

#### SAŽETAK

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj dodatka organskog selena (Sel-Plex®) i lanenog ulja u hranu za tovne piliće na klaonička svojstva trupa i tehnološka svojstva pilećeg mesa. U istraživanju je korišteno 40 muških pilića Ross 308 hibrida. Pilići su tovljeni 42 dana. Prva tri tjedna tova pilići su konzumirali starter smjesu koja je sadržavala 23,5% sirovih proteina i 13,90 MJ/kg ME. Nakon 21. dana pilići su podijeljeni u dvije skupine. Smjesa za kontrolnu skupinu pilića sadržavala je 6% lanenog ulja i bila je bez dodatka selena, dok je pokusnoj skupini uz 6% lanenog ulja dodano 0,3 mg Se/kg smjese (tretmani K i P). Od klaoničkih svojstava u radu su prikazani rezultati žive mase i mase trupa, randman, udjeli osnovnih dijelova u trupu, udjeli tkiva u prsima, udjeli tkiva u batacima sa zabatacima, udjeli tkiva prsa u trupu i udjeli tkiva bataka sa zabatacima u trupu. Od tehnoloških svojstava prsnog mišićnog tkiva prikazane su vrijednosti pH<sub>1</sub> i pH<sub>2</sub>, boja, otpuštanje mesnog soka, kalo kuhanja i tekstura. Osim toga, prikazana je i suma zasićenih (SFA), mononezasićenih (MUFA) i polinezasićenih (n-6 PUFA i n-3 PUFA) masnih kiselina u mastima mišićnog tkiva prsa. Tretmani nisu imali utjecaja na rezultate žive mase, mase trupa, randman, udjele bataka sa zabatacima, prsa, krila i udio abdominalne masti u trupu (P>0,05). Pilići K skupine imali su značajno veći udio leđa u trupu u odnosu na piliće skupine P (24,48% odnosno 22,82%; P<0,05). Utvrđen je utjecaj tretmana P na udio mišićnog tkiva bataka sa zabatakoma u trupu (K=19,66% i P=20,56%), kao i na udio mišićnog tkiva u batacima sa zabatacima (K=65,88% i P=67,51%; P<0,05). Tretmani su statistički značajno utjecali na vrijednosti pH, mišića prsa (P<0,05). Kod ostalih svojstava tehnološke kvalitete mesa između ispitivanih tretmana nisu utvrđene značajne razlike (P>0,05). Tretmani nisu imali utjecaja na ΣSFA u mesu prsa. Međutim utvrđen je značajan utjecaj tretmana P u odnosu na tretman K na povećanje udjela ukupnih n-6 PUFA s 25,00% na 28,13%, PUFA n-3 s 10,76% na 12,78%, dok se udio ΣMUFA u mastima mišića prsa smanjio s 31,83% (K tretman) na 26,15% (P tretman). Značajno manji (P<0,05) omjer ΣSFA/ΣPUFA utvrđen je kod skupine K u odnosu na skupinu P (0,871 : 0,766), a omjer ΣSFA/ΣMUFA bio je značajno veći kod skupine P u odnosu na skupinu K (1,189 : 0,977). Omjer n-6 PUFA / n-3 PUFA bio je ujednačen kod obje ispitivane skupine (P>0,05).

Ključne riječi: organski selen, masne kiseline, pilići, kvaliteta mesa

## UVOD

Godišnja potrošnja svježeg mesa i prerađevina od mesa po članu kućanstva u 2011. godini u Hrvatskoj iznosila je 63,1 kg, odnosno 47,1 kg i odnosi se na svježe meso, dok se 16,0 kg potroši kao suhomesnati proizvod ili kao konzervirano meso. Unazad 5 godina po članu kućanstva najviše je konzumirano meso pilića, međutim 2011. godine najviše se konzumiralo pileće meso (18,8 kg), a zatim slijedi svinjsko meso (16,5 kg) i govedina (9,9 kg) (Statistički ljetopis RH, 2012). Iako je u 2010. godini potrošnja pilećeg mesa po članu kućanstva bila veća (19,1 kg) u odnosu na 2011. godinu činjenica je da u odnosu na druge vrste mesa trend potrošnje pilećeg mesa je i dalje u porastu, što se može protumačiti činjenicom da je meso tovnih pilića zadovoljavajuće nutritivne kvalitete, prihvatljivo po cijeni i odgovara po organoleptičkim svojstvima zahtjevima konzumenata. Kod proizvodnje krmnih smjesa za hranidbu pilića osnovnu sirovinu čine žitarice, a dodana masnoća za balansiranje metaboličke energije (ME) su ulja. Najčešće dodavano ulje u smjese za piliće je ulje suncokreta, koje je bogato n-6 PUFA. Kao alternativna ulja koriste se sojino, repičino i laneno ulje ili riblje ulje. Navedena ulja imaju bolji omjer n-6 i n-3 PUFA. Godinama kao dodatak hrani koristio se anorganski oblik selena, međutim utvrđena je njegova slabija učinkovitost u odnosu na selen organskog podrijetla, koji je prirodni sastojak biljaka (Payne i Southern, 2005.; Surai, 2006.). Životinje u prirodi primaju selen iz biljaka u obliku selenometionina (SeMet) u količinama koje ovise o koncentraciji selena u tlu, a ona može značajno varirati (Reilly, 1998.). Trend povećanja upotrebe umjetnih gnojiva u ratarskoj proizvodnji, čiji su sastavni dio sumpor i njegovi spojevi, negativno djeluje na apsorpciju selena iz tla. Učestalim korištenjem umjetnih gnojiva s ciljem povećanja ratarske proizvodnje nastale su površine deficitarne selenom (Popijač i Prpić-Majić, 2002.). Popijač i Prpić-Majić (2002.) utvrdili su niske koncentracije selena u tlu na području Požeške kotline (20 do 48  $\mu\text{g Se/kg}$ ), dok je u dijelu Podravine duž rijeke Drave utvrđena koncentracija od 50 do 280  $\mu\text{g Se/kg}$  tla. Na osnovi navedenih podataka Hrvatska se svrstava u zemlje s niskom razinom selena u tlu, kao i Srbija, Crna Gora, Slovenija, Bugarska, Francuska, Poljska, Island, jugozapadna Kina i Novi Zeland (Oldfield, 1999.). S obzirom na manjak selena u tlu, zabilježene su i izuzetno niske koncentracije

