

# Utjecaj spola i gonadektomije na kakvoću svinjskoga mesa

Cvrtila Fleck<sup>1</sup>, Ž., I. Žura Žaja<sup>2</sup>, L. Kozačinski<sup>1</sup>, N. Poljičak-Milas<sup>3</sup>, A. Shek-Vugrovečki<sup>2</sup>, M. Kardum<sup>3</sup>, D. Marenčić<sup>4</sup>, H. Brzica<sup>5</sup>, J. Šuran<sup>6</sup>, N. Mačešić<sup>7</sup>, B. Njari<sup>1</sup>, M. Šimpraga<sup>2</sup>, S. Milinković-Tur<sup>2</sup>

Originalni znanstveni rad

## SAŽETAK

U radu su istražene spolne razlike i utjecaj gonadektomije (kastracije i ovarijektomije) na količinu i sastav masti, intenzitet lipidne peroksidacije, aktivnost antioksidacijskih enzima te kakvoću mesa u smislu tehnoloških svojstava i kemijskog sastava u uzorcima velikog slabinskog mišića (*M. psoas major*) svinja po završetku tova.

Istraživanje je provedeno na tovnim svinjama pasmine švedski landras. U dobi od četiri tjedna, obavljena je kastracija (5 mužjaka) i ovarijektomija (5 ženki), te lažna kastracija (5 mužjaka) i lažna ovarijektomija (5 ženki). Na uzorcima mesa određene su aktivnosti glutation peroksidaze, superoksid dismutaze, gama glutamil transferaze i laktat dehidrogenaze te koncentracije kolesterola, triacilglicerola, fofsolipida i malondialdehida. Nadalje, utvrđen je utjecaj spola i kastracije odnosno ovarijektomije na kakvoću mesa u smislu njegovih tehnoloških svojstava i kemijskog sastava. Prema dobivenim rezultatima utvrđene su značajne spolne razlike količine i sastava masti. Spol svinja nije imao značajniji učinak na oksidativnu stabilnost mišića. Vezano uz gonadektomiju rezultati upućuju da je veliki slabinski mišić ovarijektomiranih ženki najosjetljiviji na oksidacijske promjene. Prema kriterijima Hofmann-a (1994.) i Van Laack-a (2000.), na osnovi rezultata za pH, uzorke mesa ovarijektomiranih ženki možemo smatrati BMV mesom. Analize udjela masti ukazuju na značajnu razliku uzoraka ovarijektomiranih ženki u odnosu na ostale pokusne skupine.

**Gljučne riječi:** gonadektomija, aktivnost antioksidacijskih enzima, kakvoća mesa

## UVOD

Kvalitetu mesa možemo definirati s različitih stajališta. Sa stajališta proizvođača kvalitetu definiramo kroz zahtjeve kupca dok znanstveni pristup definira kvalitetu kao ukupnost čimbenika nužnih za prehranu, ljudsko zdravlje i preradu u mesne proizvode. Pa ipak, kvalitetu najbolje definiramo kao nešto što se javnosti najviše sviđa i za što su potrošači spremni platiti više od prosječne cijene (Hofmann, 1994.). Kvaliteta je definirana kroz tehnološka svojstva i kemijski sastav mesa. Tehnološki

čimbenici odnosno tehnološka svojstva mesa imaju vrlo važnu ulogu u utvrđivanju preradbene vrijednosti mesa.

Vrijednost pH mesa utječe na sposobnost vezanja vode na bjelančevine, topljivost bjelančevina te ostale čimbenike kakvoće mesa poput održivosti, okusa, teksture mesa, sposobnosti vezanja vode i boje mesa. Kao posljedica niske vrijednosti krajnjeg pH javlja se svjetlija boja mesa i tekstura mesa postaje mekša. Tamna boja mesa posljedica je visoke pH vrijednosti (Huff-Lonergan i sur., 2002.; Smith i sur., 2011.; Lonergan, 2012.). Varija-

1 Dr.sc. Željka Cvrtila Fleck, izv.prof.; dr.sc. Lidija Kozačinski, red. prof.; dr.sc. Bela Njari, red.prof. Zavod za higijenu, tehnologiju i sigurnost hrane Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Heinzelova 55, Zagreb, Hrvatska

2 Dr. sc. Ivona Žura Žaja; dr. sc. Ana Shek-Vugrovečki; dr. sc. Miljenko Šimpraga, red.prof.; dr. sc. Suzana Milinković-Tur, red. prof. Zavod za fiziologiju i radiobiologiju, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Heinzelova 55, Zagreb, Hrvatska

3 Dr. sc. Nina Poljičak-Milas, red.prof.; Matko Kardum, dr. med. vet. Zavod za patološku fiziologiju, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Heinzelova 55, Zagreb, Hrvatska

4 Dr.sc. Dejan Marenčić, viši predavač, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1, Križevci, Hrvatska

5 Dr. sc. Hrvoje Brzica, docent Zavod za anatomiju, histologiju i embriologiju, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Heinzelova 55, Zagreb, Hrvatska

6 Dr. sc. Jelena Šuran, docentica Zavod za farmakologiju i toksikologiju Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Heinzelova 55, Zagreb, Hrvatska

7 Dr.sc. Nino Mačešić, docent Klinika za porodništvo i reprodukciju Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Heinzelova 55, Zagreb, Hrvatska

Autor za korespondenciju: izzaja@vaf.hr

cije pH post mortem utječu na tehnološka i senzorna svojstva mesa, nepotpun i spor pad pH karakterizira slabo održivo suho meso tamnije boje i čvrste teksture (TČS), za razliku od brzog pada pH koji dovodi do pojave blijedog mekanog i vodnjikavog (BMV) mesa koje slabije veže vodu i lošije je za preradu (Hofmann, 1994.). Vrijednost pH 24 sata post mortem odnosno završni pH viši od 6,3 ukazuje na pojavu tvrdog, čvrstog i suhog mesa, a pojavnost blijedog, mekanog i vodnjikavog mesa karakterizirana je pH vrijednosti nižom od 5,7 (Van Laack, 2000.; Karoly, 2004.).

U smislu kemijskog sastava, pa stoga i nutritivnih vrijednosti, meso svinja ima poželjnu kombinaciju esencijalnih aminokiselina i to u biološko vrlo iskoristivom obliku, zatim vitamine topljive u vodi, posebice tiamin, te minerale i lipide uključujući esencijalne masne kiseline. Meso svinja razlikuje se u količini intramuskularnog masnog tkiva (engl. intramuscular fat; IMF) što značajno utječe na okus, mekoću, sočnost, vizualne i nutritivne osobine mesa. Nizak udio IMF-a objašnjava smanjenu tečnost mesa dok previsok sadržaj IMF (>6 %) nije poželjan jer zbog povećane vidljivosti masnoće u mesu – mramoriranosti, može djelovati odbojno na potrošača (Karoly, 2004.). Poznato je da pasmina i stupanj oplemenjenosti imaju značajan utjecaj na sadržaj osnovnih sastojaka (posebice masti) mišića svinja (Kralik i sur., 2007.).

