

UTJECAJ RAZLIČITIH ULJA U HRANI ZA NESILICE NA KAKVOĆU JAJA I SADRŽAJ MASNIH KISELINA U ŽUMANJKU JAJETA

EFFECT OF DIFFERENT OILS SUPPLEMENTED TO LAYING HENS' DIETS ON THE QUALITY OF EGGS AND THE FATTY ACIDS CONTENT IN EGG YOLK

Gordana Kralik, Z. Škrtić, Zlata Gajčević i Danica Hanžek

Izvorni znanstveni članak
Primitljeno: 17. travanj 2007.

SAŽETAK

Istraživanje je provedeno na 90 nesilica hibrida Hy-Line u dobi od 32 tjedana. Nesilice su podijeljene u tri skupine, hranjene komercijalnom smjesom za nesilice sa 17% sirovih bjelančevina i 11,60 MJ/kg ME. Istraživanje je trajalo 28 dana. Kontrolna skupina nesilica (K) u smjesi je dobivala 5% sojinog ulja, a pokusne skupine (P₁ i P₂) hranjene su sa smjesama koje su sadržavale kombinaciju ribljeg i repičinog ulja u različitim udjelima. Smjesa skupine P₁ sadržala je 3,5% ribljeg ulja i 1,5% repičinog ulja, dok je P₂ skupina u smjesi dobivala 1,5% ribljeg ulja i 3,5% repičinog ulja. Tijekom istraživanja, kod nesilica kontrolirana su proizvodna obilježja: masa na početku i kraju istraživanja (g), konzumacija hrane (g), i intenzitet nesivosti (%). Na kraju razdoblja istražena je kakvoća jaja (n=17 po skupini) 28. dana pokusa (svježe jaje), te 14. dana nakon pohrane jaja na 4 °C i to: masa jaja, masa bjelanjka i žumanjka, masa i debljina ljuske, čvrstoća ljuske, indeks oblika, visina bjelanjka, pH bjelanjka, boja žumanjka i HU (Haugh units). Na uzorku od šest žumanjaka po skupini određeni su produkti peroksidacije lipida (TBARS) izraženi u mM x g⁻¹ uzorka. Za određivanje kakvoće jaja korišteni su uređaji: Eggshell Force Gauge Model-II, Egg Multi-Tester EMT-5200, elektronski mikrometar, vaga PB 1502-S, pH metar MP120 i spektrofotometar UV/VIS JENWAY 6305. Sadržaj masnih kiselina u lipidima žumanjka određen je na 5 uzoraka iz svake skupine pomoću Chrompack CP-9000 kromatografa s plameno ionizacijskim detektorom. Udio eikozapentaenske kiseline (EPA, C20:5n-3), dokozaheksaenske (DHA, C22:6n-3), α-linolenske (LNA, C18:3n-3), PUFA n-3, PUFA n-6 te omjer PUFA n-6 i PUFA n-3, prikazan je u postotku u odnosu na ukupan sadržaj masnih kiselina u mastima žumanjka. Razlike između skupina utvrđene su pomoću t-testa. Za analizu podataka korišten je program Statistica 7.1 (StatSoft, Inc. 1984-2005). Utvrđene su statistički vrlo visoko značajne razlike (P<0,001) između završne mase nesilica K i P₁ skupine odnosno K i P₂ skupine.

Prof. dr. sc. dr. h. c. Gordana Kralik, doc. dr. sc. Zoran Škrtić, Zlata Gajčević, dipl. inž. i Danica Hanžek, dipl. inž. – Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Zavod za peradarstvo, svinjogojstvo i biometriku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Trg sv. Trojstva 3, 31000 Osijek; e-mail: gkralik@pfos.hr

Između završne mase nesilica skupina P_1 i P_2 nisu utvrđene statistički značajne razlike ($P > 0,05$). U oba razdoblja ispitivanja kakvoće jaja (svježe jaje i 14 dana čuvano jaje) nisu utvrđene statistički značajne razlike ($P > 0,05$) u masi jaja, boji žumanjka, visini bjelanjka, indeksu oblika, HU i udjelima bjelanjka, žumanjka i ljuske. Statistički značajne razlike ($P < 0,05$) u oba ispitivana razdoblja utvrđene su kod čvrstoće i debljine ljuske i vrijednostima pH bjelanjka. Vrijednosti lipidne peroksidacije mjerene u žumanjcima jaja prvog odnosno 14. dana čuvanja jaja na 4°C statistički su vrlo visoko značajne ($P < 0,001$). Veći sadržaj ($P < 0,05$) EPA, DHA, LNA odnosno PUFA n-3 kiselina zabilježen je u mastima žumanjaka P_1 skupine u odnosu na kontrolnu i P_2 skupinu. Sadržaj PUFA n-6 bio je znatno veći ($P < 0,05$) u žumanjcima kontrolne skupine u odnosu na skupine P_1 i P_2 . Povoljniji omjer PUFA n-6/n-3 utvrđen je u mastima žumanjaka P_1 skupine u odnosu na kontrolnu i P_2 skupinu ($P < 0,05$).