selena u biljkama, ali i u namirnicama animalnog podrijetla (Klapec i sur., 2004.). Trenutno su mnoga istraživanja fokusirana na proizvodnju funkcionalne hrane, čime se naglasak daje na obogaćivanje primarnog proizvoda (mesa) nekim funkcionalnim sastojkom, s osvrtom na kvalitetu (Cvrtila i sur., 2005., Džinić i sur., 2006., Marković i sur., 2010., Kralik i sur., 2012.). Cilj ovog istraživanja bio je ispitati kvalitetu mesa pilića (klaonička svojstva trupa i tehnološka svojstva mesa) hranjenih smjesama s lanenim uljem bez dodatka selena, odnosno s lanenim uljem s dodatkom selena. Laneno ulje i organski selen komponente su koje se dodaju stočnoj hrani pri proizvodnji funkcionalnih namirnica.

## MATERIJAL I METODE

U istraživanju kvalitete mesa pilića hranjenih smjesama s dodatkom organskog selena i lanenog ulja u hranu korišteni su muški pilići hibrida Ross 308. Tov je trajao 42 dana, a tovljeno je ukupno 40 pilića. Do 21. dana svi pilići konzumirali su hranu starter istog kemijskog sastava, koja je sadržala 23,5% sirovih bjelančevina i 13,90 MJ/kg ME. Od 21. dana do kraja tova svaka skupina pilića dobivala je posebno pripravljene finišer smjese. Kontrolna skupina (K) pilića hranjena je smjesom koja je sadržavala 6% ulja lana i bila je bez dodatka selena, a kod pokusne skupine (P) korišteno je laneno ulje (6%) uz dodatak 0,3 mg Se/kg smjese. Sastav smjesa korištenih u tovu pilića prikazan je na tablici 1. Za vrijeme istraživanja pilići su držani u jednakim okolišnim uvjetima. U cilju analize kvalitete pilećeg mesa, nakon završetka tova i 12-satnog gladovanja pilići su žrtvovani. Trup je obrađen po principu „pripremljeno za roštilj“ prema postupku propisanim Uredbom komisije (EZ-a) br. 543/2008, kojom se detaljno utvrđuju pravila s obzirom na tržišne norme za meso peradi. Trupovi pilića mjereni su nakon klanja elektronskom vagom Mettler Toledo (model Viper SW 15, Švicarska), zatim su rasječeni na osnovne dijelove (batake sa zabatacima, krila, prsa i leđa sa zdjelicom). Iz trupova je pažljivo odvojeno i izvagano trbušno masno tkivo. Masa osnovnih dijelova u trupu, kao i masa tkiva, utvrđeni su elektronskom vagom Mettler Toledo (model PB 150 2-S, Švicarska). Randman pilećih trupova izračunat je kao razlika između završne (g) i klaoničke mase (g) te je izražen kao postotak klaoničke mase u odnosu na završnu masu. Prinosi osnovnih dijelova trupa

(prsna, bataka sa zabatacima, krila i leđa) prikazani su kao relativni udjeli u trupu (%). Prsna i bataci sa zabatacima raščlanjeni su na osnovna tkiva (mišićno tkivo, kožu s potkožnim masnim tkivom i kosti). Prinosi tkiva prsna i bataka sa zabatacima prikazani su kao relativni udjeli u trupu, odnosno u prsima i batcima sa zabatacima, a izračunati su prema sljedećim obrascima:

$$\begin{aligned} & \text{Udio tkiva u dijelu trupa (\%)} \\ & = \text{masa tkiva (g)/masa dijela trupa (g)} \times 100 \\ & \text{Udio tkiva određenog dijela trupa u trupu (\%)} \\ & = \text{masa tkiva dijela trupa (g)/masa trupa (g)} \times 100 \\ & \text{Udio dijela trupa u trupu (\%)} \\ & = \text{masa djela trupa (g)/masa trupa(g)} \times 100 \end{aligned}$$

Od tehnoloških pokazatelja kvalitete prsnog mišića utvrđeni su pH<sub>1</sub> vrijednost (45 minuta nakon klanja pilića) i pH<sub>2</sub> vrijednost (24 sata nakon klanja

pilića i hlađenja na 4°C), boja i tekstura (nježnost). Vrijednosti pH mjerene su pH-metrom Mettler MP 120-B, a konačne vrijednosti rezultat su dva uzastopna mjerenja i predstavljene su kao njihove srednje vrijednosti. Boja prsnog mišićnog tkiva određena je 24 sata nakon klanja i hlađenja pilećih trupova, a izmjerena je Minolta CR-300 kolorimetrom (Minolta Camera Co. Ltd., Osaka Japan), kalibriranim na bijelu pločicu (L\* = 93,30; a\* = 0,32 i 1,8; b\* = 0,33). Promjer optičke leće je bio veličine 8 mm, osvjetljenje D65, a standardno opažanje 10°. Vrijednosti boje izražene su kao CIE-Lab (Commission Internationale de l'Eclairage, 1976.), a odnose se na bljedocu L\* (os crno-bijelo), a\* stupanj crvenila (crveno-zeleni spektar) i b\* stupanj žute boje (žuto-plavi spektar). Boja svakog prsnog mišića rezultat je tri uzastopna mjerenja i predstavljena je kao njihova srednja vrijednost. Otpuštanje mesnog soka utvrđeno je metodom vrećice prema Honikelu (1998.).