Količina i sastav masti u mišićima te sastav masnih kiselina mogu utjecati, ne samo na kakvoću već i na oksidacijsku stabilnost mesa. Pri tome, veći udio višestrukonezasićenih masnih kiselina rezultira i većom osjetljivošću mišića na oksidaciju. Količina fosfolipida i višestrukonezasićenih masnih kiselina ovisi o tipu mišićnih vlakana u mišiću (Ryu i Kim, 2005.). Veliki slabinski mišić (*M. psoas major*) ima visok postotak sporih oksidativnih vlakana, brojne mitohondrije i posjeduje visok stupanj oksidacijskog metabolizma.

Dosadašnja postignuća u uzgoju svinja povezana su sa znatnim poboljšanjem prirasta i postotka bezmasnoga mesa, ali intenzivna proizvodnja je često povezana s različitim stresnim čimbenicima koji mogu uzrokovati promjene u raznim organskim sustavima i dovesti do nastanka oksidacijskog stresa (Lykkesfeldt i Svendsen, 2007.). Oksidacijski stres nastaje uslijed narušavanja ravnoteže stvaranja oksidansa (slobodnih radikala, reaktivnih kisikovih i dušikovih spojeva itd.) i antioksidacijske zaštite na staničnoj razini ili razini cijeloga organizma, a oksidacijska oštećenja očituju se kao oksidacijski promijenjene stanične makromolekule (masti, bjelančevine, DNK), stanična smrt ili kao različita strukturna oštećenja tkiva. U fiziološkim uvjetima enzim laktat dehidrogenaza (engl. lactate dehydrogenase; LDH) nalazi se u stanicama i u krvi, a povišena razina LDH u krvi povezuje se s tkivnim oštećenjima.

Složeni sustav antioksidacijske zaštite organizma čine antioksidacijski enzimi od kojih su najznačajniji glutathion peroksidaza (engl. glutathione peroxidase; GPX), superoksid dismutaza (engl. superoxide dismutase; SOD) i katalaza te neenzimske molekule poput glutathiona, albumina, mokraćne kiseline, vitamina A, E, C i karotenoida. Prva linija obrane od slobodnih radikala je enzim SOD koji katalizira dismutaciju superoksidnog radikala na molekulu kisika i vodikov peroksid, a GPX katalizira redukciju H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ili organskih hidroperoksida do vode ili alkohola, koristeći glutathion kao reducens (Brigelius-Flohé i Maiorino, 2013.). Gama glutamil transferaza (engl. gamma-glutamil transferase, GGT) je uključena u metabolizam glutathiona, prenosi gama-glutamil funkcionalne skupine na različite akceptore uz oslobađanje cisteina (Whitfield, 2001.). Na taj način GGT ima važnu funkciju u održavanju unutarstaničnog cisteina i glutathiona. Navedeni antioksidansi sprečavaju stvaranje i/ili odstranjuju već stvorene slobodne radikale te ograničavaju stvaranje i širenje lančanih reakcija. Osjetljiva ravnoteža između antioksidansa i prooksidansa odgovorna je za regulaciju mnogih fizioloških procesa, a kada se ravnoteža naruši dolazi do razvoja oksidacijskog stresa.

U ovom radu ispitat ćemo spolne razlike, utjecaj ovarijektomije i kastracije na količinu i sastav masti, intenzitet lipidne peroksidacije te aktivnost antioksidacijskih enzima u uzorcima velikog slabinskog mišića (*M. psoas major*). Nadalje utvrdit ćemo utjecaj spola i kastracije odnosno ovarijektomije na kakvoću mesa u smislu njegovih tehnoloških svojstava i kemijskog sastava.

## MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno na svinjama pasmine švedski landras. Životinje su uzgojene na svinjogojskoj farmi u Požegi koja je bila pod nadzorom veterinarske službe. U dobi od četiri tjedna, obavljena je kastracija (5 mužjaka) i ovarijektomija (5 ženki), te lažna kastracija (5 mužjaka) i lažna ovarijektomija (5 ženki). Životinje su privedene na klanje u odobrenu klaonicu pod nadzorom kontrolnog tijela. Klaonica posluje prema postulatima dobre proizvodne i higijenske prakse odnosno primjenjuje sustav HACCP odobren od nadležnih tijela. Nakon provedenog pokusa i tehnološkog klanja uzorci su podijeljeni u četiri skupine. U prvoj skupini nalazili su se nerasti (intaktni mužjaci, oznaka M), dok su drugu skupinu sačinjavali kastrati (oznake K), treća skupina bile su nazimice (intaktne ženke, oznaka Ž) a četvrta ovarijektomirane ženke (oznaka O). Istraživanja su provedena na uzorcima velikog slabinskog mišića (*M. psoas major*).

Uzorci velikog slabinskog mišića uzeti su na liniji klanja i do laboratorija su transportirani na ledu te pohranjeni pri -80 °C do analize. Uzorci mišića su ho-

mogenizirani u 0,14 M KCl u omjeru 1:5 (w/v) s teflon-staklo Schüthomogen plus homogenizatorom (Schütt labortechnik, Njemačka) pri 2800 okr/min, tijekom 90 sekundi uz hlađenje ledom. Dobiveni homogenati su centrifugirani pri 20000g tijekom 30 minuta pri 4°C. U dobivenom supernatantu određene su aktivnosti GPX-a, SOD-a, GGT-a i LDH-a te koncentracije kolesterola, triacilglicerola, fosfolipida i malondialdehida (engl. malondialdehyde, MDA).

Pokazatelji metabolizma masti i antioksidacijski enzimi određeni su spektrofotometrijski na automatskom analizatoru SABA 18 (AMS, Italija) gotovim kompletima: aktivnost GPX-a i SOD-a, „Randox“ (Irska), aktivnost GGT-a i LDH-a te koncentracije kolesterola i triacilglicerola „Dijagnostika“ (Sisak, Hrvatska), a koncentracija fosfolipida „BioMerieux Inc.“ (SAD), prema uputama proizvođača. Koncentracija MDA izmjerena je metodom tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti (GROTTO i sur., 2007.) na TSP-130 sustavu (Thermo Separation Products, Inc, Thermo Fisher Scientific, Inc., Waltham, MA, SAD). Dobivene vrijednosti izražene su po gramu vlažnog tkiva.

Temperatura mesa (T / °C) određivana je ubodnim termometrom. Vrijednost pH određivana je pomoću digitalnog pH-metra (WTW, Njemačka). Električna provodljivost (engl. Electrical conductivity, EC) utvrđena je LF-Cotrol sistem uređajem (Würthinger, Pettenbach, Austria) u milisimens/cm (mS/cm). Boja mesa utvrđena je prema CIE standardu (Comission Internationale de l'Eclairage, 1986.), uređajem Minolta Kroma Metrom CR-410 (Minolta Co., Ltd., Japan) s 50 mm dijametrickim područjem mjerenja spektrom boja L\* (svjetloća mesa), a\* (crveno-zeleni spektar, stupanj crvenila mesa), b\* (žuto-plavi spektar, stupanj žute boje), C\* i h\*. Spektar boja utvrđen je standardnom iluminacijom (osvjetljenjem) D65. Prije svakog mjerenja uređaj je baždaren kalibracijskom pločicom No. 21433027. Praćeni pokazatelji izmjereni su na poprečnom presjeku uzoraka *m. psoas major* 24 sata post mortem.