Ključne riječi: nesilice, sojino, repičino i riblje ulje, kakvoća jaja

UVOD

Jaja su izvrstan izvor bjelančevina, masti visoke kakvoće, kao što su fosfolipidi i nezasićene masne kiseline (PUFA), te vitamina i minerala (Seuss-Baum, 2005). Hranidbom je gotovo nemoguće utjecati na promjene u sadržaju ukupnih bjelančevina i aminokiselina u jajetu, međutim korištenjem različitih krmiva u hrani za nesilice prilično je lako manipulirati sa sadržajem lipida, masnih kiselina (Meluzzi i sur., 2000., Kralik i sur., 2005), vitamina topivih u mastima (Flachowsky i sur., 2000) i mineralima (Surai, 2002). U Republici Hrvatskoj unazad 5 godina proizvodnja jaja je u porastu, te je u 2005. godini proizvodnja iznosila 825 milijuna jaja. Zabilježene varijacije u potrošnji jaja tijekom petogodišnjeg razdoblja (od 2000. do 2005.) mogu se protumačiti pojavom avian influence diljem svijeta, ali i strahom potrošača od negativnog utjecaja kolesterola i visokog sadržaja masti iz žumanjka na ljudsko zdravlje (Maluzzi i sur., 1995). Radi ograničenog uspjeha reduciranja kolesterola u žumanjku, glavni napor usredotočeni su na mijenjanje sastava masnih kiselina u žumanjku (Hargis, 1998). Zbog tipičnog zapadnjačkog načina prehrane s omjerom PUFA n-6/n3 masnih kiselina od 25:1, postoje potrebe za "dizajniranjem" namirnica animalnog porijekla bogatih n-3 masnim kiselinama. Razlog tome je što polinezasićene masne kiseline (PUFA n-3) imaju značajan i povoljan utjecaj na smanjenje plazmatskih triacilglicerola, krvnog tlaka, zgrušavanje krvi, trombozu i imunitet (Calvani i Benatti, 2003). Povoljan utjecaj na zdravlje ljudi oči-

tuje se konzumiranjem već 0,5 g/dan omega-3 masnih kiselina ističu Barow i Pike (1991) i Simopoulos (2000). Mnogobrojni su napor znanstvenika diljem svijeta kako bi se proizvele namirnice animalnog podrijetla s omjerom PUFA n-6/n-3 što bliže 1:1 i poželjnog profila PUFA n-3. Mijenjanje omjera omega n-6 : omega n-3 PUFA u proizvodnji jaja postiže se uglavnom dodavanjem lanenog i repičinog ulja u obroke za nesilice (Jiang i sur., 1991., Ceylan i sur., 2004., Mirghelenj i sur., 2004a), a rjeđe s krmivima životinjskog podrijetla (Simopoulos, 2000., Cherian i sur., 2002). Prilikom manipulacije sa sadržajem masnih kiselina u hrani treba voditi računa o udjelu ulja ili masti koja se dodaje hrani za nesilice kako se ne bi negativno utjecalo na proizvodnju i kakvoću jaja (Goencueoglu i Erguen, 2004).

Cilj ovog rada bio je utvrditi učinak sojinog te repičinog i ribljeg ulja u hrani za nesilice na kakvoću i očuvanje svježine jaja kao i na sadržaj masnih kiselina u žumanjku jajeta.

MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno na 90 nesilica Hy-Line hibrida u dobi od 32 tjedna podijeljenih u tri skupine. Nesilice su smještene u odjeljke od po 5 kokoši. Na početku i na kraju pokusa izmjerena je masa nesilica vagom Mettler Toledo VIPER SW 15. Nesilice su hranjene gotovom krmnom smjesom sa 17% bjelančevina i 11,60 MJ/kg ME (tablica 1).

Tablica 1. Sastav smjese za hranidbu nesilica

Table 1. Composition of hens' diets

Sastojci, % Ingredients, %	Kontrolna skupina Control group (K)	Pokusna skupina Experimental group (P ₁)	Pokusna skupina Experimental group (P ₂)
Kukuruz – Maize	47,66	47,66	47,66
Sojina sačma – Soybean cake	20,02	20,02	20,02
Tostirana soja – Toasted soybean	4	4	4
Suncokretova pogača – Sunflower cake	6,65	6,65	6,65
Lucerka – Alfalfa	3	3	3
Vapnenac – Limestone	11,23	11,23	11,23
MKF – Monocalcium phosphate	1,45	1,45	1,45
Stočna sol – Animal salt	0,36	0,36	0,36
Sintetički metionin – Synthesized methionine	0,13	0,13	0,13
Sojino ulje – Soybean oil	5	-	-
Repičino ulje – Rapeseed oil	-	1,5	3,5
Riblje ulje – Fish oil	-	3,5	1,5
Premix PN-K-B-PIG-F	0,5	0,5	0,5
Ukupno – Total	100	100	100
Kalkulativna vrijednost smjese – Calculated value of diets			
Sirovih bjelančevina – Crude protein, %		17,00	
Sirova mast – Crude fat, %		8,06	
Sirova vlaknina – Crude fibers %		4,73	
Pepeo – Ash, %		14,57	
Lizin – Lysine %		0,83	
Metionin – Methionine, %		0,42	
Met.+cist. – Meth. + cyst., %		0,69	
Triptofan – Triptophane, %		0,21	
Ca %		4,00	
P % ukupni – total		0,65	
ME (MJ/kg)		11,60	

¹ Premiks (1kg) sadrži: vitamin A 2,200.000 i.u., vitamin D₃ 400.000 i.u., vitamin E 3.000 mg/kg, vitamin K₃ 400 mg/kg, vitamin B₁ 400 mg/kg, vitamin B₂ 800 mg/kg, nikotinsku kiselinu 6.000 mg/kg, kalcijev pantotenat 1.600 mg/kg, vitamin B₆ 700 mg/kg, vitamin B₁₂ 4.000 mcg/kg, folnu kiselinu 150 mg/kg, biotin 10 mg/kg, kolin klorid 80.000 mg/kg, vitamin C 4.000 mg/kg, metionin 40.000 mg/kg, jod (I) 160 mg/kg, mangan (Mn) 13.600-18.400 mg/kg, cink (Zn) 12.000 mg/kg, kobalt (Co) 48 mg/kg, željezo 5.000 mg/kg, bakar 500 mg/kg, selen 30 mg/kg, β-apo ester karotenske kiseline 200 mg/kg, kantaksantin 600 mg/kg i biljni nosač do 1 kg.

¹ Premix (1kg) contains: vitamin A 2,200.000 i.u., vitamin D₃ 400.000 i.u., vitamin E 3.000 mg/kg, vitamin K₃ 400 mg/kg, vitamin B₁ 400 mg/kg, vitamin B₂ 800 mg/kg, nicotinic acid 6.000 mg/kg, calcium panthotenate 1.600 mg/kg, vitamin B₆ 700 mg/kg, vitamin B₁₂ 4.000 mcg/kg, folic acid 150 mg/kg, biotin 10 mg/kg, colin chloride 80.000 mg/kg, vitamin C 4.000 mg/kg, methionine 40.000 mg/kg, iodine (I) 160 mg/kg, manganese (Mn) 13.600-18.400 mg/kg, zinc (Zn) 12.000 mg/kg, cobalt (Co) 48 mg/kg, iron 5.000 mg/kg, copper 500 mg/kg, selenium 30 mg/kg, β-apo ester carotene acid 200 mg/kg, cantaxantin 600 mg/kg and a plant base up to 1 kg.

