

Utjecaj lanenog ulja u hrani za nesilice na proizvodne karakteristike i masnokiselinski sastav konzumnih jaja

Meho Bašić¹, Milica Vilušić^{1*}, Hava Mahmutović², Emir Memić³

Sažetak

Istraživanje je provedeno na 160 nesilica komercijalnog hibrida Isa brown s ciljem utvrđivanja utjecaja lanenog ulja na kvalitetu konzumnih jaja. Nesilice su raspoređene u četiri skupine (K0, K1, K2 i K3) te hranjene hranom koja je sadržavala 1,5 % sojinog ulja za kontrolnu K0, 1,5 % lanenog ulja za pokusnu skupinu K1, 3,0 % lanenog ulja za K2 i 4,5 % lanenog ulja za K3. Tijekom pokusa praćeni su parametri: tjelesna masa nesilica, proizvodnja jaja, postotak proizvodnje i masa jaja. S ciljem utvrđivanja kvalitete jaja dobivenih od različitih skupina nesilica iz pokusa, utvrđen je sadržaj masti i masnih kiselina uzoraka jaja. Statistički značajno ($p < 0,01$; $p < 0,05$) veći sadržaj masti u jajima utvrđen je kod pokusne skupine K1 u odnosu na kontrolnu skupinu K0 i pokusnu skupinu K3, dok u odnosu na K2 nije bilo statistički značajne razlike. Analizom masnih kiselina u jajima utvrđene su statistički značajne razlike ($p < 0,01$; $p < 0,05$) u sadržaju zasićenih, mononezasićenih, polinezasićenih ω -6 te polinezasićenih ω -3 masnih kiselina, kao i u omjeru ω -6/ ω -3.

Ključne riječi: konzumna jaja, laneno ulje, masne kiseline, ω -6 masne kiseline, ω -3 masne kiseline

Uvod

Konzumna jaja zbog svoje izuzetne biološke vrijednosti, zauzimaju značajno mjesto na tržištu prehrambenih proizvoda. Izvrstan su izvor proteina, masti visoke kvalitete (fosfolipidi i nezasićene masne kiseline) te vitamina i minerala (Kralik i sur., 2012.). Istovremeno, jaja predstavljaju samo 1,3 % prosječne količine kalorija jednog obroka (Jurić i sur., 2005.).

S tim u vezi, jako je bitno odabrati optimalnu hranu za kokoši nesilice, koja s jedne strane

ne osigurava potrebne nutrijente za samu održivost nesilica, a s druge je pretvara u važne sastojke konzumnih jaja. Modifikacijom hrane za nesilice može se utjecati i na sadržaj nutrijenata u jajetu, posebno na sadržaj masnih kiselina u ukupnoj masti, mineralnih tvari i vitamina topivih u mastima, dok amnokiselinski sastav i sadržaj proteina konstantno doprinose biološkoj vrijednosti jaja.

U ukupnoj masti jajeta dobivenog standardnom hranidbom nesilica prevladavaju ω -6 masne

¹ prof. dr. sc. Meho Bašić, prof. dr. sc. Milica Vilušić, Tehnološki fakultet Univerziteta u Tuzli, Urfeta Vejzagića 8, 75000 Tuzla, BiH

² dr. sc. Hava Mahmutović, Udruženje Bosper, Bukinjska bb, 75000 Tuzla, BiH

³ Emir Memić, Landgold doo, Gračanica, BiH

*Autor za korespondenciju: milica.vilusic@untz.ba

kiseline. Prekomjeran unos ω -6 masnih kiselina ima negativan utjecaj na ljudsko zdravlje prvenstveno na bolesti srca, dok ω -3 masne kiseline djeluju obratno. Upotreba sirovina bogatih ω -3 masnim kiselinama, kao što je laneno ulje, u hranidbi nesilica dovodi do povećanja sadržaja ω -3 u odnosu na ω -6 masnih kiselina, a samo jaje postaje funkcionalna hrana koja može imati povoljnije učinke na zdravlje čovjeka. Međutim, izmjena vrste i količine masti u hrani za nesilice mora se provesti tako da se negativno ne utječe na proizvodne parametre kao što su tjelesna masa nesilica, nesivost, masa jaja i dr., a da proizvedena jaja imaju povećan sadržaj ω -3 masnih kiselina i povoljan omjer ω -6/ ω -3 masnih kiselina.

Istraživanjem utjecaja tjelesne mase nesilica Lohmann white hibrida na važne proizvodne parametre i kvalitetu jaja, provedenim u radu Lacin i sur. (2008.), došlo se do zaključka da je tjelesna masa nesilica utjecala na masu jaja i bila je najmanja kod nesilica niže tjelesne mase, a proizvodnja jaja bila najveća, za razliku od nesilica s više tjelesne mase.

Vrlo je važno odrediti utjecaj izmjene masti u hrani za nesilice na njihovu tjelesnu masu. Tako da su Ceylan i sur. (2011.) istraživali utjecaj hranidbe nesilica hranom koja je sadržavala 1,5 % i 3 % ulja različitih vrsta (lanenog, suncokretovog, repičinog i ribljeg) na tjelesnu masu nesilica. Njihovi rezultati su pokazali da različite vrste ulja u navedenim udjelima u hrani nemaju značajnog utjecaja na tjelesnu masu nesilica. Značajan utjecaj na tjelesnu masu nije imala ni hrana sa 7,5 % i 15 % ekstrudiranog lanenog sjemena u usporedbi s hranom bez lanenog sjemena, što je utvrđeno u istraživanju Nain i sur. (2011.).

Utjecaj lanenog sjemena na postotak nesivosti istraživali su Al-Nasser i sur. (2011.) te nisu utvrdili značajniji utjecaj na povećanje ili smanjenje nesivosti, dok je hranidba nesilica lanenim sjemenom u količini od 15 % dovela do smanjene nesivosti u usporedbi s hranidbom koja je sadržavala 10 %, 5 % i 0 % lana, potvrđuju istraživanja Ansari i sur. (2006.). Do istog zaključka su došli i Najib i Al-Yousef (2010.) koristeći hranu koja je sadržavala 15 % i 20 % prženog i termički netretiranog lanenog sjemena u odnosu na hranu koja je sadržavala 10 %, 5 % i 0 % lanenog sjemena. Nain i sur. (2011.) su zaključili da se primjenom ekstrudiranog lanenog sjemena u količini od 7,5 % i 15 % proizvodnja konzumnih jaja nije značajno razlikovala u uspo-

redbi s hranom koja nije sadržavala ekstrudirano laneno sjeme.