**Tablica 1. Sastav smjesa za piliće**

**Table 1. Composition of mixtures for broilers**

Krmiva - Feeds, %	Starter	<sup>3</sup> Finišer
Kukuruz - Corn	50,10	55,60
<sup>1</sup> Premiks	5,00	5,00
Lucerna - Alfalfa	2,00	2,00
Protein gold (58%)	2,00	-
Soja tostirana – Toasted soy	9,50	5,10
Sojina sačma (46%) – Soybean meal	26,60	21,80
Suncokret sačma (33%) – Sunflower meal	4,00	4,50
Biljno ulje - Vegetable oil	0,80	-
Laneno ulje - Linseed oil	-	6,00
Ukupno	100,00	100,00
<sup>2</sup> Kemijski sastav – Chemical composition		
Vlaga – Moisture, %	13,20	12,00
Sirove bjelančevina – Crude protein, %	23,49	19,20
Sirova vlaknina – Crude fibers, %	5,60	4,50
Pepeo – Ash, %	7,88	7,30
Mast - Fat %	3,30	5,90
Na, %	0,11	0,15
Ca, %	0,17	1,19
P, %	0,54	0,56

<sup>1</sup>Sastav 1 kg premiksa: vit. A 300.000,00 I.J.; vit D3 40.000,00 I.J.; vit E 600,00 mg; vit K3 40,00 mg; vit B1 20,00 mg; vit B2 100,00 mg; vit B6 40,00 mg; vit B12 300,00 mcg; vit C 300,00 mg; niacin 800,00 mg; pantotenska kiselina 240,00 mg; folna kiselina 10,00 mg; biotin 2,00 mg; kolin klorid 10.000,00 mg; jod 15,0 mg; željezo 720,00 mg; bakar 80,00 mg; mangan 1.500,00 mg; cink 1.000,00 mg; kobalt 2,00 mg; kalcij 17%; fosfor 1,8%; natrij 2,3%; lizin 2,4%; metionin 5,8%; antioksidant 100 mg; natuphos 5000G 10 000 FTU; biljni nosač do 100 g. \*Kokcisan (E 766, Salinomycin natrij). <sup>2</sup>Kemijska analiza hrane napravljena je prema referentnim metodama: HRN ISO 6496:200; HRN ISO 5983-2:2005; HRN EN ISO 6865:2001, Mod.; HRN EN ISO 5984:2004; HRN ISO 6492:2001, Mod.; HRN EN ISO 6869:2001; HRN EN ISO 6869:2001; HRN ISO 6491:2001. <sup>3</sup>Kod kontrolne skupine (K) u finišer smjesu nije dodan selen, dok je kod pokusne skupine (P) u finišer smjesu dodano 0,3 mg/kg

Instrumentalno određivanje teksture ili nježnost mišićnih vlakana utvrđena je pomoću Warner-Bratzler noža pričvršćenog na TA.XTplus Texture Analyser uređaj. Nakon zamrzavanja i čuvanja na -20°C 14 dana, meso je izvađeno iz hladnjaka i otapano 24h na temperaturi 4°C. Uzorci su zatvoreni u plastične vrećice za kuhanje i termički obrađeni, kuhani u vodenoj kupelji na temperaturi od 85°C u vremenu od 25 minuta, kako bi se postigla temperatura u mesu od 77°C. Nakon kuhanja uzorci su ohlađeni na sobnu temperaturu. Iz središnjeg dijela svakih prsa izrezana su tri dijela dimenzija 3cm x 1,9cm x 1,9cm paralelno s mišićnim vlaknima. Svaki je odsječak potom presječen okomito na smjer mišićnih vlakana Warner-Bratzler nožem. Brzina spuštanja noža iznosila 4,2 mm/s, udaljenost središnjeg dijela noža od postolja 55mm, a kalibracija udaljenosti noža od postolja 1mm. Maksimalna snaga potrebna za presijecanje uzorka prsnog mišića (WBSF, N ili kg) izračunata je pomoću Texture Exponent 4,0 programa tvrtke Stable Microsystems. Otpornost na presijecanje mjerena je na lijevoj polovici prsnog mišića (Liu i sur., 2004.). Na istim uzorcima utvrđeno je kalo kuhanja (%), izračunato prema sljedećem obrascu:

$$\text{Kalo kuhanja (\%)} = \{(\text{masa uzorka prije kuhanja (g)} - \text{masa uzorka nakon kuhanja (g)}) / \text{masa uzorka prije kuhanja (g)}\} \times 100$$

Vrijednosti pH<sub>1</sub> i pH<sub>2</sub> prsnog mišića pilića utvrđene su na 20 uzoraka po skupini, kalo kuhanja i tekstura na 10 uzoraka, dok je gubitak mesnog soka utvrđen na 8 uzoraka po skupini. Sastav masnih kiselina u lipidima pilećih prsa utvrđen je na 7 uzoraka iz svake skupine pomoću Chrompack CP-9000 kromatografa s detektorom ionizacije plamena (Csapó i sur., 1986.). Rezultati istraživanja obrađeni su po-

moću statističkog programa Statistica 7.1 (StatSoft, Inc., 2007.). Ispitivanje značajnosti razlika između ispitivanih skupina obavljeno je pomoću analize varijance, a značajnost razlika testirana je pomoću Fischerovog LSD-testa. Izračunata vrijednost uspoređena je s teoretskom vrijednosti na razini značajnosti P<0,05.

## REZULTATI I RASPRAVA

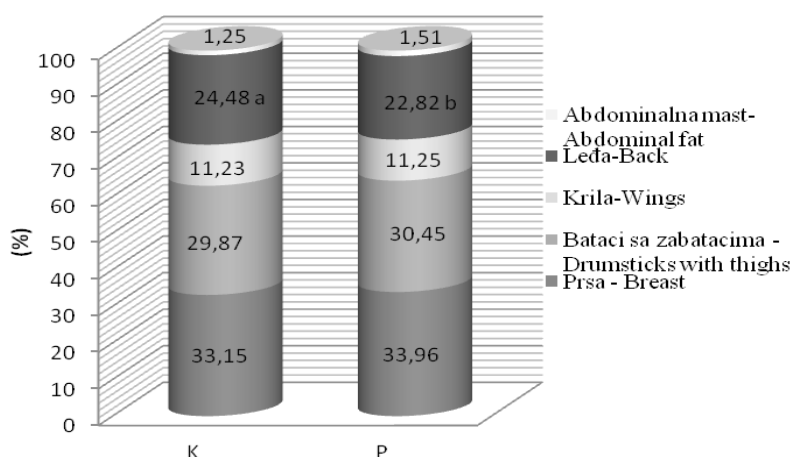
Na tablici 2 prikazane su prosječne žive mase pilića nakon 42 dana tova, zatim masa trupa i randman. Veće vrijednosti žive mase, mase trupa i randmana imali su pilići P skupine u odnosu na piliće iz skupine K, međutim razlike u rezultatima nisu bile statistički značajne (P>0,05).