Kontrolna skupina nesilica (K) u hrani je dobivala 5% sojinog ulja, a pokusne skupine (P_1 i P_2) hranjene su s obrocima koji su sadržavali kombinaciju ribljeg i repičinog ulja u različitim udjelima (P_1 3,5% ribljeg ulja i 1,5% repičinog ulja i P_2 1,5% ribljeg ulja i 3,5% repičinog ulja). Nesilice su dobivale hranu i vodu po volji. Tijekom istraživanja, primijenjen je program dnevnog osvjetljenja od 16h, prema tehnološkim preporukama, a praćeni su tjelesna masa nesilica (g), intenzitet nesivosti (%) i konzumacija hrane (g). Na kraju pokusnog razdoblja analizirana je kakvoća jaja ($n=17$ po skupini) i to svježih jaja i 14. dana nakon pohrane jaja u hladnjaku na $+4$ °C. Analizirani su: masa jaja, masa bjelanjka i žumanjka, masa i debljina ljuske, čvrstoća ljuske, visina bjelanjka, boja žumanjka, pH bjelanjka, indeks oblika i HU (Haugh units). Na uzorku od šest žumanjaka po skupini određeni su produkti peroksidacije lipida (TBARS) u mMxg^{-1} a ostala fizikalna svojstva jaja određena su pomoću uređaja Egg Multi-Tester EMT 5200 i Eggshell Force Gauge Model II. Debljina ljuske jajeta određena je pomoću elektronskog mikrometra s točnošću od 0,001mm u ekvatorijalnoj zoni. Za određivanje stupnja peroksidacije lipida u žumanjcima jaja korišten je spektrofotometar UV/VIS JENWAY 6305. Mase osnovnih dijelova jajeta (bjelanjka, žumanjka i ljuske) izmjerene su vagom Mettler Toledo PB1502-S, s namjerom da se ustanovi postotni udio osnovnih dijelova jajeta u odnosu na cijelo jaje. Sadržaj masnih kiselina u lipidima žumanjka određen je na 5 uzoraka iz svake skupine pomoću Chrompack CP-9000 kromatografa s plamenom ionizacijskim detektorom (Csapo i sur., 1986). Udio eikozapentaenske kiseline (EPA, C20:5n-3), dokozaheksaenske (DHA, C22:6n-3), α -linolenske (LNA, 18:3n-3), PUFA n-3, PUFA n-6 te omjer PUFA n-6/PUFA n-3, prikazan je u postotku u odnosu na ukupan sadržaj masnih kiselina u mastima žumanjka. Rezultati istraživanja prikazani su izračunom aritmetičke sredine (\bar{x}), standardne devijacije (s) i koeficijenta varijacije (Cv). Razlike između skupina utvrđene su t-testom na tri razine značajnosti ($P<0,05$, $P<0,01$, $P<0,001$) koristeći programski paket Statistica 7.1 (StatSoft, Inc., 2005).

REZULTATI I RASPRAVA

Proizvodni pokazatelji prikazani su na tablici 2. Povećanje tjelesne mase nesilica u odnosu na masu izmjerenu na početku istraživanja bilo je veće u P_1 skupini (48,96 g) u odnosu na P_2 i K skupine (29,03g i 79,03g). Utvrđene su statistički visoko značajne razlike u završnoj masi ($P<0,001$) između K (1971,93g) i P_1 (2092,96g) odnosno P_2 (2073,03g) skupina. Dnevno konzumiranje hrane bilo je kod svih skupina nesilica u prosjeku 120g. Tijekom istraživanja najveći broj jaja utvrđen je u K skupini (782 jajeta), zatim u P_1 (752 jaja) dok je P_2 skupina nesilica imala najmanju proizvodnju (741 jaje). Intenzitet nesivosti bio je veći u kontrolnoj skupini (93,10%) u odnosu na skupine P_1 i P_2 (89,52% i 88,21%). Shang i sur. (2004) ističu lošiju proizvodnju (smanjena konzumacija hrane, lošiji intenzitet nesivosti i iskorištenje hrane) kod nesilica hranjenih s višim udjelima ulja u obrocima u odnosu na kontrolnu skupinu. Ceylan i sur. (2004) u istraživanju utjecaja dodatka ulja (riblje, laneno i repičino) u različitim udjelima na proizvodne rezultate nesilica iznose da izvor ulja nema značajnog utjecaja ($P>0,05$) na proizvodnju jaja, konzumaciju hrane i masu nesilica. Međutim autori navode kako povećanje udjela ulja (od 1,5% na 3,0%) u hrani za nesilice ima utjecaja ($P<0,05$) na smanjenje intenziteta nesivosti (88,38% : 85,84%). Mirghelenj i sur. (2004) također ističu kako dodatak različitih ulja u hranu za nesilice nema utjecaja na proizvodnju jaja i konverziju hrane ($P>0,05$). U istraživanju utjecaja različitih ulja na proizvodne osobine i sadržaj masnih kiselina u žumanjku jajeta Balevi i Coskun (2000) izvještavaju kako skupina nesilica koja u obroku dobiva 2,5% ribljeg ulja ima veći intenzitet nesivosti od skupina koje u obroku konzumiraju iste postotne udjele repičinog ili sojinog ulja (78,36% : 76,81% : 73,03%). Na temelju zaključaka Balevia i Coskuna (2000) i rezultata našeg istraživanja može se pretpostaviti da udjeli različitih ulja imaju utjecaj na broj jaja, odnosno na intenzitet nesivosti.