Određivanje sadržaja vode obavljeno je prema postupku ISO 1442 : 1997 (Meso i mesni proizvodi - Određivanje sadržaja vlage), sadržaj bjelancevina određivanjem dušika prema referentnoj metodi HRNISO 937 : 1999 (Meso i mesni proizvodi - Određivanje količine dušika), ukupne masti prema HRNISO 1443 : 1999 (Meso i mesni proizvodi - Određivanje ukupne količine masti), a pepela prema ISO 936 : 1998 (Meso i mesni proizvodi - Određivanje ukupnog pepela).

Rezultati praćenja tehnoloških svojstava i kemijskog sastava kao pokazatelja kakvoće svinjskoga mesa, količine i sastava masti te pokazatelja oksidacijskog stresa obrađeni su statističkim programom SAS (SAS Institut, 1999.) korištenjem GLM postupka.

## REZULTATI I RASPRAVA

U tablicama 1.-6. prikazani su rezultati opisne statistike i značajnosti razlika između istraživanih skupina za utvrđene oksidacijsko/antioksidacijske pokazatelje, pokazatelje količine i sastava masti te pokazatelje kakvoće u smislu tehnoloških svojstava i kemijskog sastava svinjskoga mesa.

**Tablica 1.:** Opisna statistika za pokazatelje metabolizma masnih tvari i oksidacijsko-antioksidacijske pokazatelje u velikom slabinskom mišiću istraživanih skupina svinja

**Table 1:** Descriptive statistics for indicators of lipid substances metabolism and oxidative/antioxidative indicators in the *Psoas major* muscle of investigated pig groups

Skupina Group	Pokazatelj* Indicator*	$\bar{x}$	sd	s $\bar{x}$	min.	max.	Cv
Nerasti Boars	CHOL	0,44	0,19	0,09	0,28	0,78	43,83
	TAG	4,62	1,83	0,82	3,04	6,90	39,59
	PL's	1,52	0,38	0,17	1,24	2,15	24,96
	GPX	1,57	0,50	0,23	0,88	2,24	32,18
	SOD	248,36	41,06	18,36	208,02	315,19	16,53
	GGT	20,23	4,73	2,12	16,69	26,03	23,39
	LDH	866,28	62,97	28,16	785,01	939,25	7,27
	MDA	8,29	1,97	0,88	6,59	11,16	23,77
Kastrati Castrates	CHOL	0,76	0,41	0,18	0,32	1,24	54,49
	TAG	1,54	0,32	0,14	0,98	1,77	20,74
	PL's	1,11	0,12	0,05	0,91	1,20	10,65
	GPX	1,57	0,37	0,17	1,12	1,97	23,49
	SOD	220,34	18,40	8,23	202,88	248,65	8,35
	GGT	24,96	6,62	2,96	19,30	35,99	26,52
	LDH	947,95	123,17	55,08	778,09	1069,75	12,99
	MDA	8,54	1,80	0,80	5,83	10,28	21,07
Nazimice Gilts	CHOL	1,13	0,23	0,10	0,83	1,30	20,21
	TAG	1,90	0,54	0,24	1,08	2,50	28,53
	PL's	1,23	0,09	0,04	1,13	1,33	7,21
	GPX	1,51	0,44	0,20	0,85	1,97	29,28
	SOD	236,47	27,0	12,07	192,00	258,74	11,42
	GGT	22,11	4,93	2,20	16,62	29,26	22,30
	LDH	1016,76	73,00	32,65	952,10	1109,30	7,18
	MDA	8,86	2,97	1,33	4,97	11,88	33,48
Ovarijek-tomirane ženke Ovariectomized females	CHOL	0,90	0,25	0,11	0,59	1,20	27,89
	TAG	2,49	0,64	0,29	1,66	3,24	25,66
	PL's	1,30	0,14	0,06	1,09	1,43	11,05
	GPX	0,94	0,34	0,15	0,48	1,23	36,34
	SOD	207,68	14,66	6,56	195,17	232,44	7,06
	GGT	40,37	12,95	5,79	26,85	55,20	32,08
	LDH	874,39	242,50	108,45	465,67	1088,54	27,73
	MDA	9,01	4,31	1,85	6,57	16,36	45,82

\*Aktivnosti glutation peroksidaze (GPX), superoksid dismutaze (SOD) i laktat dehidrogenaze (LDH) izražene su u U/g tkiva, aktivnost gama glutamil transferaze (GGT) izražena je u mU/g tkiva, koncentracija malondialdehida (MDA) izražena je u nmol/g tkiva, a koncentracije kolesterola (CHOL), triacilglicerola (TAG) i fosfolipida (PL's) izražene su u  $\mu$ mol/g tkiva.

\*The activities of glutathione peroxidase (GPX), superoxide dismutase (SOD) and lactate dehydrogenase (LDH) were expressed in U/g tissue, activity of gamma glutamyl transferase (GGT) was expressed in mU/g tissue, the concentration of malondialdehyde (MDA) was expressed in nmol/g tissue, and the concentration of cholesterol (CHOL), triacylglycerides (TAG) and phospholipid (PL's) are expressed in  $\mu$ mol/g tissue.

Koncentracija kolesterola u mišićnom tkivu nerasta bila je značajno manja od one u mišićnom tkivu nazimica i ovarijektomiranih ženki ( $P < 0,05$ ). Nadalje, u tkivu velikog slabinskog mišića nerasta zabilježene su najveće, a u kastrata najmanje srednje vrijednosti koncentracije triacilglicerola i fosfolipida, a te razlike su bile i statistički značajne ( $P < 0,05$ ). Istovremeno, koncentracija triacilglicerola u mišićnom tkivu nerasta bila je značajno veća i od onih izmjerenih u mišićnom tkivu nazimica i ovarijektomiranih ženki ( $P < 0,05$ ).

Prema rezultatima ovoga istraživanja utvrđene su značajne spolne razlike količine i sastava masti u tkivu velikog slabinskog mišića svinja. Tako su nazimice imale značajno veću koncentraciju kolesterola i značajno manju koncentraciju triacilglicerola od nerasta. Vežano uz učinak kastracije na količinu i sastav masti u tkivu velikog slabinskog mišića, iz dobivenih rezultata vidljivo je da su nerasti imali značajno veće koncentracije triacilglicerola i fosfolipida te manju koncentraciju kolesterola od kastrata. Iako je poznato da kastrirani mužjaci zbog manjka testosterona sporije rastu i pohranjuju više masti u odnosu na nekastrirane mužjake, veća količina masti u nerasta mogla bi se djelomično pripisati i djelovanju estrogena. Naime, estrogeni, koje proizvode testisi, su zastupljeni u krvi svih mužjaka, a razina estrogena u plazmi nerasta daleko je iznad one koja se može naći u mužjaka većine životinjskih vrsta, pa čak i od krmača tijekom estrusa (At-Taras i sur., 2006.). Istražujući učinak ovarijektomije na količinu i sastav masti u velikom slabinskom mišiću, koncentracije triacilglicerola i fosfolipida bile su nešto veće u mišićnom tkivu ovarijektomiranih ženki nego u nazimica. Slične rezultate dobili su i Serrano i sur. (2009.) koji navode da meso ovarijektomiranih ženki svinja sadrži više masti od mesa nazimica.