Jokić i sur. (2005.), u radu o utjecaju različitih razina organskog selena u hrani na tova svojstva pilića, ističu da povećanje razine selena u hrani utječe na završnu masu. Autori navode da su pilići 3. skupine, koji su u hrani konzumirali 0,6 mg Se/kg hrane, postigli najveću završnu masu (2647 g), dok su pilići 2. pokusne skupine (s 0,3 mg Se/kg hrane) postigli masu od 2595 g, što se statistički značajno razlikovalo (P<0,01) u odnosu na piliće 1. skupine, koji u hrani nisu dobivali selen (2309 g). Njihovi rezultati sukladni su našim. Međutim, naši rezultati nisu u skladu s rezultatima koje navode Marković i sur. (2010.). Navedeni autori u istraživanju uporabe organskog oblika selena u cilju proizvodnje funkcionalne hrane, ustanovili su da povećana razina selena u smjesama za piliće utječe na smanjenje završne mase i mase trupa. Ševčikova i sur., (2006.) te Upton i sur. (2008.). ističu da dodatak organskog selena u smjesi za piliće u odnosu na skupinu bez

**Tablica 2. Pokazatelji kvalitete trupova**

**Table 2. Carcass quality indicators**

Pokazatelji Indicators	Skupine/Groups		P vrijednost P value
	K ( $\bar{x} \pm s$ )	P ( $\bar{x} \pm s$ )	
Živa masa, g Live weight, g	2491,60±485,18	2546,75±386,57	0,693
Masa trupa, g Carcass weight, g	1763,95±367,65	1820,95±281,49	0,585
Randman, % Dressing percentage	70,58±1,88	71,48±1,80	0,130



EkspONENTI <sup>a,b</sup> označavaju razliku između vrijednosti za pojedini dio trupa na razini značajnosti P<0,05

Grafikon 1. Udjeli osnovnih dijelova u trupu pilića (%)

Figure 1. Shares of main parts in chicken carcass (%)

Tablica 3. Udjeli tkiva bataka sa zabatacima u trupu (%)

Table 3. Shares of drumsticks with thighs tissue in carcass (%)

Tkiva Tissue	Skupine/Groups		P vrijednost P value
	K ( $\bar{x} \pm s$ )	P ( $\bar{x} \pm s$ )	
Mišićno / Muscular	19,66±0,92 <sup>b</sup>	20,56±1,11 <sup>a</sup>	<0,05
Koža / Skin	3,96±0,52	3,45±0,53	0,153
Kosti / Bones	6,51±0,88	6,43±0,58	0,748

Tablica 4. Udjeli tkiva prsa u trupu (%)

Table 4. Shares of breast tissue in carcass (%)

Tkiva Tissue	Skupine/Groups		P vrijednost P value
	K ( $\bar{x} \pm s$ )	P ( $\bar{x} \pm s$ )	
Mišićno / Muscular	26,25±3,16	27,49±1,68	0,130
Koža / Skin	3,03±0,61	2,85±0,40	0,263
Kosti / Bones	3,85±0,60	3,61±0,42	0,159

EkspONENTI <sup>a,b</sup> označavaju razliku između skupina na razini značajnosti P<0,05

dotatka selena utječe na povećanje završne mase pilića. U našim rezultatima pilići P skupine imali su veću završnu masu u odnosu na piliće iz skupine K, što je u skladu s njihovim rezultatima (P>0,05). Na grafikonu 1. prikazani su udjeli osnovnih dijelova u trupu. Udio bataka sa zabatacima (30,45% : 29,87%) i udio prsa (33,96% : 33,15%) bio je veći kod pilića skupine P u odnosu na piliće skupine K, međutim razlika nije bila statistički značajna (P>0,05).

Sukladno našim rezultatima, Ševčikova i sur. (2006.) također navode da dodatak organskog selena u hranu za piliće nema utjecaja na prinose prsa i zabataka u trupu. Pilići K skupine imali su značajno veći (P<0,05) udio leđa u trupu u odnosu na piliće skupine P (24,48% odnosno 22,82%). Udio krila u trupu kod obje skupine bio je ujednačen (K=11,23% i P=11,25%), dok je udio abdominalne masti u skupini P bio veći u odnosu na skupinu K

**Tablica 5. Udjeli tkiva u batacima sa zabatacima (%)**

**Table 5. Shares of tissue in drumsticks with thighs (%)**

Tkiva Tissue	Skupine/Groups		P vrijednost P value
	K ( $\bar{x} \pm s$ )	P ( $\bar{x} \pm s$ )	
Mišićno / Muscular	65,88±0,62 <sup>b</sup>	67,51±2,22 <sup>a</sup>	<0,05
Koža / Skin	12,37±1,64	11,34±1,69	0,057
Kosti / Bones	21,75±2,28	21,15±1,92	0,374

EkspONENTI <sup>a,b</sup> označavaju razliku između skupina na razini značajnosti P<0,05

**Tablica 6. Udjeli tkiva u prsima (%)**

**Table 6. Shares of tissue in breast (%)**

Tkiva Tissue	Skupine/Groups		P vrijednost P value
	K ( $\bar{x} \pm s$ )	P ( $\bar{x} \pm s$ )	
Mišićno / Muscular	78,94±4,81	80,91±1,42	0,087
Koža / Skin	9,28±2,38	8,42±1,27	0,159
Kosti / Bones	11,76±2,61	10,66±1,28	0,097

(1,51% i 1,25%), međutim dobivene razlike između skupina nisu bile značajne (P>0,05).