Laneno, suncokretovo, riblje i repičino ulje u količinama od 1,5 % i 3 % u hrani za nesilice nije značajno utjecalo na postotak proizvodnje kako potvrđuju istraživanja Ceylan i sur. (2011.). Rezultati istraživanja Kralik i sur. (2007.) pokazuju smanjenu proizvodnju jaja kod hranidbe nesilica kombinacijom ribljeg ulja u količini od 3,5 % s repičinim u količini od 1,5 %, te ribljim uljem u količini od 1,5 % i repičinim u količini od 3,5 % u odnosu na hranu koja je sadržavala 5% sojinog ulja. Također, Balevi i Coskun (2000.) su istraživali utjecaj dodatka ulja pamuka, kukuruznog, lanenog, sojinog, maslinovog, suncokretovog ulja i loja te topljene masti u količini od 2,5 % u hrani za nesilice na količinu proizvedenih jaja te nisu utvrdili značajne razlike između skupina u postotku proizvodnje. Do sličnih zaključaka su došli i Lelis i sur. (2009.). U provedenom istraživanju su koristili hranu koja je sadržavala laneno ulje te ulje uljane repice, riblje i sojino u količinama od 2 % i 4 % gdje nije utvrđen značajan utjecaj na postotak proizvodnje jaja. Hranidba nesilica lanenim uljem u količini od 6 % imala je povoljan utjecaj na postotak nesivosti u usporedbi s hranidbom sjemenom chie u količini od 25 %, dok u odnosu na hranidbu nesilica lanenim sjemenom u količini od 15 % te repičinim sjemenom u količini od 25 %, sačmom chie u količini od 35 %, uljem chie u količini od 6 % te standardnom hranom sa sadržajem sojinog i suncokretovog ulja u količini od 1,5 % nije imala statistički značajno veću nesivost, što potvrđuju istraživanja Antruejo i sur. (2011.).

Kao i kod postotka proizvodnje jaja, nije bilo negativnog utjecaja i značajnih razlika između mase jaja kod hranidbe nesilica različitom hranom kako su pokazali Kralik i sur. (2007.), Najib i Al-Yousef (2010.), Al-Naser i sur. (2011.), Ceylan i sur. (2011.) i Perić i sur. (2019.).

Balevi i Coskun (2000.) su istraživali utjecaj dodatka ulja pamuka, kukuruznog, lanenog, sojinog, maslinovog, suncokretovog ulja i loja te topljene masti u količini od 2,5 % u hrani za nesilice na masu jaja te nisu utvrdili značajne razlike između pokusnih skupina. Do sličnih zaključaka su došli i Lelis i sur. (2009.). U provedenom istraživanju koristili su hranu koja je sadržavala laneno ulje te ulje uljane repice, riblje i sojino ulje u količinama od 2 i 4% te nije utvrđen značajan utjecaj na masu jaja. Istraživanje Saleh (2013.) pokazuje značajan pad mase jaja kod nesilica hranjenih hranom koja

je sadržavala 5 % ribljeg ulja u odnosu na hranu s 5 % biljnog ulja. Hranidba nesilica lanenim sjemenom u količini od 15 % i repičinim sjemenom u količini od 25 % imala je negativan utjecaj na masu jaja u usporedbi s hranidbom sjemenom lana u količini od 6 %, chie u količini od 25 %, sačmom chie u količini od 35 %, uljem chie u količini od 6 % te standardnom hranom sa sadržajem sojinog i suncokretovog ulja u količini od 1,5 %, prema istraživanju Antruejo i sur. (2011.).

Amini i Ruiz-Feira (2008.) su istraživali utjecaj hranidbe nesilica prosom kao zamjenu za kukuruz s dodatkom manjih količina lanenog sjemena i prirodnih pigmenta na masu jaja, u količinama 4 %, 6 % i 8 % te s 0,1 % i 0,2 % prirodnog pigmenta. Rezultati rada su pokazali da nije bilo statistički značajne razlike između mase jaja. Negativan utjecaj lanenog sjemena u količini od 20 % u odnosu na hranidbu sojinom sačmom u količini od 11,5 % pokazala su istraživanja Beynen (2004.).

Hranidbom nesilica različitim vrstama masti ne dolazi do značajnog povećanja ukupne masti u jajima, odnosno žumanjku, već samo do izmjenne masnokiselinskog sastava masti (Ansari i sur., 2006.). Koristeći hranu za nesilice koja nije sadržavala laneno sjeme te hranom koja je sadržavala 5 %, 10 % i 15 % lanenog sjemena sa i bez dodatka bakra zaključeno je da se sadržaj masti u žumanjku jajeta nije značajno razlikovao između skupina. Antruejo i sur. (2011.) su pokazali da se sadržaj masti u žumanjku nije značajno razlikovao između skupina. Značajna razlika u sadržaju masti u žumanjku nije utvrđena ni nakon hranidbe nesilica kikirikijem u količini od 14 %, lanenim sjemenom u količini od 20 % i sojinom sačmom u količini od 11,5% (Beyen, 2004.).

Povećanje sadržaja ω -3 masnih kiselina u jajima, odnosno žumanjku jaja primjenom lanenog sjemena u hrani za nesilice potvrđuju istraživanja Al-Nasser i sur. (2011.). Hrana bez lanenog sjemena te s udjelom sjemena od 5 %, 7,5 % i 10% dovela je do povećanja ω -3 masnih kiselina u žumanjku jaja, prvenstveno alfa-linolenske kiseline u odnosu na hranu bez lanenog sjemena. Također, omjer ω -6/ ω -3 masnih kiselina se smanjivao kako je rastao udio lanenog sjemena. Slične rezultate su zabilježili i Ansari i sur. (2006.) koristeći hranu s udjelom lanenog sjemena od 5%, 10% i 15% sa i bez bakra te hrane bez lanenog sjemena. Najib i Al-Yousef (2010.) su proveli istraživanje utjecaja prženog i termički netretiranog lanenog

sjemena na masnokiselinski sastav jaja. Rezultati su potvrdili da, kako raste udio lanenog sjemena, raste i udio ω -3 masnih kiselina, a prvenstveno alfa-linolenske kiseline, dok nije bilo značajne razlike u masnokiselinskom sastavu jaja dobivenih hranidbom prženim lanenim sjemenom u odnosu na termički netretirano sjeme. Ekstrudirano laneno sjeme ima sličan utjecaj na masnokiselinski sastav žumanjka kao i laneno, tj. kako raste udio u hrani tako raste i količina ω -3 masnih kiselina te se smanjuje omjer ω -6/ ω -3 potvrđuje istraživanje Nain i sur. (2011.). Laneno, suncokretovo, riblje i repičino ulje u količinama od 1,5 % i 3 % u hrani za nesilice je povećalo sadržaj ω -3, a smanjilo omjer ω -6/ ω -3 masnih kiselina u žumanjku potvrđuju istraživanja Ceylan i sur (2011.). Laneno i repičino ulje dovelo je do značajnijeg povećanja udjela alfa-linolenske kiseline u jajima u odnosu na suncokretovo i riblje ulje, dok je riblje ulje dovelo do značajnijeg povećanja dokozaheksaenske i eikozapentaenske masne kiseline. Goldberg i sur. (2016.) tvrde da dodatak lanenog ulja ima utjecaja na povećanje masnih kiselina u žumanjku jajeta, osim stearinske i dokozaheksaenske.

