Fe. The Zn content in beef round muscles from extensive fattening was lower, and the Cu content was higher compared to samples from intensive fattening system. In contrast to round muscles, the Cu content in the liver was higher in cattle from intensive fattening. In all examined batches of meat from extensive fattening the Mg content was significantly higher than in beef from intensive fattening system.

Key words: beef, heat treatment, minerals

Einfluss der Wärmebehandlung auf den Gehalt an Eisen, Zink, Kupfer und Magnesium in Rindfleisch aus intensiver und extensiver Mast

Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es, den Einfluss der Wärmebehandlung auf den Gehalt an Eisen (Fe), Zink (Zn), Kupfer (Cu) und Magnesium (Mg) in Muskeln und Leber von Rindern in Abhängigkeit vom Mastsystem, aus dem die Tiere stammen, zu untersuchen. Die Studie wurde an Muskelfleisch- (Keule und Schulterblatt) und Leberproben von Rindern im Alter von 9 bis 12 Monaten durchgeführt, die extensiv ($n = 12$) oder intensiv ($n = 12$) gemästet wurden. Jede Probe wurde in zwei gleiche Teile geteilt, von denen ein Teil im Rohzustand und der andere nach einer Wärmebehandlung durch Kochen in Wasser bei 100°C analysiert wurde. Die Ergebnisse sind in Trockenmasse des Fleisches ausgedrückt. Der Aschegehalt (mineralische Rückstände) in den wärmebehandelten Proben war im Vergleich zu den rohen Proben reduziert, aber dies ging nicht mit signifikanten Veränderungen des Fe-, Zn- und Cu-Gehalts im Muskelfleisch oder des Zn- und Cu-Gehalts in der Leber einher. Die Wärmebehandlung führte zu einer Abnahme des Mg-Gehalts in allen untersuchten Fleischpartien (um 40-50 %), während ein Rückgang des Fe-Gehalts nur in der Leber auftrat (um 25-42 %). Die Auswirkung der Wärmebehandlung auf den Gehalt der untersuchten Mineralstoffe in Muskeln und Leber war unabhängig vom Mastsystem, obwohl für alle untersuchten Mineralstoffe, mit Ausnahme von Fe, vom Mastsystem abhängige Unterschiede festzustellen waren. Der Zn-Gehalt in den Muskeln der Keule aus extensiver Mast war niedriger und der Cu-Gehalt war höher als bei Proben aus intensiver Mast. Im Gegensatz zu den Muskeln der Keule war der Cu-Gehalt in der Leber bei Rindern aus der Intensivmast höher. Bei allen untersuchten Fleischpartien aus extensiver Mast war der Mg-Gehalt deutlich höher als bei Rindfleisch aus intensiver Mast.

Schlüsselwörter: Rindfleisch, Wärmebehandlung, Mineralstoffe

La influencia del tratamiento térmico en el contenido de hierro, zinc, cobre y magnesio en la carne de vacuno de los engordes intensivo y extensivo

Resumen

El fin de este trabajo fue investigar la influencia del tratamiento térmico en el contenido de hierro (Fe), zinc (Zn), cobre (Cu) y magnesio (Mg) en el tejido muscular y de hígado de los bovinos dependiendo del sistema de engorde del que proceden los animales. El estudio fue realizado en muestras de tejido muscular (muslo y paletilla) e hígado de bovinos de 9 a 12 meses de engorde extensivo ($n = 12$) o intensivo ($n = 12$). Cada muestra fue dividida en dos partes iguales, una de las cuales fue analizada en estado crudo y la otra después del tratamiento térmico por ebullición en agua a 100°C . Los resultados se expresan en "materia seca" de carne. El contenido de cenizas (residuos minerales) en las muestras tratadas térmicamente fue reducido en comparación con las muestras crudas, pero esto no estuvo acompañado de cambios significativos en el contenido de Fe, Zn y Cu en el tejido muscular, ni de cambios en Zn y Cu en el hígado. El tratamiento térmico condujo a una disminución en el contenido de Mg en todos los grupos de carne examinados (en un 40-50%), y se produjo una disminución en el contenido de Fe solo en el hígado (en un 25-42%). El efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de minerales del tejido muscular e hígado fue independiente del sistema de engorde, aunque las diferencias en el sistema de engorde fueron evidentes en todos los minerales probados, excepto en Fe. El contenido de Zn en el tejido muscular de los muslos de bovinos de engorde extensivo fue menor, y el contenido de Cu fue mayor en comparación con las muestras de muslos de engorde intensivo. A diferencia de los muslos, el contenido de Cu en el hígado fue mayor en los bovinos de engorde intensivo. En todos los grupos de carne examinados de engorde extensivo, el contenido de Mg fue significativamente mayor que en el ganado de engorde intensivo.

Palabras claves: carne bovino, tratamiento térmico, minerales

Impatto del trattamento termico sul contenuto di ferro, zinco, rame e magnesio nelle carni bovine da allevamento intensivo ed estensivo

Riassunto

Questo studio aveva lo scopo di esaminare l'effetto del trattamento termico mediante bollitura sul contenuto di ferro (Fe), zinco (Zn), rame (Cu) e magnesio (Mg) nel tessuto muscolare e nel fegato dei bovini a seconda del sistema di allevamento di provenienza degli animali. La ricerca è stata condotta su campioni di tessuto muscolare (coscia e spalla) e fegato di bovini di età compresa tra 9 e 12 mesi provenienti da allevamento estensivo (n = 12) o intensivo (n = 12). Ogni campione è stato diviso in due parti uguali, una delle quali è stata analizzata cruda, mentre l'altra è stata analizzata dopo essere stata trattata termicamente mediante bollitura in acqua a 100°C. I risultati sono stati espressi in sostanza secca assoluta. Il contenuto di ceneri (residui minerali) nei campioni trattati termicamente è risultato inferiore rispetto ai campioni crudi, ma ciò non è stato accompagnato da variazioni significative del contenuto di Fe, Zn e Cu nel tessuto muscolare, né da variazioni di Zn e Cu nel fegato. Il trattamento termico ha portato a una diminuzione del contenuto di Mg in tutti i gruppi di carne esaminati (del 40-50%), mentre la diminuzione del contenuto di Fe si è verificata soltanto nel fegato (del 25-42%). L'impatto del trattamento termico sul contenuto di minerali oggetto d'esame nel tessuto muscolare e nel fegato non è risultato dipendere dal sistema di allevamento, sebbene le differenze nel sistema di allevamento fossero evidenti in tutti i minerali oggetto d'esame, ad eccezione del Fe. Il contenuto di Zn nel tessuto muscolare delle cosce dei bovini da allevamento estensivo è risultato inferiore, mentre il contenuto di Cu è risultato maggiore rispetto ai campioni di cosce di bovini provenienti dal allevamento intensivo. A differenza della coscia, il contenuto di Cu nel fegato è risultato maggiore nei bovini da allevamento intensivo. In tutti i gruppi esaminati di carne bovina da allevamento estensivo, il contenuto di Mg è risultato significativamente maggiore rispetto ai bovini da allevamento intensivo.

Parole chiave: carne bovina, trattamento termico, minerali