Statistički značajno veći udio (P<0,05) mišićnog tkiva bataka sa zabatacima u trupu (tablica 3) imala je skupina P (20,56%) u odnosu na skupinu K (19,66%). Udio kože (K=3,96% i P=3,45%) i kostiju (K=6,51% i P=6,43%) bataka sa zabatacima u trupu bio je ujednačen kod obje ispitivane skupine te razlike nisu bile značajne. Veći udjeli kože (3,03% i 2,85%) i kostiju (3,85% i 3,61%) prsa u trupu zabilježeni su kod skupine K u odnosu na skupinu P (tablica 4). Pilići skupine P imali su veći udio mišićnog tkiva (27,49% : 26,25%) prsa u trupu u usporedbi sa skupinom K, ali razlike nisu bile statistički značajne (P>0,05).

Utvrđen je značajan utjecaj tretmana na udio mišićnog tkiva kod bataka sa zabatakoma (tablica 5). Tako je skupina pilića P imala statistički značajno veći udio mišićnog tkiva u batacima sa zabatacima u odnosu na K skupinu pilića (67,51% : 65,88%). Kod obje ispitivane skupine pilića udjeli kože i kosti na batacima sa zabatacima bili su ujednačeni kod K (12,37% i 21,75%) i P skupine (11,34% i 21,15%; P>0,05). Veći udio mišićnog tkiva u prsima zabilježen je kod P skupine u odnosu na K skupinu (80,91% : 78,94%), dok je udio kože (9,28% i 8,42%)

te kostiju (11,76% i 10,66%) u prsima bio veći kod skupine K u usporedbi sa skupinom P. Kod udjela tkiva u prsima (tablica 6) nije bilo značajnih razlika između ispitivanih skupina.

Tehnološka svojstva prsnog mišićnog tkiva prikazana su na tablici 7. Vidljivo je da je tretman statistički značajno utjecao na vrijednosti pH<sub>1</sub>, gdje je skupina P imala značajno veću vrijednost pH<sub>1</sub> u usporedbi sa skupinom K (5,94 : 5,80). Vrijednost pH<sub>2</sub> kod skupine K iznosila je 5,72, a kod skupine P 5,77 (P>0,05). Boja mesa bila je ujednačena te kod ovog svojstva nije bilo značajnih razlika između ispitivanih skupina.

Vrijednost CIE L\* kod K skupine iznosila je 54,34, CIE a\* 1,53 i CIE b\* 6,82, a kod skupine P CIE L\* 55,69, CIE a\* 1,10 i CIE b\* 6,45. Iako nije utvrđena značajna razlika između ispitivanih skupina, kod rezultata otpuštanja mesnog soka (K=2,93% i P=2,72%), gubitka vode kuhanjem (K=22,65% i P=21,09%) i teksture (K=40,33N i P=39,09N) vidljivo je da su vrijednosti kod P skupine manje, što ukazuje na zaključak da dodatak selena može utjecati na smanjenje gubitka mesnog soka i kalo kuhanja, a meso čini mekšim. Najvažnije promjene nakon klanja pilića u mesu su glikoliza, *rigor mortis*, promjena pH i proteoliza. Činjenice govore da

**Tablica 7. Tehnološka svojstva mišićnog tkiva prsa**

**Table 7. Technological traits of breast muscular tissue**

Svojstvo Trait	Skupine/Groups		P vrijednost P value
	K ( $\bar{x} \pm s$ )	P ( $\bar{x} \pm s$ )	
pH <sub>1</sub>	5,80±0,15 <sup>b</sup>	5,94±0,15 <sup>a</sup>	<0,05
pH <sub>2</sub>	5,72±0,08	5,77±0,12	0,136
CIE L*	54,34±3,89	55,69±3,93	0,282
CIE a*	1,53±1,12	1,10±1,01	0,240
CIE b*	6,82±1,92	6,45±2,17	0,565
Otpuštanje mesnog soka-Drip loss (%)	2,93±0,69	2,72±1,05	0,638
Kalo kuhanja-Cooking loss (%)	22,65±2,36	21,09±1,55	0,099
Tekstura –Texture (N)	40,33±9,15	39,09±7,99	0,750

EkspONENTI <sup>a,b</sup> označavaju razliku između skupina na razini značajnosti P<0,05

postmortalni metabolizam mišića, koji rezultira glikolizom i padom pH vrijednosti mesa, određuje varijabilnost svojstava svježeg mesa. Pod normalnim uvjetima u mišićnom tkivu nakon klanja, što podrazumijeva dostatne zalihe glikogena i pravilno funkcioniranje sarkoplazmatskog retikuluma u regulaciji protoka kalcijevih iona u citoplazmi stanice, pH pada polagano do krajnje pH vrijednosti. Međutim, ukoliko iz bilo kojeg razloga dođe do narušavanja aktivnosti sarkoplazmatskog retikuluma te se umanjuje protočnost kalcijevih iona, glikoliza se brže odvija i pH ubrzano pada, što dovodi do pojave PSE mesa (pale=blijedo, soft=mekano i exudative= vodnjikavo meso). U slučaju da je perad prije klanja izložen stresu, u mišićima dolazi do smanjenja rezerve glikogena i pH vrijednost se zadrži iznad 6,4. Takvo stanje dovodi do pojave DFD mesa (dark=tamno, firm=čvrsto, dry=suho). Početna pH vrijednost u prsnom mišićnom tkivu kreće se u rasponu od 5,5 do 6,79 (Ristić i Klaus, 2010.). Konačna pH vrijednost u mišićnom tkivu pilećih prsa kreće se od 5,6 do 5,9 (Kralik i sur., 2008.). Medić i sur. (2009.) navode da je kod pilećeg mesa za pojavu PSE karakteristična niska konačna vrijednost pH (<5,6). Uspoređujući naše vrijednosti pH<sub>2</sub> s onima koje navode Medić i sur. (2009.) niti jedna skupina nema PSE meso. Perić i sur. (2009.) ističu da razina selena u smjesama za piliće nema utjecaja na pH<sub>2</sub> vrijednost u mesu. Boja mesa važno je obilježje kvalitete mesa i često se koristi kao kriterij za kategorizaciju mesa u razrede DFD, normalno i PSE. Qiao i sur. (2001.) razvrstali su pileća prsa prema boji na tri skupine: „svjetlije