Balevi i Coskun (2000.) su istraživali utjecaj dodatka ulja pamuka, kukuruznog, lanenog, sojinog, maslinovog, suncokretovog ulja, loja i topljene masti u količini od 2,5 % u hrani za nesilice na sadržaj masnih kiselina. Rezultati istraživanja pokazuju da su loj i topljena mast doveli do povećanja zasićenih masnih kiselina u jajima, odnosno žumanjku dok je laneno povećalo sadržaj ω -3, a sojino ω -6 masnih kiselina u odnosu na ostale masti korištene u istraživanju. Također, istraživanje Ehr i sur. (2017.) je pokazalo da se dodatkom ulja i samljevenog lana u hrani za nesilice povećava udio alfa-linolenske, eikozapentaenske i dokozaheksaenske kiseline u žumanjku jaja, gdje laneno ulje ima dva puta veći učinak na sadržaj masnih kiselina u odnosu na samljeveni lan.

Saleh (2013.) je proučavao utjecaj hranidbe nesilica kombinacijom biljnog i ribljeg ulja na masnokiselinski sastav jaja. U pokusu je korišteno 5 skupina nesilica hranjenih različitim hranom (5 % biljnog ulja - kontrolna skupina, kombinacijom 1,5 % ribljeg ulja i 3,5 % biljnog ulja, 2,5 % ribljeg ulja i 2,5 % biljnog ulja te 3,5 % ribljeg ulja i 1,5 % biljnog ulja). Rezultati pokusa pokazuju rast ω -3 masnih kiselina u odnosu na ω -6 kao i smanjenje omjera ω -6/ ω -3 kako je raslo učešće ribljeg ulja u hrani. Do sličnih rezultata su došli i Kralik i sur. (2007.)

koristeći za ishranu nesilica hranu koja je sadržavala kombinaciju ribljeg ulja u količini od 3,5 % s repičinim u količini od 1,5 % te ribljim u količini od 1,5 % i repičinim u količini od 3,5 % u odnosu na hranu koja je sadržavala 5 % sojinog ulja. Najviše ω -3 masnih kiselina alfa-linolenske kiseline, dokozaheksaenske, eikozapentaenske zabilježeno je u jajima iz skupine koja hranjena s najvišim udjelom ribljeg ulja, kao i najmanji omjer ω -6/ ω -3.

Antruejo i sur. (2011.) su nakon provedenog istraživanja hranidbe nesilica s hranom koja je sadržavala 1,5 % sojinog ulja, 1,5 % suncokretovog ulja, 6 % lanenog ulja, 6 % ulja chie, 25 % sačme chie, 25 % sjemena chie te 15 % lanenog sjemena zaključili da povećanje sadržaja ω -3 masnih kiselina prvenstveno ovisi o njihovom prisustvu u hrani kojom se nesilice hrane. Najveći sadržaj ω -3 masnih kiselina, prvenstveno alfa-linolenske kiseline, utvrđen je u jajima, odnosno žumanjcima iz skupine koja je hranjena uljem chie u količini od 6 % te iz skupine hranjene sa 6% lanenog ulja u odnosu na sadržaj ω -3 masnih kiselina u žumanjku jaja iz ostalih skupina. Istraživanja Beyen (2004.) pokazuju značajno povećanje alfa-linolenske kiseline u žumanjcima jaja nesilica koje su hranjenje s 14 % lanenog sjemena u odnosu na žumanjke iz skupine hranjene sa 20 % sojine sačme i 11,5 % kikirikija.

S obzirom na navedeno, cilj ovog istraživanja je bio da se utvrdi utjecaj dodatka lanenog ulja u hrani za kokoši nesilice na proizvodne karakteristike i povećanje sadržaja ω -3 masnih kiselina u jajima.

Materijali i metode

Izbor nesilica i izvođenje pokusa

Za pokus je odabrano 160 komada nesilica Isa Brown koje su uzgojene po tehnološkim preporukama proizvođača hibrida, uz primjenu svih specifičnih i nespecifičnih mjera zaštite. Pilenke su preseljene u prostor za izvođenje pokusa s 18 tjedna starosti, a pokus je započet sa starošću pilenki od 22 tjedna. Prosječna masa pilenki pri useljenju u objekt je bila 1512 g, dok je uniformnost bila 100 %. Nesilice su podijeljene u 4 skupine označene K0, K1, K2 i K3. U kaveznim baterijama su smještene tako da je svaka skupina bila na jednoj strani kavezne baterije na dva nivoa, osiguravajući tako iste uvjete u proizvodnji jaja. Svaka pokusna skupina imala je 40 nesilica. Pokusne skupine nesilica su hranjene hranom istog sirovinskog sastava osim u pogledu ulja koje je korišteno u stočnoj hrani. Pokusna skupina K0 je hranjena hranom koja je sadržavala 1,5 % sojinog ulja, a pokusne skupine K1, K2 i K3 su hranjenje hranom koja je sadržavala 1,5 %, 3 % i 4,5 % lanenog ulja. Količina hrane kojom su nesilice hranjene određena je na osnovu preporuka proizvođača hibrida (112 g/nesilica/dan). Nesilice su hranjene ručno samo jednim obrokom koji se davao ujutro odmah nakon paljenja svjetla, dok je voda bila osigurana po volji. Ostali uvjeti držanja nesilica su odgovarali dobrim proizvodnim i higijenskim praksama. Tijekom pokusa koji je trajao 10 tjedana, odnosno 70 dana praćeni su % nesivosti i

Tablica 1. Sirovinski sastav hrane korištene u pokusu (%)

Table 1 Raw material composition of food used in the experiment (%)

Sirovine/Raw material	Hrana za pokusne skupine Food for experimental groups			
	K0	K1	K2	K3
Kukuruz/Corn	53,5	53,5	52,0	50,5
Sojina sačma/Soybean meal	22,0	22,0	22,0	22,0
Stočna kreda/Livestock chalk	8,5	8,5	8,5	8,5
Suncokretova sačma/Sunflower meal	6,5	6,5	6,5	6,5
Stočno brašno/Livestock meal	3,0	3,0	3,0	3,0
Sojino ulje/Soybean oil	1,5	-	-	-
Laneno ulje/Flaxseed oil	-	1,5	3,0	4,5
Stočni kvasac/Livestock yeast	1,0	1,0	1,0	1,0
*Layerpremix	4,0	4,0	4,0	4,0
UKUPNO/TOTAL	100	100	100	100

*Layerpremix sadrži vitamine, aminokiseline, makro i mikro elemente./Layerpremix contains vitamins, amino acids, macro and micro elements.

masa jaja te uzeti uzorci konzumnih jaja za analizu sadržaja masti te masnokiselinskog sastava.