Rezultati ovog istraživanja ukazuju da postoje značajne razlike aktivnosti GPX-a u tkivu velikog slabinskog mišića između različitih istraživanih skupina svinja. Tako je srednja vrijednost aktivnosti GPX-a u mišićnom tkivu ovarijektomiranih ženki bila značajno manja u odnosu na sve ostale istraživane skupine ( $P < 0,05$ ). Nadalje, u tkivu velikog slabinskog mišića aktivnost se SOD-a također razlikovala među skupinama. Ovarijektomirane ženke imale su najmanju aktivnost SOD-a u mišićnom tkivu u odnosu na ostale skupine, no, ta je razlika bila značajna jedino u odnosu na aktivnost SOD-a izmjerenu u mišićnom tkivu nerasta ( $P < 0,05$ ). Značajno veća aktivnost GGT-a u tkivu velikog slabinskog mišića utvrđena je u ovarijektomiranih ženki u odnosu na sve ostale istraživane skupine ( $P < 0,05$ ). Srednja vrijednost aktivnosti LDH-a u tkivu velikog slabinskog mišića nije se značajno razlikovala ( $P > 0,05$ ) među istraživanim skupinama svinja.

Vežano uz spolne razlike osjetljivosti velikog slabinskog mišića na oksidacijski stres po završetku tova svi-

nja, nisu utvrđene značajnije razlike između nerasta i nazimica. Kako se aktivnost antioksidacijskih enzima (GPX, SOD i GGT) i intenzitet lipidne peroksidacije (određivan putem MDA) nisu značajnije razlikovali između nerasta i nazimica dobiveni rezultati sukladni su onima koje su dobili Grela i sur. (2013.), a prema kojima spol svinja nije imao značajniji učinak na oksidativnu stabilnost mesa (*m. longissimus dorsi*).

Iako je zapažena razlika srednjih vrijednosti koncentracija MDA u mišićnom tkivu među istraživanim skupinama svinja, osobito između nerasta kod kojih su utvrđene najniže vrijednosti i ovarijektomiranih ženki kod kojih su vrijednosti bile najviše, dobivene razlike nisu bile statistički značajne ( $P > 0,05$ ).

**Tablica 2.:** Značajnost razlika između skupina za pokazatelje metabolizma masnih tvari i oksidacijsko-antioksidacijske pokazatelje u velikom slabinskom mišiću svinja

**Table 2:** The significance of differences between groups for indicators of lipid substances metabolism and oxidative/antioxidative indicators in the *Psoas major* pig muscle

Pokazatelj* Indicator*	Nerasti Boars	Kastrati Castrates	Nazimice Gilts	Ovarijektomirane ženke Ovariectomized females	s $\bar{x}$
CHOL	0,44 <sup>a</sup>	0,76 <sup>ab</sup>	1,13 <sup>b</sup>	0,90 <sup>b</sup>	0,13
TAG	4,62 <sup>a</sup>	1,54 <sup>b</sup>	1,90 <sup>b</sup>	2,49 <sup>b</sup>	0,46
PLs	1,51 <sup>a</sup>	1,11 <sup>b</sup>	1,23 <sup>ab</sup>	1,30 <sup>ab</sup>	0,10
GPX	1,57 <sup>a</sup>	1,57 <sup>a</sup>	1,51 <sup>a</sup>	0,94 <sup>b</sup>	0,19
SOD	248,36 <sup>a</sup>	220,34 <sup>ab</sup>	236,47 <sup>ab</sup>	207,68 <sup>b</sup>	12,18
GGT	20,22 <sup>a</sup>	24,96 <sup>a</sup>	22,11 <sup>a</sup>	40,37 <sup>b</sup>	3,59
LDH	866,28	947,95	1016,76	874,39	64,53
MDA	8,29	8,54	8,86	9,01	1,28

<sup>a, b</sup> Vrijednosti u istom redu tablice označene različitim slovima značajno se razlikuju

<sup>a, b</sup> Values in the same row of the table marked with different letters differ significantly

\*Aktivnosti glutation peroksidaze (GPX), superoksid dismutaze (SOD) i laktat dehidrogenaze (LDH) izražene su u U/g tkiva, aktivnost gama glutamil transferaze (GGT) izražena je u mU/g tkiva, koncentracija malondialdehida (MDA) izražena je u nmol/g tkiva, a koncentracije kolesterola (CHOL), triacilglicerola (TAG) i fosfolipida (PLs) izražene su u  $\mu$ mol/g tkiva.

\*The activities of glutathione peroxidase (GPX), superoxide dismutase (SOD) and lactate dehydrogenase (LDH) were expressed in U/g tissue, activity of gamma glutamyl transferase (GGT) was expressed in mU/g tissue, the concentration of malondialdehyde (MDA) was expressed in nmol/g tissue, and the concentration of cholesterol (CHOL), triacylglycerides (TAG) and phospholipid (PLs) are expressed in  $\mu$ mol/g tissue.

Osjetljivost mišića na lipidnu peroksidaciju, osim o količini fosfolipida te sastavu i količini višestrukonezasićenih masnih kiselina u njima, ovisi i o prisustvu spojeva s prooksidacijskim i antioksidacijskim svojstvima (Andrés i sur., 2001.). Mitochondriji se smatraju jednim od glavnih mjesta nastanka reaktivnih kisikovih spojeva koji i sami mogu biti oštećeni njihovim štetnim djelovanjem (Tsutsui i sur., 2009.). Budući da je *m. psoas major* većinom oksidativni mišić, zbog mnogobrojnih mitochondrija koje sadrži može biti izložen većem stvaranju reaktivnih kisikovih spojeva i njihovom štetnom



djelovanju. Jedan od konačnih proizvoda lipidne peroksidacije koji služi kao biljeg oksidacijskog stresa je MDA. Njegova koncentracija u uzorcima upućuje na intenzitet oksidacijskog stresa, a razvojem oksidacijskog stresa povećava se i koncentracija MDA. Kako su u ovom istraživanju najviše vrijednosti antioksidacijskih enzima uz najniže vrijednosti MDA utvrđene u mišićnom tkivu nerasta, dobiveni rezultati mogli bi ukazivati na njihovu bolju zaštitu od oksidacijskog stresa. Jedan od važnih endogenih čimbenika koji utječu na proizvodnju antioksidansa su spolni hormoni, a prema novijim istraživanjima i nedostatak testosterona može potaknuti oksidacijski stres (Zang i sur., 2011.).