od normalnog (L\* > 53)“, „normalno (48 < L\* < 53)“ i „tamnije od normalnog (L\* < 46)“. Usporedbom L\* vrijednosti mesa u našem istraživanju s vrijednostima koje navode spomenuti autori, ispitivane skupine pilića imaju meso „svjetlije od normalnog“. Nešto blaži kriterij za boju mišićnog tkiva navode Bianchi i sur. (2005.). Prema navedenim autorima, L\* ≥ 58,9 je meso svjetlije od normalnog, dok je normalno meso ono čija je boja L\* < 58,9, odnosno L\* ≥ 50,9. Uspoređujući dobivene vrijednosti za L\* iz našeg istraživanja s vrijednostima Bianchi i sur. (2005.), meso prsa ispitivanih skupina ima normalnu kvalitetu. Wang i sur. (2009.) navode da razina selena u hrani nema utjecaja na L\* vrijednosti boje mesa (P > 0,05), što je u skladu s našim rezultatima. Dodavanje organskog selena u hranu za piliće pokazalo se kao dobro rješenje, jer se selen iz hrane veže na aminokiselinu metionin te se formira selenometion. Selenometion se direktno deponira u mišićno tkivo i poboljšava integritet stanica, čime se smanjuje otpuštanje vode (Surai, 2006.). Upton i sur. (2008.) ističu da, iako razlike nisu statistički značajne, vrijednosti otpuštanja mesnog soka kod pokusne skupine pilića (dodano 0,2 mg Se/kg smjese) su manje u usporedbi s kontrolnom skupinom pilića (bez dodatka selena u smjese). Njihovi rezultati sukladni su našima. Da razina organskog selena u hrani za piliće utječe na smanjenje gubitka mesnog soka utvrdilo je više autora (Džinić i sur., 2006.; Perić i sur., 2009.; Wang i sur., 2009.). Pozitivan utjecaj organskog selena u hrani za perad na smanjenje gubitka vode kuhanjem u mišićima prsa ističu Mikulski i sur. (2009.). Autori

**Tablica 8. Sadržaj ukupnih masnih kiselina u mastima mišićnog tkiva prsa (% od ukupnih masnih kiselina)**

**Table 8. Total fatty acids content in breast muscle tissue lipids (% of total fatty acids)**

Masne kiseline Fatty acids	Skupine/Groups		P vrijednost P value
	K ( $\bar{x} \pm s$ )	P ( $\bar{x} \pm s$ )	
Σ SFA	31,08±0,55	31,09±2,24	0,986
Σ MUFA	31,83±1,30 <sup>a</sup>	26,15±1,23 <sup>b</sup>	<0,05
Σ n-6 PUFA	25,00±0,85 <sup>b</sup>	28,13±1,66 <sup>a</sup>	<0,05
Σ n-3 PUFA	10,76±0,96 <sup>b</sup>	12,78±1,16 <sup>a</sup>	<0,05
Σ PUFA	35,77±1,78 <sup>b</sup>	40,19±2,78 <sup>a</sup>	<0,05
Σ SFA/ Σ MUFA	0,977±0,02 <sup>b</sup>	1,189±0,07 <sup>a</sup>	<0,05
Σ SFA/ Σ PUFA	0,871±0,05 <sup>a</sup>	0,766±0,11 <sup>b</sup>	<0,05
Σ n-6 PUFA / Σ n-3 PUFA	2,33±0,13	2,20±0,09	0,068

Eksponenti <sup>a,b</sup> označavaju razliku između skupina na razini značajnosti  $P < 0,05$ ; SFA-saturated fatty acids (zasićene masne kiseline), MUFA-monounsaturated fatty acids (mononezasićene masne kiseline); PUFA-poliunsaturated fatty acids (polinezasićene masne kiseline).

navode da se kalo kuhanja u prsnom mišićnom tkivu pura smanjuje s 14,38% (kontrolna skupina bez selena u hrani) na 13,63% (skupina s 0,3 mg Se/kg hrane), no razlika nije statistički značajna ( $P > 0,05$ ). Trend smanjivanja vrijednosti kala kuhanja utvrđen je i u našem istraživanju. Woelfel i sur. (2002.) navode granične vrijednosti za „normalno“ pileće meso prsa L\*52,15, pH 6,07, gubitak mesnog soka 3,32%, kalo kuhanja 21,02%, dok za PSE meso L\*59,81, pH 5,76, gubitak mesnog soka 4,38 i kalo kuhanja 26,39%. Prema navedenim vrijednostima L\* i pH<sub>2</sub>, pileće meso iz našeg pokusa kod obje skupine bilo bi kvalificirano kao PSE meso, međutim prema vrijednostima otpuštanja mesnog soka i kala kuhanja meso bi pripadalo u skupinu „normalno“.

Na tablici 8 prikazan je sadržaj ukupnih masnih kiselina u mastima mišićnog tkiva prsa. Iz tablice je vidljivo da tretman nema značajnog utjecaja na udio ukupnih zasićenih masnih kiselina (SFA; K=31,08% i P=31,08%). Statistički značajan utjecaj tretmana P zabilježen je kod ukupnog sadržaja mononezasićenih masnih kiselina (MUFA) u mastima mišićnog tkiva prsa. Tako značajno manje ukupnih MUFA ima skupina P u odnosu na skupinu K (28,13% : 31,83%).