Priprema hrane za nesilice

Sirovine korištene u pokusu za hranidbu nesilica prikazane su u tablici 1. Hrana je pripravljena prema preporučenom normativu za dati hibrid i proizvedena u mješaonici stočne hrane firme „Landgold“ d.o.o. u Gračanici, od sirovina koje navedena firma koristi za proizvodnju stočne hrane za vlastite nesilice, a koje je ista stavila na raspolaganje za potrebe pokusa, izuzev lanenog ulja koje je nabavljeno od firme „Fixkraft“, Austrija.

Određivanje masti

Uzorci jaja za određivanje masti su uzeti na kraju pokusa, tj. 30-tog tjedna starosti nesilica, iz svake skupine izuzeto po 8 komada jaja i to na način da je ispod svakog kaveza uzeto po 1 jaje. Kemijska analiza je obuhvatila određivanje masti i masnih kiselina jaja.

Sadržaj masti je određen prema ISO 1443/1992 na način da je dio uzorka za ispitivanje kuhan s razblaženom klorovodičnom kiselinom da bi se oslobodile kompleksne i vezane lipidne frakcije; filtriranje i sušenje dobivene mase i ekstrakcija masti petroleterom pomoću aparature po Soxhlet-u. Nakon uklanjanja otapala destilacijom i sušenja obavljeno je mjerenje ostatka.

Analiza sadržaja masnih kiselina

Uzorci konzumnih jaja za analizu sadržaja masnih kiselina su uzeti dva puta i to 27-og (35 dana nakon početka pokusa) i 30-tog (70 dana nakon početka pokusa) tjedna starosti nesilica.

Sadržaj masnih kiselina u jajima je određen esterifikacijom pomoću 0,25 M trimetil sulfonij hidroksida (TMSH) u metanolu, a dobiveni metil esteri su razdvojeni plinskom kromatografijom (GC) uz detekciju na plameno ionizacijskom detektoru (FID) i primjenu standarda. 0,2 g žumanjka je odmjereno u konusnu posudicu na koji je dodano 200 µl pripremljenog reagensa TMSH (Fluka, kataloški broj 92732). Reakcijska smjesa se zagrijava blago na grijalici uz povremeno mućkanje do potpunog izbistrenja, nakon čega su metil esteri čuvani na niskoj temperaturi do trenutka kromatografske analize (Garces i Mancha, 1993).

Razdvajanje je provedeno na GC Agilent 7890A opremljenim s CTC PAL autoinjektorom za tekuće uzorke i plameno ionizacijskim detek-

torom. Korištena je kapilarna kolona SP™-2560, proizvođača Supelco, kataloški broj 24056, dužine 100 m, unutrašnjeg promjera 0,25 mm i debljine filma stacionarne faze od 0,2 µm. Plinski nosač je bio helij uz protok 1 ml/min, tlak na koloni 37,5 psi (25,9 bara), linearna brzina 18,7 cm/min uz konstantni protok plina nosača kroz kolonu. Temperaturni program injektora je bio izotermalan na 250 °C, kao i detektor koji je također bio izotermalan na 250 °C. Odnos razdvajanja je bio 100:1, a kao „makeup“ plin korišten je dušik s protokom od 60 ml/min. Kolona je imala temperaturni program postavljen tako da se nakon početne temperature 140 °C u trajanju od 5 minuta, zagrijava brzinom od 4 °C/min do 240 °C. Ukupno vrijeme razdvajanja je bilo 45 minuta.

Za identifikaciju masnih kiselina korištena su tri standarda: F.A.M.E. MIX RM1- kataloški broj O7006 AOCs Reference Mixtures, Oil Reference Standard, F.A.M.E. MIX RM5 kataloški broj CRMO7506 i Supelco 37 Component FAME Mix kataloški broj CRM47885. Standardi su kromatografirani prije, za vrijeme i nakon kromatografiranja estera masnih kiselina iz jajeta, što je omogućilo da se prate male promjene u retencijskim vremenima pojedinačnih masnih kiselina. Masne kiseline su identificirane na osnovu retencijskog vremena, usporedbom s poznatim standardima.

Statistička obrada rezultata

U statističkoj analizi dobivenih rezultata kao osnovne statističke metode korišteni su deskriptivni statistički parametri (aritmetička sredina \bar{x} , standardna devijacija S_d , standardna greška S_e , minimalna X_{\min} , maksimalna vrijednost X_{\max} i koeficijent varijacije C_v). Za ispitivanje značajnosti razlika korišten je skupni test, ANOVA. Statistička analiza dobivenih rezultata je urađena u Excel-u i statističkom paketu PrismaPad 5.00.

Rezultati i rasprava

Optimiranje hranidbe za nesilice u proizvodnji konzumnih jaja igra jednu od najznačajnijih uloga za dobru proizvodnju, zdravstveno i kondicijsko stanje.

Broj snesenih jaja je i statistički analiziran, a rezultat analize je prikazan u tablici 2, dok je u tablici 3 prikazana statistička analiza postotka proizvodnje (nesivosti).

Statistički značajno ($p < 0,01$) najveći broj

Tablica 2. Statistička analiza prosječnog broja snesenih jaja (kom) (n=7)
Table 2 Statistical analysis of the average number of eggs laid (pcs) (n = 7)

Mjere varijacije/Measures of variation						
Skupina/Group	\bar{X}	Sd	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
K0	37,27 ^{AB}	1,07	0,12	35,00	40,00	2,89
K1	38,11 ^{AC}	1,22	0,14	35,00	40,00	3,21
K2	38,83 ^{BCD}	0,97	0,11	37,00	40,00	2,52
K3	37,69 ^D	1,50	0,18	30,00	40,00	4,00

Legenda: ista slova ^{A-D} - $p < 0,01$; /Legend: the same letters ^{A-D} - $p < 0,01$;

snesenih jaja od 38,83 komada zabilježen je kod pokusne skupine K2 u odnosu na ostale skupine. Broj jaja u količini od 38,11 komada zabilježen je kod pokusne skupine K1 i statistički je značajno ($p < 0,01$) više od kontrolne skupine K0 (37,27 komada) i skupine K3 (37,69 komada). Također, Perić i

sur. (2019) potvrđuju da nije bilo negativnog utjecaja lanenog sjemena i ulja na proizvodne parametre.