Tablica 2. Proizvodni pokazatelji bilježeni tijekom 28 dana

Table 2. Production indicators measured over 28 days

Obilježje – Trait	Statistički parametar Statistical parameter	K	P ₁	P ₂
Živa masa nesilica na početku istraživanja (g), (n=30) Laying hens' live weight at the beginning of the experiment, g (n=30)	\bar{x}	1964,90	2044,00	2044,03
	s	109,19	164,64	153,29
	Cv, %	5,56	8,05	7,50
Živa masa nesilica na kraju istraživanja (g), (n=30) Laying hens' live weight at the end of the experiment, g (n=30)	\bar{x}	1971,93 ^B	2092,96 ^A	2073,03 ^A
	s	122,17	144,00	198,08
	Cv, %	6,20	6,88	9,55
Ukupno jaja – Eggs total		782	752	741
Jaja po nesilici – Eggs per hen		26,06	25,06	24,7
Intenzitet nesivosti, % – Laying intensity, %		93,10	89,52	88,21
Konzumacija hrane (g/dan) – Food consumption (g/day)		120	120	120
Utrošak hrane (g/jajetu) – Food consumption (g/egg)		128,90	134,04	136,03

A, B (P<0,001) *(K 5% sojino ulje, P₁ 3,5% riblje ulje i 1,5% repičino ulje, P₂ 1,5% riblje ulje i 3,5% repičino ulje) – K 5% soybean oil, P₁ 3.5% fish oil and 1.5% rapeseed oil, P₂ 1.5% fish oil and 3.5% rapeseed oil)

Na tablici 3. prikazani su pokazatelji kakvoće jaja pokusnih skupina K, P₁ i P₂ utvrđeni na svježim i jajima čuvanim 14 dana na 4 °C. Najveću masu svježih jaja imala je P₂ (64,27 g) u odnosu na skupine P₁ i K (64,04 g i 63,63 g). Nakon četrnaesto dnevnog čuvanja jaja najveću masu imala su također jaja P₂ skupine (64,59 g), zatim jaja P₁ skupine (64,46 g) dok je K skupina nesilica imala jaja najmanje mase (63,94 g). Razlike u masi svježih i 14 dana čuvanih jaja nisu bile statistički značajne (P>0,05). Boja žumanjka svježih jaja bila je podjednaka u sve tri skupine (K 13,35, P₁ 13,24 i P₂ 13,24). Najintenzivniju boju žumanjka nakon čuvanja jaja 14 dana imala je P₂ (13,00) skupina u odnosu na skupine P₁ i K (12,76 i 12,94). Razlike u boji žumanjka između ispitivanih skupina na svježim odnosno 14 dana čuvanim jajima nisu bile statistički značajne (P>0,05). Najviši bjelanjak u svježih jaja imala je K skupina, isto kao i kod 14 dana čuvanih jaja. Razlike u visini bjelanjka između ispitivanih skupina u oba ispitivana razdoblja nisu bile statistički značajne (P>0,05). Kod svježih jaja statistički značajno (P<0,05) čvršću ljusku imala je P₁ skupina nesilica (3,49 kg/cm²), u odnosu na P₂ (3,23 kg/cm²) i K (2,84 kg/cm²) skupinu. Čvrstoća ljuske značajno se razlikovala (P<0,05) i između P₁ i K skupine.

Nakon 14 dana čuvanja jaja na 4 °C statistički značajno (P<0,05) čvršću ljusku imala su jaja P₂ i P₁ skupina u odnosu na K skupinu (3,41 kg/cm² : 3,28 kg/cm² : 2,93 kg/cm²). Svježa jaja K skupine imala su statistički značajno (P<0,05) tanju ljusku u odnosu na skupine nesilica P₁ i P₂ (0,374 mm, 0,390 mm i 0,392 mm). Debljina ljuske nije bila statistički značajna (P>0,05) između P₁ i P₂ skupine. Nakon 14 dana čuvanja jaja na 4 °C statistički značajno deblju ljusku (P<0,05) imala su jaja skupina P₂ i P₁ u odnosu na K skupinu (0,393 mm, 0,384 mm i 0,367 mm). Utvrđene su statistički značajno (P<0,05) veće razlike u vrijednosti pH svježeg bjelanjka kod P₁ i K skupine u odnosu na P₂ skupinu. Najmanje promjene u vrijednostima pH bjelanjka u razdoblju od 14 dana čuvanja zabilježene su u K skupini. Statistički značajno veće vrijednosti pH 14 dana čuvanih bjelanjaka imala je P₂ skupina u odnosu na K i P₁ skupinu (P<0,05). Vrijednosti HU svježih jaja bile su najveće kod K skupine, zatim kod P₂ a najmanje u P₁ skupini (77,38 HU, 75,73 HU i 72,36 HU). Međutim, nakon četrnaestodnevnog razdoblja čuvanja jaja, najveći pad HU zabilježen je upravo kod K skupine (6,92 HU) u odnosu na skupine P₁ i P₂ (1,97 HU i 5,55 HU). Razlike u rezultatima indeksa oblika i HU u oba termina mjerenja nisu bile

Tablica 3. Pokazatelji kakvoće jaja skupina K, P₁ i P₂
Table 3. Egg quality indicators of K, P₁ and P₂ groups