Uspoređujući pokazatelje oksidacijskog stresa u velikom slabinskom mišiću nazimica i ovarijektomiranih ženki, ovarijektomirane ženke imale su značajno manju aktivnost GPX-a te manju aktivnost SOD-a od nazimica. Bolja zaštita velikog slabinskog mišića nazimica od oksidacijskog stresa može se pripisati antioksidacijskom učinku estrogena. Estrogeni sadrže fenolnu skupinu koja inaktivira slobodne radikale te potičući ekspresiju antioksidacijskih enzima stimuliraju antioksidativni obrambeni sustav (Barp i sur., 2002.). Iako najveća aktivnost GGT-a u uzorcima mišića ovarijektomiranih ženki upućuje na dostupnost glutathiona kao reducensa u antioksidacijskim procesima, najmanje aktivnosti antioksidacijskih enzima te najveće koncentracije MDA ipak ukazuju na odvijanje intenzivnijih procesa lipidne peroksidacije te bi se moglo zaključiti da je veliki slabinski mišić ovarijektomiranih ženki osjetljiviji na oksidacijske promjene.

S obzirom na istraživane pokazatelje tehnoloških svojstava mesa značajne razlike između istraživanih skupina utvrđene su za pH, EC i boju mesa L\* (P<0,05), dok su za pokazatelje boje (a\*, b\*, C\* i h\*) utvrđene samo zanemarive razlike (P>0,05). Najveće pH vrijednosti utvrđene su kod kastrata i nazimica i one su značajno razlikovale od vrijednosti utvrđenih kod nerasta i ovarijektomiranih ženki. Prema kriterijima Hofmann-a (1994.) i Van Laack-a (2000.), na osnovi rezultata za pH, uzorke mesa ovarijektomiranih ženki možemo smatrati BMV mesom. Kod uzoraka mesa nerasta razmatrajući rezultate pri određivanju pH 24 sata nakon klanja utvrđena je normalna kakvoća prema kriteriju koji su predložili Blendl i sur. (1991.). Za električnu provodljivost najveća vrijednost je utvrđena kod ovarijektomiranih ženki i ona se je značajno razlikovala od vrijednosti utvrđenih kod skupina nerasta, kastrata i nazimica (P<0,05). Između skupina nerasta, kastrata i nazimica za EC utvrđene su samo zanemarive razlike (P>0,05). Promjene koje dolaze u električnoj provodljivosti postmortalno posljedica su promjena rasporeda elektrolita pa tako viša vrijednost električne provodljivosti prati povećanje slobodne vode u mišićju, a nisku vrijednost električne provodljivosti ima mišićje koje nije oštećeno (Byrne i sur.,

**Tablica 3.:** Opisna statistika za tehnološka svojstva velikog slabinskog mišića u istraživanim skupinama svinja

**Table 3:** Descriptive statistics for technological properties in the *Psoas major* muscle of investigated pig groups

Skupina Group	Pokazatelj* Indikator*	$\bar{x}$	sd	s $\bar{x}$	min.	max.	Cv
Nerasti Boars	T / °C	14,70	1,81	0,41	12,10	18,20	12,35
	pH	5,74	0,15	0,03	5,55	6,11	2,69
	EC	17,47	2,50	0,56	13,10	21,70	14,29
	L*	45,89	3,04	0,68	41,28	51,94	6,61
	a*	23,69	6,66	1,49	19,71	51,51	28,12
	b*	6,66	1,31	0,29	5,15	8,89	19,75
	C*	23,19	1,40	0,31	20,69	25,72	6,03
	h*	16,63	2,80	0,63	12,85	21,74	16,87
Nerasti Boars	T / °C	12,96	0,88	0,40	12,10	14,40	6,83
	pH	5,66	0,03	0,01	5,62	5,69	0,52
	EC	17,50	1,08	0,48	16,20	19,20	6,18
	L*	47,80	2,39	1,07	46,10	51,94	4,99
	a*	22,67	1,67	0,75	19,71	23,70	7,38
	b*	6,80	1,19	0,53	6,00	8,89	17,44
	C*	23,68	1,75	0,78	20,69	25,31	7,40
	h*	16,69	2,50	1,12	14,32	20,56	14,97
Kastrati Castrates	T / °C	13,64	0,64	0,29	13,20	14,60	4,68
	pH	5,84	0,17	0,08	5,66	6,11	2,94
	EC	15,78	2,78	1,24	13,30	19,10	17,60
	L*	43,01	1,34	0,60	41,28	44,44	3,12
	a*	22,27	1,13	0,50	21,44	24,21	5,06
	b*	6,43	1,54	0,69	5,15	8,69	23,97
	C*	23,21	1,47	0,66	22,08	25,72	6,31
	h*	15,99	2,97	1,33	13,06	19,75	18,59
Nazimice Gilts	T / °C	15,88	1,64	0,73	14,50	18,20	10,34
	pH	5,83	0,16	0,07	5,70	6,07	2,79
	EC	16,42	2,23	1,00	13,10	18,10	13,61
	L*	46,75	3,10	1,39	42,70	50,26	6,63
	a*	22,18	1,44	0,64	19,91	23,83	6,48
	b*	6,95	1,49	0,67	5,20	8,84	21,49
	C*	23,27	1,57	0,70	20,70	24,97	6,76
	h*	17,34	3,31	1,48	12,85	21,74	19,06
Ovarijektomirane ženke Ovariectomized females	T / °C	16,30	1,27	0,57	14,80	17,80	7,82
	pH	5,64	0,11	0,05	5,55	5,82	1,94
	EC	20,18	1,26	0,56	18,30	21,70	6,22
	L*	45,99	3,28	1,47	42,40	50,42	7,14
	a*	27,64	13,36	5,98	20,60	51,51	48,35
	b*	6,45	1,40	0,62	5,19	8,21	21,65
	C*	22,61	0,93	0,42	21,25	23,75	4,11
	h*	16,50	3,19	1,43	14,04	20,90	19,35

\*\*T – temperatura mesa u °C; EC – električna provodljivost; L\*, a\*, b\*, C\*, h\* – pokazatelji boje mesa  
 \*\*T – meat temperature in °C; EC – electrical conductivity; L\*, a\*, b\*, C\*, h\* – indicators of meat colour

2000.; Marenčić i sur., 2014.). S obzirom na boju mesa L\*, najniža vrijednost je utvrđena kod skupine kastrata i ona se je značajno razlikovala od vrijednosti utvrđenih kod skupina nerasta i nazimica, dok je samo zanemariva razlika utvrđena između skupina kastrata i ovarijektomiranih ženki. Boja mesa je za konzumenta vrlo značajna jer ju je moguće vizualno ocijeniti prije donošenja odluke o

**Tablica 4.:** Značajnost razlika između skupina za tehnološka svojstva velikog slabinskog mišića

**Table 4:** The significance of differences between groups for technological properties in the *Psoas major* pig muscle

Pokazatelj* Indicator*	Nerasti Boars	Kastrati Castrates	Nazimice Gilts	Ovarijektomirane ženke Ovariectomized females	s $\bar{x}$
T / °C	12,96 <sup>a</sup>	13,64 <sup>a</sup>	15,88 <sup>b</sup>	16,30 <sup>b</sup>	0,53
pH	5,66 <sup>a</sup>	5,84 <sup>b</sup>	5,83 <sup>b</sup>	5,64 <sup>a</sup>	0,06
EC	17,50 <sup>a</sup>	15,78 <sup>a</sup>	16,42 <sup>a</sup>	20,18 <sup>b</sup>	0,88
L*	47,80 <sup>a</sup>	43,01 <sup>b</sup>	46,75 <sup>a</sup>	45,99 <sup>ab</sup>	1,18
a*	22,67	22,27	22,18	27,64	3,04
b*	6,80	6,43	6,95	6,45	0,63
C*	23,68	23,21	23,27	22,61	0,65
h*	16,69	15,99	17,34	16,50	1,35