Postotak nesivosti nesilica u pokusu praćen je dnevno te je na osnovu toga izračunat prosječan postotak nesivosti za cijeli period pokusa (tablici 3).

Tablica 3. Statistička analiza postotka proizvodnje jaja (%) (n=7)
Table 3 Statistical analysis of egg production percentage (%) (n = 7)

Mjere varijacije/Measures of variation						
Skupina/Group	\bar{X}	Sd	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
K0	93,11 ^{Ab}	2,70	0,32	87,50	100,00	2,91
K1	95,30 ^{AC}	3,04	0,36	87,50	100,00	3,19
K2	97,19 ^{BCD}	2,39	0,28	92,50	100,00	2,47
K3	94,43 ^{ad}	2,95	0,35	87,50	100,00	3,13

Legenda: isto slovo ^a - $p < 0,05$; ista slova ^{A-D} - $p < 0,01$; /Legend: the same letter ^a - $p < 0,05$; the same letters ^{A-D} - $p < 0,01$;

Statistički značajno ($p < 0,01$) najveći postotak nesivosti zabilježen je kod pokusne skupine K2 (97,19 %), zatim kod K1 koja je imala statistički značajno ($p < 0,01$) veći postotak nesivosti (95,30 %) u odnosu na kontrolnu skupinu K0 (93,11 %). Rezultati rada su sukladni istraživanjima Antrueja i sur. (2011.) koji navode da je količina od 6 % lanenog ulja imala povoljan utjecaj na postotak nesivosti, dok Ceylan i sur. (2011.), Balevi i Coskun (2000.), Lelis i sur. (2009.) potvrđuju da nema statistički

značajnog utjecaja hranidbe nesilica na postotak nesivosti.

Masa jaja je praćena svakodnevno vaganjem ukupne količinu snesenih jaja, a dobiveni rezultat je dijeljen s brojem snesenih jaja, te je tako određivana prosječna dnevna masa jajeta. Na osnovu dobivenih podataka izračunata je tjedna i ukupna masa jaja tijekom pokusa. Masa jaja je analizirana i rezultati statističke analize su navedeni u tablici 4.

Tablica 4. Statistička analiza prosječne mase jaja (%) (n=7)
Table 4 Statistical analysis of average egg weight (%) (n = 7)

Mjere varijacije/Measures of variation						
Skupina/Group	\bar{X}	Sd	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
K0	59,88 ^{A,B}	1,55	0,19	55,54	62,32	2,59
K1	58,13 ^{A,C}	1,22	0,15	54,00	60,75	2,10
K2	58,33 ^{B,D}	1,32	0,16	53,98	60,60	2,27
K3	60,34 ^{C,D}	2,11	0,25	54,41	62,73	3,50

Legenda: ista slova ^{A-C} - $p < 0,01$; /Legend: the same letter ^{A-C} - $p < 0,01$;

Statistički značajno ($p < 0,01$) veća masa jaja zabilježena je kod pokusne skupine K3 (60,34 g) u odnosu na masu jaja skupina K2 (58,33 g) i K1 (58,33 g), dok u odnosu na kontrolnu skupinu K0 (59,88 g) nije bilo statističke značajnosti. Statistički značajno ($p < 0,01$) veća masa jaja zabilježena je kod kontrolne skupine K0 u odnosu za pokusne skupine K1 i K2. Između pokusnih skupina K1 i K2 nije zabilježena statistička značajnost u masi jaja. Iz navedenog se može zaključiti da je laneno ulje u količini 1,5 % i 3,0 % u hrani za nesilice negativno utjecalo

na masu jaja, dok je u količini od 4,5 % imalo povoljniji učinak. Hranidba nesilica lanenim sjemenom u količini od 6 % imala je pozitivan utjecaj na masu jaja, kako su utvrdili Antruejo i sur. (2011.). U istraživanjima Al-Nasser i sur. (2011.), Najib i Al-Yousef (2010.), Ceylan i sur. (2011.), Kralik i sur. (2007.) te Balevi i Coskun (2000.) nije utvrđen značajni utjecaj dodatka različitih masti i sirovina bogatih ω -3 masnim kiselinama u hrani za nesilice na masu jaja u odnosu na standardnu hranu.

Sadržaj masti u jajima i statistička obrada rezultata prikazani su u tablici 5.

Tablica 5. Statistička analiza sadržaja masti u jajima (%)
Table 5 Statistical analysis of fat content in eggs (%)

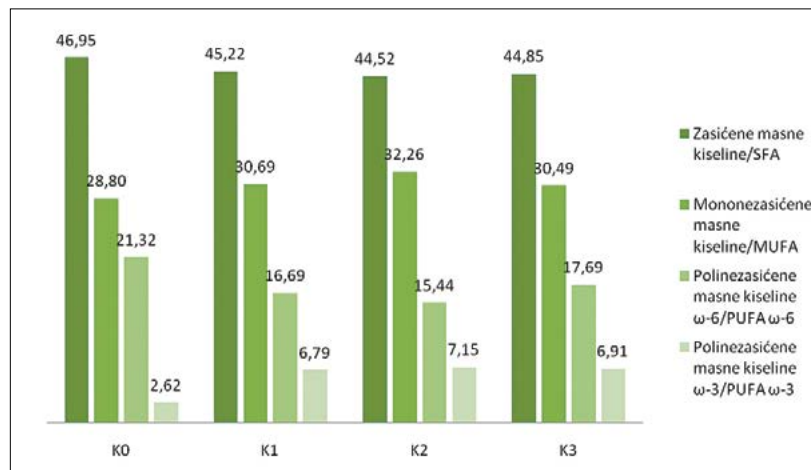
Mjere varijacije/Measures of variation						
Skupina/Group	X	Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K0	10,16 ^A	0,04	0,01	10,09	10,21	0,43
K1	10,62 ^{A,a}	0,53	0,16	10,08	11,55	4,94
K2	10,31	0,25	0,08	10,06	10,85	2,31
K3	10,24 ^a	0,12	0,04	10,02	10,35	1,15

Legenda: Ista slova ^A $p < 0,01$; ^a $p < 0,05$; /Legend the same letters ^A $p < 0,01$; ^a $p < 0,05$;

Sadržaj masti kod pokusne skupine K1 (10,62 %) statistički je značajno ($p < 0,01$) veći u odnosu na kontrolnu skupinu K0 (10,16 %), dok u odnosu na pokusnu skupinu K2 (10,31 %) nije utvrđena statistička značajnost. Udio masti u jajima pokusne skupine K3 (10,24 %) statistički je značajno ($p < 0,05$) manji u odnosu na pokusnu skupinu K1. Statistička značajnost nije utvrđena kod sadržaja masti između pokusne skupina K2 u odnosu na kontrolnu K0 i pokusnu skupinu K3. Antruejo i sur. (2011.) su nakon provedenog istraživanja

hranidbe nesilica hranom koja je sadržavala 1,5 % sojinog ulja, 1,5 % suncokretovog ulja, 6 % lanenog ulja te 15 % lanenog sjemena, također došli do zaključka da se sadržaj masti u žumanjku jajeta nije značajno razlikovao između pokusnih skupina. Beyen (2004.) potvrđuje da nije bilo značajne razlike u sadržaju masti u žumanjku nakon hranidbe nesilica kikirikijem u količini od 14 %, lanenim sjemenom u količini od 20 % i sojinom sačmom u količini od 11,5 %.