Dodatak selena u hranu za piliće utjecao je na povećanje udjela ukupnih n-6 polinezasićenih masnih kiselina (n-6 PUFA), n-3 polinezasićenih masnih kiselina (n-3 PUFA) i ukupnih polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) u mastima mišićnog tkiva prsa

skupine P u usporedbi sa skupinom K ( $P < 0,05$ ). Značajno veći omjer  $\Sigma$  SFA/ $\Sigma$  MUFA bio je kod skupine P u odnosu na skupinu K. Statistički značajno manji omjer  $\Sigma$  SFA/ $\Sigma$  PUFA utvrđen je kod skupine P u odnosu na skupinu K. Povoljniji omjer  $\Sigma$  n-6 PUFA /  $\Sigma$  n-3 PUFA zabilježen je kod tretmana P u odnosu na tretman K ( $P > 0,05$ ). Kralik i sur. (2012.) navode da povećanje sadržaja selena u hrani utječe na profil masnih kiselina u prsnom mišićnom tkivu, odnosno uzrokuje povećanje udjela  $\alpha$ LNA, EPA, DPA, DHA i ukupnih n-3 PUFA te smanjuje udjele ukupnih SFA i MUFA. Haug i sur. (2007.) navode značajan utjecaj sadržaja selena u hrani za piliće na sadržaj EPA, DPA i DHA u mišićima zabataka, odnosno da se s povećanjem sadržaja selena u hrani povećava sadržaj navedenih masnih kiselina ( $P < 0,05$ ). Navedenu činjenicu autori tumače tako da veći sadržaj selena u hrani utječe na aktivnost  $\Delta^6$ -,  $\Delta^5$ - i  $\Delta^4$ - desaturaze i elongaze, koje kataliziraju elongaciju i desaturaciju masnih kiselina kraćeg lanca u masne kiseline dužeg lanca, ili taj unos dovodi do smanjenja brzine degradacije dugolančanih masnih kiselina u procesima peroksidacije. Rezultati našeg istraživanja sukladni su rezultatima gore navedenih autora.

## ZAKLJUČAK

Uzimajući u obzir podatke dobivene analizom klaoničkih svojstava trupa i tehnoloških svojstava mišićnog tkiva prsa tovnih pilića hibrida Ross 308,



može se zaključiti da je hranidbeni tretman K imao utjecaja na povećanje udjela leđa u trupu u odnosu na tretman P. Značajan utjecaj tretmana P zabilježen je kod udjela mišićnog tkiva bataka sa zabatakom u trupu, te kod udjela mišićnog tkiva u baticima sa zabaticima ( $P < 0,05$ ). Dodatak selena u smjese za piliće povećao je vrijednost  $pH_1$  u prsnom mišićnom tkivu ( $P < 0,05$ ). Utvrđen je statistički značajan utjecaj dodatka selena u smjesu za piliće na povećanje udjela ukupnih n-6 i n3 PUFA. Dodatak selena u smjesu za piliće značajno je smanjio udio ukupnih MUFA u mastima mišićnog tkiva prsa. Statistički značajno veći omjer  $\Sigma$  SFA/  $\Sigma$  MUFA zabilježen je kod skupine P u odnosu na skupinu K. Omjer  $\Sigma$  SFA/  $\Sigma$  PUFA bio je veći kod skupine K u odnosu na skupinu P ( $P < 0,05$ ).

#### NAPOMENA

Istraživanja nepходna za ovaj rad dio su projekta „Specifičnosti rasta svinja i peradi i kakvoća proizvoda“ (079-0790566-0567), kojeg financira MZOŠ RH.

#### LITERATURA

1. Bianchi, M., Fletcher, D. L., Smith, D. P. (2005): Physical and functional properties of whole and ground pale broiler breast meat. *Poultry Science*, 84: 803–808.
2. Commission Internationale de l'Eclairage (1976): [www.cie.co.at/Publications/Standards](http://www.cie.co.at/Publications/Standards)
3. Csapó, J., Sugár, L., Horn, A., Csapó, Jne. (1986): Chemical composition of milk from red deer, roe and fallow deer kept in captivity. *Acta Agronomica Hungarica*, 3-4: 359-372.
4. Cvrtila, Ž., Kozačinski, L., Hadžiosmanović, M., Milinović-Tur, S., Filipović, I. (2005): Značenje selena u mesu peradi. *Stočarstvo*, 59(4): 281.-287.
5. Džinić, N., Tomović, V., Petrović, Lj., Perić, L. (2006): Uticaj dodatka selena različitog porekla u hranu za piliće na kvalitet m. Pectoralis. *Tehnologija mesa*, 47(5-6): 199.-203.
6. Haug, A., Eich-Greatorex, S., Bernhoft, A., Wold, J.P., Hetland, H., Christophersen, O.A., Sogn, T. (2007): Effect of dietary selenium and omega-3 fatty acids on muscle composition and quality in broilers. *Lipids in Health and Disease*, 6: 29-37.
7. Honikel, K.O. (1998): Reference Methods for the Assessment of Physical Characteristics of Meat. *Meat Science*, 49:447-457.
8. Jokić, Ž., Joksimović-Todorović, M., Davidović, V. (2005): Organski selen u ishrani pilića u tovu. *Biotehnologija u stočarstvu*, 21: 79-89.
9. Klapac, T., Mandić, M.L., Grgić, J., Primorac, L., Perl, A., Krstanović, V. (2004): Selenium in selected foods grown or purchased in eastern Croatia. *Food Chemistry*, 85: 445–452.
10. Kralik, G., Has-Schön E., Kralik D., Šperanda M. (2008): Peradarstvo biološki i zootehnički principi. Sveučilište J.J. Strossmayer Osijek, Sveučilište u Mostaru.
11. Kralik, Z., Kralik, G., Grčević M., Suchý, P., Straková, E. (2012): Effects of increased content of organic selenium in feed on the selenium content and fatty acid profile in broiler breast muscle. *Acta Veterinaria Brno*, 81(1): 31-35.
12. Liu, Y., Lyon, B.G., Windham, W.R., Lyon, C.E., Savage, E.M. (2004): Principal component analysis of physical, color, and sensory characteristics of chicken breasts deboned at two, four, six, and twenty-four hours postmortem. *Poultry Science*, 83: 101–108.
13. Marković, R., Baltić, Ž., Petrujković, B., Radulović, S., Krstić, M., Šefer, D., Šperanda, M. (2010): Primjena organskog oblika selena u hranidbi brojlera. *Krmiva* 51(5): 287.-295.
14. Medić, H., S., Vidaček, K., Sedlar, V., Šatovic, T., Petrak (2009.): Utjecaj vrste i spola peradi te tehnološkog procesa hlađenja na kvalitetu mesa. *Meso*, 11(4): 223.-231.
15. Mikulski, D., Jankowski, J., Zduńczyk, Z., Wróblewska, M., Sartowska, K., Majewska, T. (2009): The effect of selenium source on performance, carcass traits, oxidative status of the organism, and meat quality of turkeys. *Journal of Animal Feed Science*, 18: 518–530.
16. Oldfield, J.E. (1999): Selenium World Atlas. Selenium-Tellurium Dev. Assoc., Grimbergen, Belgium.
17. Payne, R.L., Southern, L.L. (2005): Comparison of inorganic and organic selenium sources for broilers. *Poultry Science*, 84: 898-902.
18. Perić, L., Milošević, N., Žikić, D., Kanački, Z., Džinić, N., Nollet, L., Spring, P. (2009): Effect of selenium sources on performance and meat characteristics of broiler chickens. *The Journal of Applied Poultry Research*, 18: 403–409.
19. Popijač, V., Prpić-Majić, D. (2002.): Koncentracije selena u tlu i pšenici u okolici Koprivnice. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*, 53 (2): 125-133.
20. Qiao, M., Fletcher, D. L., Smith, D.P., Northcutt, J.K. (2001): The Effect of Broiler Breast Meat Color on pH, Moisture, Water-Holding Capacity, and Emulsification Capacity. *Poultry Science*, 80: 676-680.