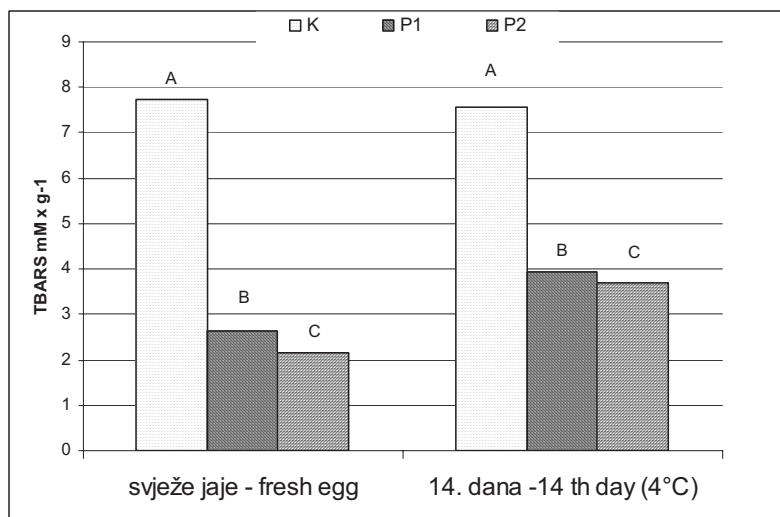
Pokazatelj Indicator	Statistički parametar Statistical parameters	Svježa jaja - Fresh eggs (n=51)			Jaja čuvana 14 dana na 4 °C (n=51) Eggs after 14 days of storing at 4 °C (n=51)		
		K n=17	P ₁ n=17	P ₂ n=17	K n=17	P ₁ n=17	P ₂ n=17
Masa jaja, g Egg weight, g	\bar{x}	63,63	64,04	64,27	63,94	64,46	64,59
	S	3,35	4,14	2,06	3,08	2,68	2,41
Boja žumanjka Yolk color	\bar{x}	13,35	13,24	13,24	12,94	12,76	13,00
	S	0,61	0,44	0,44	0,43	0,66	0,35
Visina bjelanjka, mm Albumen height, mm	\bar{x}	6,11	5,60	5,98	5,71	5,16	5,41
	S	1,85	0,94	1,51	1,52	0,89	1,33
Čvrstoća ljuske, kg/cm ² Shell firmness, kg/cm ²	\bar{x}	2,84 ^c	3,49 ^a	3,23 ^b	2,93 ^b	3,28 ^a	3,41 ^a
	S	0,44	0,53	0,49	0,50	0,49	0,50
Debljina ljuske, mm Shell thickness, mm	\bar{x}	0,374 ^b	0,390 ^a	0,392 ^a	0,367 ^b	0,384 ^a	0,393 ^a
	S	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
pH bjelanjka pH of albumen	\bar{x}	8,82 ^a	8,85 ^a	8,77 ^b	8,93 ^c	8,98 ^b	9,01 ^a
	S	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,03
Indeks oblika Shape index	\bar{x}	77,38	77,12	75,85	75,79	76,82	76,19
	S	2,83	2,53	2,99	2,62	2,92	2,48
HU	\bar{x}	77,64	72,36	75,73	70,72	70,39	70,18
	S	16,73	12,44	9,75	10,57	10,83	8,87
Masa bjelanjka, g Albumen weight, g	\bar{x}	39,47	40,37	40,23	40,07	39,76	39,94
	S	2,98	3,12	2,25	2,85	2,63	2,27
Udio bjelanjka, % Albumen, %	\bar{x}	61,97	63,01	62,55	62,61	61,63	61,88
	S	2,22	1,78	2,05	1,75	2,19	2,11
Masa žumanjka, g Yolk weight, g	\bar{x}	17,07	16,94	16,68	16,75	17,51	17,43
	S	1,20	1,82	1,03	0,85	1,13	1,41
Udio žumanjka, % Yolk, %	\bar{x}	26,86	26,51	25,98	26,24	27,19	26,99
	S	1,87	3,04	1,82	1,36	1,98	2,06
Masa ljuske, g Shell weight, g	\bar{x}	7,08	7,12	7,36	7,10	7,19	7,22
	S	0,41	0,35	0,32	0,31	0,65	0,41
Udio ljuske, % Shell, %	\bar{x}	11,15	11,15	11,46	11,14	11,16	11,19
	S	0,67	0,74	0,57	0,84	0,99	0,66

a, b, c P<0,05 *(K 5% sojino ulje, P₁ 3,5% riblje ulje i 1,5% repičino ulje, P₂ 1,5% riblje ulje i 3,5% repičino ulje – K 5% soybean oil, P₁ 3.5% fish oil and 1.5% rapeseed oil, P₂ 1.5% fish oil and 3.5% rapeseed oil)

statistički značajne ($P>0,05$). U udjelima bjelanjka, žumanjka i ljuske nije bilo statistički značajnih razlika između skupina svježih ili čuvanih jaja ($P>0,05$). Shang i sur. (2004) ističu lošiju kakvoću jaja (manja težina jaja i njegovih osnovnih dijelova) kod nesilica hranjenih s višim udjelima konjugirane linolne kiseline (CLA) u smjesi u odnosu na kontrolnu skupinu bez CLA u smjesi. Ceylan i sur. (2004) iznose kako izvori ulja (repičino, riblje, suncokretovo ili laneno) nemaju značajan utjecaj na masu jaja ($P>0,05$). Iznosena činjenica sukladna je našim rezultatima. Međutim navedeni autori navode kako povećanje udjela ulja (repičino, riblje, suncokretovo ili laneno) sa 1,5% na 3,0% u hrani za nesilice ima utjecaja ($P<0,05$) na boju žumanjka, koja je slabijeg intenziteta kod skupina nesilica koje su u hrani dobivale veći udio ulja (7,867 : 7,771). Premda razlike nisu statistički značajne ($P>0,05$), zabilježen je i manji udio ljuske u jajetu (9,08% : 9,18%) i manji udio žumanjka u jajetu (24,86% : 24,91%) kod skupina s većim udjelom ulja u smjesama. Balevi i Coskun (2000) navode kako su najsitnija jaja izmjerena kod skupine koja je u smjesi dobivala 2,5% repičinog ulja u odnosu na jaja skupina koje su dobivale riblje ili sojino ulje (55,70 g : 56,38 g : 57,77 g). Premda su mase jaja bile različite, nije utvrđeno da izvor ulja ima utjecaja na masu jaja ($P>0,05$).