*a, b* Vrijednosti u istom redu tablice označene različitim slovima značajno se razlikuju ( $P < 0,05$ ) /  
Values in the same row of the table marked with different letters differ significantly ( $P < 0,05$ )

\*\*T – meat temperature in °C; EC – electrical conductivity; L\*, a\*, b\*, C\*, h\* – indicators of meat colour

kupnji proizvoda. Boja svinjskog mesa direktno je ovisna o oksidativnom statusu pigmenta mesa, brzini glikolize te udjelu intramuskularnog masnog tkiva (Živković 1986.). Ružičasto-crvena je normalna boja svježeg svinjskog mesa. S obzirom na prosječnu vrijednost za boju L\* u svim skupinama pretraženih uzoraka izmjerenu uređajem Minolta, uzimajući kao kriterij za „normalno“ meso L\* = 42 - 50 prema Kauffman-u i sur. (1992.), možemo tvrditi je utvrđena normalna kakvoća mesa.

Osnovni kemijski sastav ukupnog uzorka pokazao je očekivane rezultate u pogledu prosječne količine vode od 73,01 %, 21,23 % bjelančevina, 3,48 % masti, te 1,22 % pepela što je u skladu s literaturnim podacima za svinjsko meso (Kulier, 1996.). Razmatrajući rezultate dobivene za kemijski sastav svih uzoraka možemo primijetiti da nema značajnih razlika između istraženih skupina za udio vode. Analize udjela masti ukazuju na značajnu razliku uzoraka ovarijektomiranih ženki u odnosu na ostale pokusne skupine. Životinje ženskog spola se u tovu uobičajeno ne podvrgavaju ovarijektomiji. Poznato je da nazimice završavaju tov s nižom tjelesnom masom u odnosu na ovarijektomirane ženke iste dobi, a kao posljedicu zaostajanja nazimica možemo navesti da pojava puberteta uzrokuje njihovo nemirnije ponašanje, a posljedično i ostalih životinja u skupini zbog uznemiravanja. Iz naših rezultata moguće je zaključiti da su ovarijektomijom ženke bivale mirnije te se to očitivalo i većim taloženjem masnog tkiva u trupu. Paralelno s tim utvrđena je i najmanja količina vode u ovarijektomiranih ženki što se očitivalo na senzoričkim karakteristikama mesa. Poznato je da se kvaliteta mesa životinja zaklanih u kasnijoj dobi razlikuje od kvalitete mesa mlađih životinja. Povećanje dobi i klaoničke mase životinja (najčešće kod hranidbe ad libitum) rezultira sporijim rastom i povećanjem udjela kako inter- tako i intramuskularnog masnog tkiva u polovicama. Posljedično to može dovesti i do smanjenja neježnosti mišićnih vlakana i svojstva okusa mesa. Odnos po-

**Tablica 5.:** Opisna statistika za kemijski sastav velikog slabinskog mišića u istraženim skupinama svinja

**Table 5:** Descriptive statistics for chemical composition in the *Psoas major* muscle of investigated pig groups

Skupina Group	Pokazatelj* Indicator*	$\bar{x}$	sd	s $\bar{x}$	min.	max.	Cv
Nerasti Boars	voda; %	73,01	1,09	0,24	70,66	74,91	1,49
	mast, %	3,48	0,87	0,20	2,08	5,34	25,31
	bjelančevine, %	21,23	1,31	0,29	18,96	23,46	6,17
Nerasti Boars	pepeo, %	1,22	0,15	0,03	0,99	1,65	12,39
	voda, %	73,29	0,49	0,22	72,67	73,81	0,67
	mast, %	2,87	0,60	0,27	2,49	3,98	19,64
Kastrati Castrates	bjelančevine, %	22,23	0,42	0,19	21,99	23,08	1,87
	pepeo, %	1,01	0,05	0,02	1,19	1,32	4,32
	voda, %	72,52	0,96	0,43	71,43	73,88	1,33
Nazimice Gilts	mast, %	2,92	0,54	0,24	2,08	3,56	18,51
	bjelančevine, %	19,94	0,83	0,37	18,96	21,15	4,18
	pepeo, %	1,15	0,14	0,06	0,99	1,31	12,40
Ovarijektomirane ženke Ovariectomized females	voda, %	73,77	1,06	0,47	72,07	74,91	1,43
	mast, %	3,39	0,60	0,27	2,65	4,14	17,64
	bjelančevine, %	20,51	0,82	0,37	19,61	21,57	4,02
Ovarijektomirane ženke Ovariectomized females	pepeo, %	1,15	0,11	0,05	0,99	1,28	9,73
	voda, %	72,45	1,36	0,61	70,66	73,82	1,88
	mast, %	4,33	0,76	0,34	3,64	5,34	16,83
Ovarijektomirane ženke Ovariectomized females	bjelančevine, %	21,84	1,09	0,49	20,58	23,46	4,93
	pepeo, %	1,13	0,20	0,09	1,11	1,65	14,56

**Tablica 6.:** Značajnost razlika između skupina za kemijski sastav velikog slabinskog mišića

**Table 6:** The significance of differences between groups for chemical composition in the *Psoas major* pig muscle

Pokazatelj* Indicator*	Nerasti Boars	Kastrati Castrates	Nazimice Gilts	Ovarijektomirane ženke Ovariectomized females	s $\bar{x}$
voda/water, %	73,29	72,52	73,77	72,45	0,46
mast/fat, %	2,87 <sup>a</sup>	2,92 <sup>a</sup>	3,39 <sup>a</sup>	4,33 <sup>b</sup>	0,28
bjelančevine/ proteins, %	22,23 <sup>a</sup>	19,94 <sup>b</sup>	20,51 <sup>b</sup>	21,84 <sup>a</sup>	0,37
pepeo/ash, %	1,01 <sup>ab</sup>	1,15 <sup>a</sup>	1,15 <sup>a</sup>	1,13 <sup>b</sup>	0,06

*a, b* Vrijednosti u istom redu tablice označene različitim slovima značajno se razlikuju /  
Values in the same row of the table marked with different letters differ significantly ( $P < 0,05$ )

zitivnih i negativnih utjecaja dobi i klaoničke mase značajno ovise o genotipu, spolu, uvjetima držanja i postupcima klanja svinja (Kušec i sur., 1998). Nerasti postižu u tovu veće dnevne priraste od kastriranih životinja zbog veće sinteze mišićnog tkiva posljedica čega je i veći udio bjelančevina. Unatoč prednostima koje ima tov nekastriranih životinja u odnosu na kastrate on se u RH sustavno ne provodi poradi pojave intenzivnog i neugodanog mirisa koji se javlja u mesu zaklanih svinja, a koji je konzumentima odbojan. Taj neugodan miris mesa uvjetovan je prisutnošću skatola (3-metil-indola) i hormona testisa androstenona.