21. Reilly, C. (1998): Selenium: A new entrant into functional food arena. *Trends in Food Science and Technology*, 9: 114-118.
22. Ristić, M., Klaus, D. (2010): The meaning of pH-value for the meat quality of broilers – Influence of breed lines. *Thnologija mesa*, 51 (2): 115-119.
23. Ševčíkova, S., Skřivan, M., Dlouha, G., Koucky, M. (2006): The effect of selenium source on the performance and meat quality of broiler chickens. *Czech Journal of Animal Science*, 51: 449–457.
24. Statistički ljetopis RH (2011): [http://www.dzs.hr/Hrv/publication/stat\\_year.htm](http://www.dzs.hr/Hrv/publication/stat_year.htm)
25. StatSoft, Inc. (2006.). STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
26. Surai, P.F. (2006): Selenium in Nutrition and Health. Nottingham University Press, Nottingham, UK.
27. Upton, J.R. Edens F.W., Ferket P.R (2008): Selenium Yeast Effect on Broiler Performance. *International Journal of Poultry Science*, 7 (8): 798-805.
28. Uredba komisije Europske zajednice br. 543(2008)
29. Wang, Z.G., Pan, X.J., Peng Z.Q., Zhao, R.Q., Zhou, G.H. (2009): Methionine and selenium yeast supplementation of the maternal diets affects color, water-holding capacity, and oxidative stability of their male offspring meat at the early stage. *Poultry Science*, 88: 1096–1101.
30. Woelfel, R. L., Owens C. M., Hirschler E. M., Martinez-Dawson R., Sams A. R. (2002): The Characterization and Incidence of Pale, Soft, and Exudative Broiler Meat in a Commercial Processing Plant. *Poultry Science*, 81:579-584.

## SUMMARY

The aim of the research was to determine the influence of organic selenium (Sel-Plex®) and linseed oil added to broilers feed on carcass slaughtering traits and technological properties of chicken meat. The research was conducted on 40 male chickens of Ross 308 hybrid. Chickens were fattened for 42 days. During the first three weeks of fattening all chickens consumed starter mixture containing 23.5% of crude protein and 13.90 MJ/kg ME. After 21 day chickens were divided into two groups. The mixture for the control group of chickens contained 6% linseed oil without selenium, while the mixture in experimental group contained 6% linseed oil with addition of 0.3 mg Se/kg (treatments K and P). Slaughtering traits presented in paper include results of live weight and carcass weight, yield, shares of main parts in the carcass, shares of tissues in the chest, shares of tissues in drumsticks with thighs, shares of breast tissue in carcass and shares of drumsticks with thighs tissue in carcass. The technological properties of breast muscle include values of pH1 and pH2, color, drip loss, cooking loss and texture. Furthermore, the sum of saturated (SFA), monounsaturated (MUFA) and polyunsaturated (n-6 PUFA and n-3 PUFA) fatty acids in the lipids of breast muscle is shown. Treatments did not influence the results of the live weight, carcass weight, yield, shares of thighs with drumsticks, breasts, wings and the share of abdominal fat in carcass ( $P > 0.05$ ). Chickens from K group had significantly higher share of back in the carcass in regard to chickens from P group (24.48% and 22.82%, respectively,  $P < 0.05$ ). The effect of treatment P on the share of muscle tissue of drumsticks with thighs in carcass (K = 19.66% and P = 20.56%) as well as on the share of muscle tissue in drumsticks with thighs (K = 65.88% and P = 67.51%,  $P < 0.05$ ) were determined. Treatments had statistically significant influence on pH1 values of breast muscles ( $P < 0.05$ ). No significant differences for other technological traits of meat quality between examined treatments were determined ( $P > 0.05$ ). Treatments had no effect on the  $\Sigma$ SFA in breast meat. However, treatment P, in relation to treatment K, significantly affected ( $P < 0,05$ ) the increase in share of total n-6 PUFA from 25.00% to 28.13%, n-3 PUFA from 10.76% to 12.78%, while the share of  $\Sigma$ MUFA in lipids of breast muscle decreased from 31.83% (treatment K) to 26.15% (treatment P). Significantly lower ( $P < 0.05$ )  $\Sigma$ SFA/ $\Sigma$ PUFA ratio was determined for group K compared to group P (0.871: 0.766), and  $\Sigma$ SFA/ $\Sigma$ MUFA ratio was significantly higher in group P compared to group K (1.189: 0.977). The n-6 PUFA/n-3 PUFA ratio was similar in both treatment groups ( $P > 0.05$ ).

Key words: organic selenium, fatty acids, chickens, meat quality