Dodavajući repičino, laneno i sojino sjeme u hranu nesilicama Mirghelenj i sur. (2004b) navode da pri usporedbi jaja navedenih hranidbenih tretmana nema značajnih razlika ($P>0,05$) u vrijednostima HU,

čvrstoći, debljini i masi ljuske. Kralik i sur. (2005) navode kako dodatak ulja u obrok nesilicama nema utjecaja na udjele osnovnih dijelova u svježim jajima ($P>0,05$). U istraživanju utjecaja konjugirane linolne kiseline (CLA) i repičinog ulja na kakvoću jaja i sastav masnih kiselina u žumanjku jajeta, Aydin (2005) je formirao pokusne skupine nesilica koje su u hrani dobivale CLA u kombinaciji s različitim udjelima repičinog ulja. Istraživanje prikazuje kako pri udjelu od 5% ili 10% repičinog ulja u obroku upotrijebljeno s 0,5% CLA sprječava se značajna promjena boje žumanjka i održava se zadovoljavajući omjer zasićenih masnih kiselina u ukupnim masnim kiselinama kod jaja čuvanih 30 dana na 4 °C. Vrijednosti pH bjelanjka najstabilnije su kod skupine koja u hrani dobiva 10% repičinog ulja i 0,5% CLA. Analizirajući rezultate boje žumanjka navedenog pokusa i naše rezultate nakon 14 dana čuvanja jaja na 4 °C, primjećuje se kako su u nas vrijednosti boje žumanjka najviše upravo kod skupine (P_2) koja je u obroku konzumirala veći udio repičinog ulja. Na grafikonu 1 prikazane su vrijednosti lipidne peroksidacije u žumanjcima jaja u dva termina mjerenja. Utvrđene su statistički vrlo visoko značajne razlike ($P<0,001$) u vrijednostima lipidne peroksidacije u žumanjcima svježih i 14 dana čuvanih jaja. Najintenzivnija peroksidacija lipida u žumanjcima svježih jaja utvrđena je kod kontrolne skupine (6,558 mMxg^{-1}), nešto nižu lipidnu peroksidaciju imala je P_1 skupina (2,651 mMxg^{-1}) dok su najmanje vrijednosti lipidne peroksidacije zabilježene u P_2 skupini (2,169 mMxg^{-1}).



*(K 5% sojino ulje

P_1 3,5% riblje ulje i 1,5% repičino ulje

P_2 1,5% riblje ulje i 3,5% repičino ulje

K 5% soybean oil

P_1 3.5% fish oil and 1.5% rapeseed oil

P_2 1.5% fish oil and 3.5% rapeseed oil)

A, B, C ($P<0,001$)

Grafikon 1. Intenzitet lipidne peroksidacije (TBARS, mMxg^{-1}) u žumanjcima jaja
Figure 1. Intensity of lipid peroxidation (TBARS, mMxg^{-1}) in egg yolks

Razlike u lipidnoj peroksidaciji utvrđene u žumanjcima svježih jaja između ispitivanih skupina bile su vrlo visoko značajne ($P < 0,001$). Nakon 14 dana čuvanja jaja na $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ utvrđene su veće vrijednosti peroksidacije lipida u odnosu na svježa jaja u svim ispitivanim skupinama. Najintenzivnija peroksidacija lipida zabilježena je u žumanjcima jaja kontrolne skupine, gdje su vrijednosti TBARS bile $6,889\text{ mMxg}^{-1}$. Skupine P_1 i P_2 imale su nešto niže TBARS vrijednosti ($3,937\text{ mMxg}^{-1}$ i $3,696\text{ mMxg}^{-1}$). Razlike između ispitivanih skupina nakon četrnaestodnevog čuvanja jaja bile su vrlo visoko značajne ($P < 0,001$). Slične rezultate objavili su Scheideler i sur. (1997), koji su utvrdili statistički značajno veću ($P < 0,05$) lipidnu peroksidaciju u žumanjcima jaja podrijetlom od nesilica hranjenih obrokom sa 1,5% ribljeg ulja odnosno 5%, 10% i 15% lanenog sjemena. Također, navode da na pojačanu oksidaciju lipida statistički značajno utječe vrijeme čuvanja jaja ali i udio ribljeg ulja odnosno lanenog sjemena u obroku ($P < 0,01$). Na tablici 4 prikazan je udio EPA, DHA, LNA, PUFA n-3, PUFA n-6 i omjer PUFA n-6/PUFA n-3 u postotku u odnosu na ukupan sadržaj masnih kiselina u mastima žumanjka. Statistički značajno veći ($P < 0,05$) udio EPA u žumanj-

LNA utvrđen kod kontrolne (1,16) skupine ($P < 0,05$). Skupina P_1 imala je statistički značajno veći udio ukupnih PUFA n-3 odnosno statistički značajno manji udio ukupnih PUFA n-6 u odnosu na K i P_2 skupine ($P < 0,05$). Statistički značajno manji ($P < 0,05$) omjer PUFA n-6/PUFA n-3 utvrđen je kod P_1 skupine u odnosu na skupine P_2 i K ($4,27 : 7,26 : 11,89$).

Dodavanjem ribljeg ulja u hranu za nesilice povećao se udio DHA u žumanjcima jaja, što su ustanovili Ceylan i sur. (2004). Pri većem udjelu ribljeg ulja u hrani za nesilice (P_1 skupina) povećao se i udio EPA u žumanjcima jaja, što je sukladno rezultatima Baucellusa i sur. (2000). Slično rezultatima Ceylana i sur. (2004) u našem istraživanju sadržaj PUFA n-6 u žumanjcima jaja smanjen je povećanjem udjela ribljeg a smanjenjem udjela repičinog ulja u hrani za nesilice, dok je sadržaj PUFA n-3 smanjen kod jaja nesilica hranjenih većim udjelom sojinog i repičinog ulja u obroku. Baucellus i sur. (2000) utvrdili su najpovoljniji odnos PUFA n-6/PUFA n-3 u žumanjcima nesilica hranjenih sa 3% ribljeg i 1% repičinog ulja. Sukladno njihovim rezultatima najuži omjer PUFA n-6/PUFA n-3 utvrđen je kod žumanjaka P_1 skupine koje su u obroku dobivale 3,5% ribljeg i 1,5% repičinog ulja.