Rezultati analize sastava masnih kiselina u jajima i statistička obrada rezultata prikazani su na



Slika 1. Sadržaj masnih kiselina u jajima nakon 35 dana pokusa (%)

Picture 1 Fatty acid content in eggs after 35 days of experiment (%)

slikama 1 i 2 te u tablicama 6 i 7.

Sadržaj zasićenih masnih kiselina (SFA) u jajima kontrolne skupine K0 (46,95 %) statistički je značajno veći ($p < 0,01$) u odnosu na pokusnu skupinu K2 (44,52 %), dok u odnosu na pokusnu skupinu K1 (45,22 %) nije zabilježena statistički značajna razlika. Statistički značajna razlika nije zabilježena između sadržaja SFA pokusne skupine K1 u odnosu na K2 i K3. U pokusnoj skupini K3 sadržaj SFA je statistički značajno manji ($p < 0,05$) u odnosu na kontrolnu skupinu K0.

Najveći sadržaj mononezasićenih masnih kiselina (MUFA) zabilježen je u jajima pokusne skupine K2 (32,26 %), a statistička značajnost ($p < 0,01$) je utvrđena samo u odnosu na kontrolnu

skupinu K0 (28,80 %).

Sadržaj polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) ω -6 kontrolne skupine K0 (21,32 %) statistički je značajno veći ($p < 0,01$) u odnosu na pokusne skupine K1 (16,69 %), K2 (15,44 %) i K3 (17,69 %). Sadržaj PUFA ω -6 u pokusnoj skupini K3 statistički je značajno veći ($p < 0,05$) u odnosu na K2, dok u odnosu na K1 nije zabilježena statistička značajnost.

Sadržaj PUFA ω -3 u jajima kontrolne skupine K0 (2,62 %) statistički je značajno manji ($p < 0,01$) u odnosu na pokusne skupine K1 (6,79 %), K2 (7,15 %) i K3 (6,91 %). Između pokusnih skupina (K1, K2 i K3) nije zabilježena statistički značajna razlika u sadržaju PUFA ω -3.

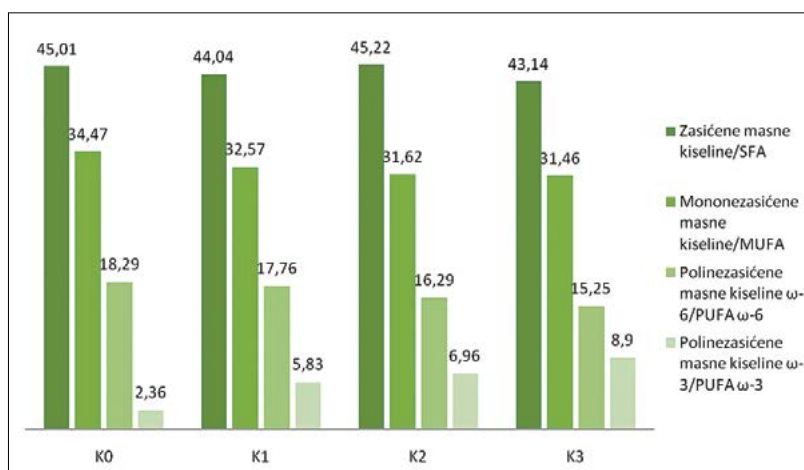
Tablica 6. Statistička analiza omjera ω -6/ ω -3 masnih kiselina u jajima nakon 35 dana pokusa
Table 6 Statistical analysis of the ratio of ω -6 / ω -3 fatty acids in eggs after 35 days of experiment

Mjere varijacije/Measures of variation						
Skupina/Group	\bar{X}	S_d	S_e	X_{min}	X_{max}	C_v (%)
K0	8,03 ^{A,B,C}	1,017	0,415	6,79	9,19	12,66
K1	2,43 ^A	0,311	0,127	1,91	2,83	12,80
K2	2,15 ^B	0,053	0,022	2,10	2,23	2,45
K3	2,54 ^C	0,254	0,104	2,26	2,96	9,99

Legenda: isto slovo A,B,C - $p > 0,01$; /Legend: the same letter A,B,C - $p > 0,01$;

Statistički značajno najveći ($p < 0,01$) omjer između sadržaja PUFA ω -6 i PUFA ω -3 u odnosu na poku-

sne skupine K1 (2,43), K2 (2,15) i K3 (2,54) zabilježen je kod kontrolne skupine K0 (8,03). Kod pokusnih skupina K1, K2 i K3 nije bilo statističke značajno-



Slika 2. Sadržaj masnih kiselina u jajima nakon 70 dana pokusa (%)
Picture 2 Fatty acid content in eggs after 70 days of experiment (%)

sti između omjera sadržaja PUFA ω -6 i PUFA ω -3. Nakon 70 dana pokusa, sadržaj SFA u jajima kontrolne skupine K0 (45,01%) statistički je značajno veći ($p < 0,01$) u odnosu na pokusne skupine K1

(44,04 %) i K3 (43,14 %), dok u odnosu na pokusnu skupinu K2 (45,22 %) nije bilo statistički značajne razlike. Sadržaj SFA pokusne skupine K2 je statistički značajno veći ($p < 0,01$) u odnosu na pokusne

skupine K1 i K3, dok je statistički značajno manji, kod pokusne skupine K1 u odnosu na K3.

Statistički značajno ($p < 0,01$) najveći sadržaj MUFA u odnosu na ostale pokusne skupine zabilježen je kod kontrolne skupine K0 (34,47 %). Značajna razlika nije zabilježena u sadržaju MUFA između pokusnih skupina K1 (32,57 %), K2 (31,62 %) i K3 (31,46 %).

Najveći sadržaj PUFA ω -6 zabilježen je u jajima kontrolne skupine K0 (18,29 %), a statistička značajnost ($p < 0,01$) je bila u odnosu na pokusne

skupine K2 (16,29 %) i K3 (15,25 %). Sadržaj PUFA ω -6 u jajima pokusne skupine K1 (17,76 %) je statistički značajno ($p < 0,01$) veći u odnosu na pokusne skupine K2 i K3.