*Zahvala: Istraživanje je financirano u okviru Potpore znanstvenim istraživanjima 2013. i 2014. godine. Sveučilišta u Zagrebu.*

## LITERATURA

- Andrés, A. I., R. Cava, A. I. Mayoral, J. F. Tejeda, D. Morcuende, J. Ruiz (2001):** Oxidative stability and fatty acid composition of pig muscles as affected by rearing system, crossbreeding and metabolic type of muscle fibre. *Meat Sci.* 59: 39–47.
- At-Taras, E. E., A. J. Conley, T. Berger, J. F. Roser (2006):** Reducing estrogen synthesis does not affect gonadotropin secretion in the developing boar. *Biol. Reprod.* 74:58–66.
- Barp, J., A. S. R. Araújo, T. R. G. Fernandes, K. V. Rigatto, S. Llesuy, A. Belló-Klein, P. Singal (2002):** Myocardial antioxidant and oxidative stress changes due to sex hormones. *Braz. J. Med. Biol. Res.* 35: 1075–1081.
- Blendl, H., E. Kallweit, J. Scheper (1991):** Qualitätsanbieten Schweinefleisch, AID 1103, Bonn.
- Brigelius-Flohé, R., M. Maiorino (2013):** Glutathione peroxidases, *Biochim. Biophys. Acta* 1830: 3289–3303.
- Byrne C. E., D. J. Troy, D. J. Buckley (2000):** Postmortem changes in muscle electrical properties of bovine *M. longissimus dorsi* and their relationship to meat quality attributes and pH fall. *Meat Science* 54: 23–34.
- Grotto, D., L. D. Santa Maria, S. Boeira, J. Valentini, M. F. Charão, A. M. Moro, P. C. Nascimento, V. J. Pomblum, S. C. Garcia (2007):** Rapid quantification of malondialdehyde in plasma by high performance liquid chromatography–visible detection. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 43: 619–624.
- Grela, E. R., E. Kowalczyk-Vasilev, R. Klebaniuk (2013):** Performance, pork quality and fatty acid composition of entire males, surgically castrated or immunocastrated males, and female pigs reared under organic system. *Polish J. Vet. Sci.* 16: 107–114.
- Hofmann, K. (1994):** What is quality? Definition, measurement and evaluation of meat quality. *Meat Focus International*, 3(2).
- Huff-Lonerger, E., T. J. Baas, M. Malek, J. C. Dekkers, K. Prusa, M. F. Rothschild (2002):** Correlations among selected pork quality traits. *J. Anim. Sci.* 80:617–627.
- Karolyi, D. (2004.):** Promjene u kvaliteti mesa svinja. *Meso VI* (5) str. 18–20.
- Kauffman, R. G., R. G. Cassens, A. Sherer, D. L. Meeker (1992):** Variations in pork quality. NPPC Publication, Des Moines, U.S.A. pp 1–8.
- Kralik, G., G. Kušec, D. Kralik, V. Margeta (2007):** Svinjogojstvo – biološki i zootehnički principi, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Tisak: Grafika d.o.o.
- Kulier, I. (1996):** Prehrambene tablice. Kemijski sastav namirnica. Zagreb, Hrvatski farmer.
- Kušec G., Kralik G., Petricevic A., Gutzmirtl D., Jovanovac S. (1998):** Vpliv genotipa narast telesnih tkiv pri prašičih. *Acta agriculturae Slovenica*, 1972. Supplement 30:105–109.
- Lonerger, S. (2012):** Pork Quality: pH Decline and PorkQuality. (<http://www.porkgateway.org/FileLibrary/PIGLibrary/Factsheets/a6647v1-0.pdf> pristupio 15.03.2015.)
- Lykkesfeldt, J., O. Svendsen (2007):** Oxidants and antioxidants in disease: Oxidative stress in farm animals. *Vet. Journal* 173: 502–511.
- Marenčić, D., I. Pušić, L. Kozačinski, B. Njari, S. Milinković Tur, Ž. Cvrtila Fleck (2014):** Utjecaj dodatka selena u hrani i smrzavanja na tehnološka svojstva mesa brojlera. *Meso XVI* (2) str. 151–155.
- Ryu, Y. C., B. C. Kim (2005):** The relationship between muscle fiber characteristics, postmortem metabolic rate, and meat quality of pig *longissimus dorsi* muscle. *Meat Sci.* 71: 351–357.
- Serrano, M. P., D. G. Valencia, A. Fuentetaja, R. Lázaro, G. G. Mateos (2009):** Effect of castration on productive performance, carcass characteristics and meat quality of Iberian pig females reared under intensive management systems. *Livest. Sci.* 123: 147–153.
- Smith, R. M., N. K. Gabler, J. M. Young, W. Cai, N. J. Boddicker, M. J. Anderson, E. Huff-Lonerger, J. C. M. Dekkers, S. M. Lonerger (2011):** Effects of selection for decreased residual feed intake on composition and quality of fresh pork. *J. Anim. Sci.* 89: 192–200.
- Tsutsui, H., S. Kinugawa, S. Matsushima (2009):** Mitochondrial oxidative stress and dysfunction in myocardial remodelling. *Cardiovasc. Res.* 81: 449–456.
- Van Laack, R. L. J. M. (2000):** Determinants of ultimate pH and quality of pork. Home page address: <http://www.nppc.org/Research/00reports/99-129-Laack.htm>. Warner, R.D.,
- Whitfield, J. B. (2001):** Gamma glutamyl transferase. *Crit. Rev. Clin. Lab. Sci.* 38: 263–355.
- Zhang, L., S. Wu, Y. Ruan, L. Hong, X. Xing, W. Lai (2011):** Testosterone suppresses oxidative stress via androgen receptor-independent pathway in murine cardiomyocytes. *Mol. Med. Rep.* 4: 1183–1188.
- Živković, J. (1986):** Higijena i tehnologija mesa. II. dio Kakvoća i prerada. GRO «Tipografija», Đakovo.

Dostavljeno 9.1.2016.

Prihvaćeno 9.2.2016.