Tablica 4. Udio masnih kiselina u žumanjku jajeta (n=5)

Table 4. Portion of fatty acids in egg yolk (n=5)

Masna kiselina - Fatty acid		K	P_1	P_2
Eikozapentaenska - Eicosapentaenoic (EPA)	20:5n3	0 ^b	0,22 ^a	0 ^b
Dokozaheksaenska - Docosaheptaenoic (DHA)	22:6n3	1,26 ^b	2,64 ^a	2,23 ^a
α -linolenska - α -Linolenic (LNA)	18:3n3	1,16 ^b	2,31 ^a	1,21 ^b
Σ PUFA n-3		2,42 ^c	5,17 ^a	3,44 ^b
Σ PUFA n-6		28,76 ^a	21,96 ^b	24,21 ^b
Σ PUFA n-6/ Σ PUFA n-3		11,89 ^a	4,27 ^b	7,26 ^c

*(K 5% sojino ulje, P_1 3,5% riblje ulje i 1,5% repičino ulje, P_2 1,5% riblje ulje i 3,5% repičino ulje - K 5% soybean oil, P_1 3.5% fish oil and 1.5% rapeseed oil, P_2 1.5% fish oil and 3.5% rapeseed oil)

a, b, c $P < 0,05$

cima jaja imala je P_1 skupina u odnosu na K i P_2 skupine. Statistički značajno manji udio DHA ($P < 0,05$) utvrđen je u žumanjcima K skupine u usporedbi sa žumanjcima P_1 i P_2 skupine. Najveći udio LNA u mastima žumanjaka imala je skupina P_1 (2,31), zatim skupina P_2 (1,21) dok je najmanji udio

ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja učinka dodatka različitih ulja (K skupina 5% sojinog ulja, P_1 skupina 3,5% ribljeg i 1,5% repičinog ulja, P_2 1,5% ribljeg i 3,5% repičinog ulja) u hranu za nesilice na

proizvodne osobine nesilica i kakvoću svježih jaja kao i jaja čuvanih na 4 °C može se zaključiti sljedeće:

- Utvrđene su statistički vrlo visoko značajne razlike ($P < 0,001$) u završnoj masi nesilica između K i P_1 skupine odnosno K i P_2 skupine. Između završne mase nesilica skupina P_1 i P_2 nisu utvrđene statistički značajne razlike ($P > 0,05$).

- U oba razdoblja ispitivanja kakvoće jaja (svježa jaja i 14 dana čuvana jaja) nisu utvrđene statistički značajne razlike ($P > 0,05$) u masi jaja, boji žumanjka, visini bjelanjka, indeksu oblika, HU i udjelima bjelanjka, žumanjka i ljuske.

- Statistički značajne razlike ($P < 0,05$) kod svježih i jaja čuvanih 14 dana na 4 °C utvrđene su kod vrijednosti pH bjelanjka te kod čvrstoće i debljine ljuske. Vrijednosti čvrstoće i debljine ljuske bile su bolje kod pokusnih skupina u odnosu na kontrolnu. U oba termina izmjerene pH vrijednosti bjelanjka bile su najmanje u K skupini, zatim u P_1 a najviše pH vrijednosti utvrđene su u P_2 skupini. Prema rezultatima istraživanja može se zaključiti kako dodatak u hranu za nesilice različitih ulja u količini već od 5% utječe na vanjske (čvrstoću i debljinu ljuske) i unutarnje (pH bjelanjka) pokazatelje kakvoće jaja.

- Statistički vrlo visoko značajne vrijednosti ($P < 0,001$) utvrđene su kod intenziteta lipidne peroksidacije u žumanjcima svježih odnosno jaja čuvanih 14 dana. Najnepovoljniju vrijednost TBARS u oba mjerenja imala je K skupina u odnosu na pokusne skupine (P_1 i P_2).

- Statistički značajno ($P < 0,05$) veći sadržaj EPA, DHA, LNA kao i PUFA n-3 kiselina utvrđen je u mastima žumanjaka P_1 skupine u odnosu na kontrolnu i P_2 skupinu. Sadržaj PUFA n-6 bio je znatno veći ($P < 0,05$) u žumanjcima K skupine u odnosu na skupine P_1 i P_2 . Povoljniji omjer PUFA n-6/n-3 utvrđen je u mastima žumanjaka P_1 skupine u odnosu na kontrolnu i P_2 skupinu ($P < 0,05$).

- Korištenjem repičinog i ribljeg ulja u smjesi za nesilice značajno se poboljšala nutritivna kakvoća jaja (trend povećanja EPA, DHA i LNA) u odnosu na jaja nesilica koje su hranjene sa dodatkom sojinog ulja u smjese.

LITERATURA

1. Aydin, R. (2005): The effects of conjugated linoleic acid (CLA) and canola oil on the fatty acid composition and quality of eggs from laying hens. *South African Journal of Animal Science*. 35: 172-179
2. Balevi, T., Coskun, B. (2000): Effects of some dietary oils on performance and fatty acid composition of eggs in layers. *Revue Med. Vet.* 151: 847-854.
3. Barlow, S., Pike, I. H. (1991): Humans and animals benefit from omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Feedstuffs*. 63: 18-26.
4. Baucells, M.D., Crespo, N., Barroeta, A., Lopez-Ferrer, S., Grashorn, M.A. (2000): Incorporation of Different Polyunsaturated Fatty Acids into Eggs. *Poult. Sci.* 79: 51-59.
5. Calvani, M., Benatti, P. (2003): Polyunsaturated fatty acids. http://www.st-hs.com/TMA_Forum/PUFA%20-%20Calvani%20Benatti%20-%20Feb%202K3.pdf
6. Ceylan, N., Ciftci, I., Mizrak, C., Kahraman, Z., Efil, H. (2004): Effects of dietary oil sources included in 2 levels on performance of laying hens and the fatty acid and cholesterol composition of eggs. *Book of abstracts. XXII World's poultry congress. Istanbul, Turkey.* 362.
7. Cherian, G., Holsonbake, T.B., Goeger, M.P. (2002). Fatty acid composition and eggs components of speciality eggs. *Poult.Sci.* 81: 30-33.
8. Flachowsky, G., Engelmann, D., Sünder, A., Halle, I., Sallann, H.P. (2000): Eggs and poultry meat as tocopherol source in dependence on tocopherol supplementation of poultry diets. *Proceedings of 5th Karlsruhe Nutrition Congress, Session 3P, p.102.*
9. Goencueoglu, E., Erguen, A. (2004). The effect of flaxseed oil to egg quality, fatty acids and cholesterol content of egg yolk in laying hens. *Book of abstracts. XXII World's poultry congress. Istanbul, Turkey.* 397.
10. Hargis, P.S. (1998): Modifying egg yolk cholesterol in the domestic fowl-A Review. *World's Poult. Sci.J.*49:251-264.
11. Jiang, Z., Ahn,D.U., Sim, J.S. (1991): Effects of feeding flax and two types of sunflower seeds on fatty acid compositions of yolk lipid classes. *Poult. Sci.*, 70: 2467-2475.
12. Kralik, G., Bogut, I., Škrtić, Z., Gajčević, Z. (2005): Effect of preparation rich in omega-3 acids on the production and quality of eggs. *XIth European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. Doorwerth, The Netherlands, p. 122-127 CD.*
13. Meluzzi, A., Sirri, F., Giordani, G., Franchini, A. (1995): Cholesterol level and fatty acid composition of