Statistički značajno ($p < 0,01$) najveći sadržaj PUFA ω -3 zabilježen je kod jaja pokusne skupine K3 (8,90 %), dok je statistički značajno najmanji ($p < 0,01$) zabilježen kod kontrolne skupine K0 (2,36 %). Sadržaj PUFA ω -6 pokusne skupine K2 (6,96 %) je statistički značajno ($p < 0,01$) veći u odnosu na pokusnu skupinu K1 (5,83 %).

Tablica 7. Statistička analiza omjera ω -6/ ω -3 masnih kiselina u jajima nakon 70 dana pokusa

Table 7 Statistical analysis of the ratio of ω -6 / ω -3 fatty acids in eggs after 70 days of experiment

Mjere varijacije/Measures of variation						
Skupina/Group	\bar{X}	S_d	S_e	X_{min}	X_{max}	C_v (%)
K0	7,17 ^{A,B,C}	0,099	0,041	7,04	7,26	1,39
K1	3,06 ^{A,D,E}	0,217	0,089	2,76	3,43	7,11
K2	2,35 ^{B,D,F}	0,070	0,029	2,25	2,42	2,98
K3	1,71 ^{C,E,F}	0,107	0,044	1,57	1,86	6,26

Legenda: ^A - $p < 0,01$ (razlika je utvrđena između svih skupina);/Legend: ^A - $p < 0,01$ (the differences was found between all groups)

Najmanji omjer između sadržaja PUFA ω -6 i PUFA ω -3 zabilježen je kod pokusne skupine K3 (1,71) sa statističkom značajnošću ($p < 0,01$) u odnosu na K2 (2,35), K1 (3,06) i kontrolnu skupinu K0 (7,17). Jaja pokusne skupine K2 imala su statistički značajno ($p < 0,01$) manji omjer u odnosu na jaja skupine K1 i kontrolne skupine K0. Također, jaja iz pokusne skupine K1 imala su statistički značajno ($p < 0,01$) manji omjer sadržaja PUFA ω -6 i PUFA ω -3 u odnosu na jaja kontrolne skupine K0.

Povećanje sadržaja ω -3 masnih kiselina u jajima, odnosno žumanjku jaja korištenjem lanenog sjemena u hrani za nesilice potvrđuju istraživanja Al-Nasser i sur. (2011.). Korištenjem hrane bez lanenog sjemena te s udjelom sjemena od 5 %, 7,5 % i 10% došlo je do povećanja ω -3 masnih kiselina u žumanjku jaja, a prvenstveno alfa-linolenske kiseline u odnosu na hranu bez lanenog sjemena. Također, omjer ω -6/ ω -3 masnih kiselina se smanjivao kako je rastao udio lanenog sjemena. Slične rezultate su zabilježili i Ansari i sur. (2006.) koristeći hranu s udjelom lanenog sjemena 5 %, 10 % i 15 % sa i bez bakra te hrane bez lanenog sjemena. Najib i Al-Yousef (2010.) proveli su istraživanje utjecaja prženog i termički netretiranog lanenog sjemena na masno-kiselinski sastav jaja, sa činjenicom da su udjeli 5 % i 10 % prženog laneno sjemena

imali pozitivan utjecaj na proizvodnju jaja. Laneno, suncokretovo, riblje i repičino ulje u količinama od 1,5 % i 3 % u hrani za nesilice povećalo je sadržaj ω -3, a smanjilo omjer ω -6/ ω -3 masnih kiselina u žumanjku, kako potvrđuju istraživanja Ceylan i sur. (2011.). Laneno i repičino ulje dovelo je do značajnijeg povećanja udjela alfa-linolenske kiseline u jajima u odnosu na suncokretovo i riblje ulje, dok je riblje ulje dovelo do značajnijeg povećanja dokozaheksaenske i eikozapentaenske masne kiseline. Balevi i Coskun (2000.) su istraživali utjecaj dodatka ulja pamuka, kukuruznog, lanenog, sojinog, maslinovog, suncokretovog ulja, loja i topljene masti u količini od 2,5 % u hrani za nesilice na sadržaj masnih kiselina. Rezultati istraživanja pokazuju da su loj i topljena mast doveli do povećanja zasićenih masnih kiselina u jajima, odnosno žumanjku, dok je laneno ulje povećalo sadržaj ω -3, a sojino ω -6 masnih kiselina u odnosu na ostale masti korištene u istraživanju.

Smanjenje omjera između sadržaja PUFA ω -6 u odnosu na PUFA ω -3 u pokusnim skupinama K1, K2 i K3 u odnosu na kontrolnu skupinu K0, dobiveno u ovom istraživanju, je također sukladno s podacima istraživanja Perić i sur. (2019.) koji navode da su hranjive tvari lanenog sjemena i ulja imale pozitivan učinak na omjer PUFA. Do sličnih rezultata došli su i Ehr i sur. (2017.) gdje je dodatak lanenog ulja utjecao na povećanje alfa-linolenske kiseline

i dr. masnih kiselina.

Kada se uspoređi sadržaj PUFA ω -3 u različitim razdobljima vidljivo je da su jaja iz pokusne skupine K1 maksimalan sadržaj PUFA ω -3 dostigla nakon 35 dana od uključenja lanenog ulja u hranidbu, skupina K2 nakon 14 dana, dok je skupina K3 maksimalan sadržaj dostigla na kraju pokusa. Za skupinu K0 nije bilo moguće utvrditi vrijeme dostizanja maksimalnog sadržaja PUFA ω -3 obzirom da su sve nesilice prije oglada hranjenje hranom koja sadrži sojino ulje. Međutim, vidljivo je da je u uzorcima jaja uzetih nakon 14 dana od početka oglada sadržaj PUFA ω -3 bio nešto veći u odnosu na sadržaj PUFA ω -3 u uzorcima jaja uzetih 35. i 70. dana oglada. Istraživanja ostalih autora također ukazuju na različito vrijeme postizanja maksimalne vrijednosti sadržaja PUFA ω -3, odnosno njihovog povećanja.

Zaključak

Laneno ulje u hrani za nesilice imalo je pozitivan utjecaj na broj i masu proizvedenih jaja. Najveća masa jaja ostvarena je kod pokusne skupine K3 (60,34 g), a najmanja kod skupine K1 (58,13 g).

Sadržaj masti u jajima kod pokusne skupine K1 (10,62 %) statistički je značajno ($p < 0,01$) veći od sadržaja masti kod kontrolne skupine K0 (10,16 %), dok u odnosu na K2 (10,31 %) nije utvrđena statistički značajna razlika.

Laneno ulje u hrani nesilica dovodi do smanjenja sadržaja SFA i PUFA ω -6 masnih kiselina u jajima nakon 35 dana od početka pokusa, dok je udio MUFA bio veći u skupinama s dodatkom lanenog ulja u odnosu na kontrolnu skupinu, kao i udio PUFA ω -3, s tim da između pokusnih skupina nije utvrđena njihova statistička značajnost.