## Effects of sex and gonadectomy on quality of pork

## SUMMARY

*The paper investigated differences between sexes and the effect of gonadectomy (castration and ovariectomy) on the amount and composition of fat, intensity of lipid peroxidation, activity of antioxidant enzymes and quality of meat associated with technological properties and chemical composition present in large lumbar muscle (m. Psoas major) samples of pigs after fattening.*

*The research was conducted on fattening pigs of the Swedish Landrace breed. At four weeks old, the castration (5 males) and ovariectomy (5 females), as well as simulated castration (5 males) and simulated ovariectomy (5 females) were performed. The activity of glutathione peroxidase, superoxide dismutase, gamma-glutamyl transferase and lactate dehydrogenase, as well as the concentrations of cholesterol, triglycerides, phospholipides and malondialdehyde were determined for each meat sample. Moreover, the effect of sex and castration or ovariectomy on the quality of meat associated with due technological properties and chemical composition was determined. Obtained results confirmed significant differences in the amount and composition of fat between sexes. Pig's sex had no significant effect on the oxidative stability of muscles. In terms of gonadectomy, the results indicated that large lumbar muscles of ovariectomized females were affected by oxidative changes the most. According to the criteria established by Hofmann (1994) and Van Laack (2000), meat samples of ovariectomized females could based on pH results be considered PSE meat. The analysis of fat content indicated a significant difference between samples of ovariectomized females and other sample groups.*

**Key words:** gonadectomy, activity of antioxidant enzymes, quality of meat

## Auswirkung des Geschlechts und der Gonadektomie auf die Qualität von Schweinefleisch

### ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Beitrag wurden die geschlechtsspezifischen Unterschiede und die Auswirkungen der Gonadektomie (Kastration und Ovariectomie) auf den Anteil und die Zusammensetzung der Fette, die Intensität der Lipidperoxidation, die Aktivität der antioxidativen Enzyme und die Fleischqualität in Bezug auf die technologischen Eigenschaften und die chemische Zusammensetzung in Proben des großen Lendenmuskels (m. psoas major) von Schweinen nach Abschluss der Mast untersucht. Die Untersuchung wurde an Mast Schweinen vom Genotyp schwedischer Landras durchgeführt. Im Alter von vier Wochen wurden die Mast Schweine kastriert (5 Männchen) und ovariectomiert (5 Weibchen) sowie scheinkastriert (5 Männchen) und scheinovariectomiert (5 Weibchen). An den Fleischproben wurden danach folgende Aktivitäten bestimmt: Glutathionperoxidase, Superoxiddismutase, Gamma-Glutamyl-Transferase und Lactat-Dehydrogenase sowie die Konzentration von Cholesterin, Triacylglycerol, Phospholipiden und Malondialdehyden. Des Weiteren wurde die Auswirkung des Geschlechts und der Kastration bzw. der Ovariectomie auf die Qualität des Fleisches in Bezug auf seine technologischen Eigenschaften und die chemische Zusammensetzung untersucht. Die Ergebnisse haben bedeutende geschlechtsspezifische Unterschiede beim Fettanteil und seiner Zusammensetzung gezeigt. Das Geschlecht der Schweine hatte keine größere Auswirkung auf die Oxidationsstabilität der Muskeln. Bei der Gonadektomie zeigen die Ergebnisse, dass der große Lendenmuskel der ovariectomierten Weibchen auf Oxidationsveränderungen am empfindlichsten reagiert. Laut Kriterien nach Hoffmann (1994) und Van Laack (2000) ist auf der Grundlage der pH-Ergebnisse das Fleisch von ovariectomierten Weibchen als PSE Fleisch zu kategorisieren. Die Analyse des Fettanteils weist auf einen bedeutenden Unterschied zwischen den Proben von ovariectomierten Weibchen und allen anderen Probegruppen hin.

**Schlüsselwörter:** Gonadektomie, Aktivität der antioxidativen Enzyme, Fleischqualität

## Influencia del sexo y de la gonadectomía sobre la calidad de carne

### RESUMEN

En el trabajo fueron investigadas la diferencias y la influencia de la gonadectomía (castración y ovariectomía) sobre la cantidad y la composición de las grasas, sobre la intensidad de la peroxidación lipídica, actividad de los enzimas antioxidantes y sobre la calidad de carne en sentido de las características tecnológicas y la composición química en las muestras del músculo psoas mayor de los cerdos al fin del cebado. La investigación fue hecha con los cerdos cebados de la raza Landrace sueco. La castración (5 machos) y ovariectomía (5 hembras) fueron hechas en los cerdos de la edad de cuatro semanas. Las acciones de glutatió peroxidasa, superóxido dismutasa, gamma glutamil transferasa y lactato deshidrogenasa con concentraciones de colesterol, fosfolípidos y malondialdehído fueron hechas sobre las muestras de la carne. Además, fue determinada la influencia del sexo y de castración u ovariectomía sobre la calidad de la carne en el sentido de sus características tecnológicas y su composición química. Según los resultados obtenidos fueron determinadas las diferencias significantes entre el sexo y las cantidades y composiciones de las grasas. El sexo de los cerdos no tuvo el efecto significativo sobre la estabilidad oxidativa de los músculos. En cuanto a la gonadectomía, los resultados indican que el músculo psoas mayor de las hembras es el más susceptibles a los cambios oxidativos. Según los criterios de Hofmann (1994) y de Van Laack (2000) y basándose en los resultados de los análisis del pH, las muestras de carne de las hembras en las que fue hecha la ovariectomía podemos cualificar como la carne BMV. Los análisis de las proporciones de la grasa indican que existe una diferencia significativa entre las muestras de carne de las hembras en las que fue hecha la ovariectomía y otros grupos experimentales.

**Palabras claves:** gonadectomía, actividad de los enzimas antioxidativos, calidad de carne

## Incidenza del genere di sesso e della gonadectomia sulla qualità della carne suina

### SUNTO

La ricerca aveva come obiettivo l'analisi delle differenze di genere sessuale e l'incidenza della gonadectomia (ossia l'asportazione chirurgica delle ghiandole sessuali, orchietomia nel maschio e ovariectomia nella femmina) sulla quantità e sulla composizione dei grassi, sull'intensità della perossidazione lipidica, sull'attività degli enzimi antiossidanti e sulla qualità della carne nel senso delle proprietà tecnologiche e della composizione chimica nei campioni di muscolo grande psoas dei suini a fine ingrassamento.

La ricerca è stata effettuata su suini da ingrasso di razza Landrace svedese. Al raggiungimento delle quattro settimane di vita, gli animali sono stati sottoposti a orchietomia (5 maschi) e ovariectomia (5 femmine), nonché a orchietomia simulata (5 maschi) e a ovariectomia simulata (5 femmine). Sui campioni di carne suina analizzati sono state accertate una certa attività degli enzimi glutatió perossidasi, superossido dismutasi, gamma glutamil transferasi e L-lattato deidrogenasi, e una concentrazione di colesterolo, triacilgliceroli (trigliceridi), fosfolipidi e malonaldeide. È stata, inoltre, accertata l'incidenza del genere sessuale e della gonadectomia (orchietomia e ovariectomia) sulla qualità della carne nel senso delle sue proprietà tecnologiche e della sua composizione chimica. In base ai risultati ottenuti, sono state accertate significative differenze dipendenti dal sesso dell'animale circa la quantità e la composizione dei grassi. Il sesso del suino non ha inciso significativamente, invece, sulla stabilità ossidativa del muscolo. In tema di gonadectomia, tuttavia, i risultati ottenuti confermano che il muscolo grande psoas delle femmine ovariectomizzate è il più sensibile alle variazioni ossidative. Secondo i criteri esposti da Hofmann (1994) e Van Laack (2000), in base ai valori di pH, i campioni di carne delle femmine ovariectomizzate possono essere considerati carne BMV. Le analisi della percentuale di grassi indicano uno scarto significativo tra i campioni delle femmine ovariectomizzate rispetto agli altri gruppi coinvolti nell'esperimento.

**Parole chiave:** gonadectomia, attività degli enzimi antiossidanti, qualità della carne