- commercially produced eggs in Italy.. *Rivista di Avicoltura* 64:65-68.
14. Meluzzi, A., Sirri, F., Manfreda, G., Tallarico, N., Franchini, A. (2000): Effect of dietary vitamin E on the quality of table eggs enriched with n-3 long-chain fatty acids. *Poultry Sci.* 79:539-545.
 15. Mirghelenj, A., Rahimi, S., Barzgar, M. (2004a): Comparison of n-3 fatty acid sources for enrichment of egg. Book of abstracts. XXII World's poultry congress. Istanbul, Turkey. Full paper on CD from Congress. 382.
 16. Mirghelenj, A., Rahimi, S., Barzgar, M. (2004b): Comparison the Effect of Canola seed and Flexseed on Egg Quality. Book of abstracts. XXII World's poultry congress. Istanbul, Turkey. Full paper on CD from Congress.
 17. Scheidler, S.E., Froning, G., Cuppett, S. (1997): Studies of Consumer Acceptance of High Omega-3 Fatty Acid-Enriched Eggs. *J. Appl. Poultry Res.* 6:137-146.
 18. Seuss-Baum, I. (2005): Nutritional evolution of egg components. XIth European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products Doorwerth, The Netherlands, 23-26 May (CD Symposium Proceedings).
 19. Shang, X.G., Wang, F.L., Li, D.F., Yin, J.D., Li, J.Y. (2004): Effects of dietary conjugated linoleic acid on the productivity of laying hens and egg quality during refrigerated storage. *Poult.Sci.* 83: 1688-1695.
 20. Simopoulos, A.P. (2000): Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. *Poult.Sci.* 79: 961-970.
 21. Statistički ljetopis Hrvatske, 2000. - 2006.
 22. Surai, P.F. (2002): Selenium in poultry nutrition. 2. Reproduction, egg and meat quality and practical applications. *World's Poultry Science Journal*, 58:431-450.

SUMMARY

The research was carried out on 90 laying hens of the Hy-Line hybrid. Hens, being 32 weeks old, were divided into three groups and fed commercial diets containing 17% of crude protein and 11.60 MJ ME. The research lasted for 28 days. The control group (C) was given diets supplemented with soybean oil in the amount of 5%, and experimental groups (E₁ and E₂) were fed diets that contained a combination of fish oil and rapeseed oil supplemented in different amounts. Diet of the E₁ group contained 3.5% of fish oil and 1.5% of rapeseed oil, and the E₂ group had 1.5% of fish oil and 3.5% of rapeseed oil. During the experiment, laying hens were monitored for their production traits: live weight at the beginning and end of experiment (g), food consumption (g), and laying intensity (%).

The quality of produced eggs (n=17 per each group) was assessed on the 28th experiment day (fresh eggs), and 14th day after storing eggs at 4 °C. The following were assessed: egg weight, albumen and yolk weight, egg shell weight and thickness, shell firmness, shape index, albumen height, pH of albumen, yolk color and HU (Haugh units). Products of lipid peroxidation (TBARS), presented in mMxg⁻¹ of a sample, were determined on the sample of six yolks taken from each group. In order to determine the quality of eggs, the following devices were used: Eggshell Force Gauge Model-II, Egg Multi-Tester EMT-5200, electronic micrometer, the PB 1502-S scales, the MP120 pH meter and the UV/VIS JENWAY 6305 spectrophotometer. The fatty acids content of in yolk lipids was determined on 5 samples taken from each group by the Chrompack CP-9000 chromatograph equipped with flame ionization detector. Portion of eicosapentaenoic (EPA, C20:5n-3), docosahexaenoic (DHA, C22:6n-3), α -linolenic (LNA, C18:3n-3), PUFA n-3, PUFA n-6, as well as PUFA n-6 / PUFA n-3 ratio were shown as percentages in relation to total of fatty acids

content in yolk lipids. Differences among groups were determined by the t-test. Data analysis was completed with the Statistica 7.1 software (StatSoft, Inc. 1984-2005).

Statistically very highly significant differences ($P < 0.001$) were determined between the C and E₁ group, as well as between the C and E₂ group. In hens' end weights of the E₁ and E₂ groups no statistically significant differences ($P > 0.05$) were determined. In both periods of egg quality assessment (fresh eggs and eggs stored for 14 days at 4°C) no statistically significant differences ($P > 0.05$) were determined for egg weight, yolk color, albumen height, shape index, HU and portions of albumen, yolk and shell. Statistically significant differences ($P < 0.05$) in both assessment periods were determined for shell firmness and thickness and for albumen pH values. Values of lipid peroxidation measured in yolks of fresh and 14-day stored eggs were statistically very highly significant ($P < 0.001$). Higher contents ($P < 0.05$) of EPA, DHA, LNA and PUFA n-3 acids were observed in yolk lipids of the E₁ group if compared to the control and E₂ group. The PUFA n-6 content was considerably higher ($P < 0.05$) in yolks of the control group than of the E₁ and E₂ groups. More favorable ratio of PUFA n-6/n-3 was determined in yolk lipids of the E₁ group than of the control and E₂ groups ($P < 0.05$).

Key words: laying hens, soybean oil, rapeseed oil, fish oil, egg quality