Laneno ulje u hrani nesilica i nakon 70 dana od početka pokusa dovodi do smanjenja sadržaja SFA i PUFA ω -6 masnih kiselina u jajima, kao i udio MUFA u odnosu na kontrolnu skupinu, dok je udio PUFA ω -3 bio veći u pokusnim skupinama sa dodatkom lanenog ulja.

Najmanji omjer sadržaja između PUFA ω -6 u odnosu na PUFA ω -3 u jajima zabilježen je kod pokusne skupine K3 (1,71), a najveći kod kontrolne skupine K0 (7,17), tako da je laneno ulje u hrani za nesilice dovelo do smanjenja omjera PUFA ω -6 u odnosu na PUFA ω -3 u jajima.

Literatura

- [1] Al-Nasser A.Y., A.E. Al-Saffar, F.K. Abdullah, M.E. Al-Bahouh, G. Ragheb, M.M. Mashaly (2011): Effect of adding flaxseed in the diet of laying hens on both production and ω -3 enriched eggs. *Int J Poult Sci* 10 (10), 825-831.
- [2] Amini, K., C.A. Ruiz-Feira (2008): Production of ω -3 fatty acid enriched eggs using pearl millet grain, low levels of flaxseed and natural pigments. *Int J Poult Sci* 7 (8), 765-772.
- [3] Ansari R., A. Azarbayejani, S. Ansari, S. Asgari, A. Gheisari (2006): Production of egg enriched with ω -3 fatty acids in laying hens. *ARYA Journal* 1 (4), 242-246.
- [4] Antruejo A., J.O. Azcona, P.T. Garcia, C. Gallinger, M. Rosmini, R. Ayerza, W. Coates, C.D. Perez (2011): Omega-3 enriched egg production: the effect of ω -linolenic ω -3 fatty acid sources on laying hen performance and yolk lipid content and fatty acid composition. *Brit Poult Sci* 52 (6), 750-760.
- [5] Balevi T., B. Coskun (2000): Effects of some dietary oils on performance and fatty acid composition of eggs in layers. *Revue de Médecine Vétérinaire* 151 (8), 847-854.
- [6] Beynen, A.C. (2004): Fatty acid composition of eggs produced by hens fed diets containing groundnut, soybean or linseed. *NJAS: Wageningen J Life Sci* 53 (1), 3-10.
- [7] Ceylan, N., I. Ciftçi, C. Mızrak, Z. Kahraman, H. Efil (2011): Influence of different dietary oil sources on performance and fatty acid profile of egg yolk in laying hens. *J Anim Feed Sci* 20 (1), 71-83.
- [8] Ehr, I.J., M.E. Persia, E.A. Bobeck (2017): Comparative omega-3 fatty acid enrichment of egg yolks from first-cycle hens fed flaxseed oil or ground flaxseed. *Poult Sci* 96 (6), 1791-1799.
- [9] Garces, R., M. Mancha M. (1993): One-step lipid extraction and fatty acid methyl esters preparation from fresh plant tissues. *Anal Biochem* 211 (1), 139-143.
- [10] Goldberg, E.M., D. Ryland, M. Aliani, J.D. House (2016): Interactions between canola meal and flaxseed oil in the diets of White Lohmann hens on fatty acid profile and sensory characteristics of table eggs. *Poult Sci* 95 (8), 1805-1812.
- [11] Jurić, V., I. Jajić, V. Bursić, J. Jurić (2005): Nutritivna i upotrebna vrednost jaja. *Letopis naučnih radova* 29 (1), 138-145.
- [12] Kralik, G., Z. Škrtić, Z. Gajčević, D. Hanžek (2007): Utjecaj različitih ulja u hrani za nesilice na kakvoću jaja i sadržaj masnih kiselina u žumanjku jajeta. *Krmiva* 49 (3), 115-125.

- [13] Kralik, Z., G. Kralik, M. Grčević, Z. Škrčić, E. Biazik (2012): Usporedba kvalitete konzumnih jaja različitih proizvođača. *Krmiva* 54 (1), 17-21.
- [14] Lacin, E., A. Yildiz, N. Esenbuga, M. Macit M. (2008): Effects of differences in the initial body weight of groups on laying performance and egg quality parameters of Lohmann laying hens. *Czech J Anim Sci* 53 (11), 466-471.
- [15] Lelis, GR., M.D. da Silva, F. de C. Tavernari, L.F.T. Albino, H.S. Rostagno (2009): Performance of layers fed diets containing different oils. *Braz Poult Sci* 11 (4), 235-240.
- [16] Nain, S., R.A. Renema, D.R. Korve, M.J. Zuidhof (2011): Characterization of the ω -3 polyunsaturated fatty acid enrichment in laying hens fed an extruded flax enrichment source. *Poult Sci* 91 (7), 1720-1732.
- [17] Najib, H., Y.M. Al-Yousef (2010): Essential fatty acid content of eggs and performance of layer hens fed with different levels of full-fat flaxseed. *J Cell Anim Biol* 4 (3), 58-63.
- [18] Perić, J., M. Drinić, N. Mičić (2019): Fatty acids in feed of laying hens on the production parameterio and the ratio of omega-6 and omega-3 fatty acids. *Biotech Anim Husbandry* 35 (5), 377-386.
- [19] Saleh, A.A. (2013): Effects of fish oil on the production performances, polyunsaturated fatty acids and cholesterol levels of yolk in hens. *Emirates J Food Agric* 25, 8, 605-612.

Dostavljeno: 03.11.2020.

Prihvaćeno: 27.11.2020.

Influence of flaxseed oil in layer's feed on production characteristics and fatty acid content of table eggs

Abstract

The research was conducted using 160 laying hens of Isa brown commercial hybrid in order to determine impact of flaxseed oil on production parameters and quality of table eggs. Hens were divided into four groups (K0, K1, K2 i K3), and were fed with diet that included 1,5 % of soybean oil for control group K0, 1,5 % of flaxseed oil for experimental group K1, 3 % of flaxseed oil for K2 and 4,5 % of flaxseed oil for K3. During the experiment, the parameters of body weight of laying hens, egg production, percentage of production and egg weight were observed.

In order to determine the quality of eggs obtained from groups of laying hens from the experiment, examination of content of fat and fatty acids was conducted. Statistically significant ($p < 0,01$; $p < 0,05$) higher amount of fat were observed in eggs in experimental group K1 compared to control group K0 and experimental group K3, while compared with eggs from K2 no statistically significant difference was observed. The analysis of fatty acids in eggs showed statistically significant ($p < 0,01$; $p < 0,05$) differences in content of saturated, monounsaturated, poliunsaturated ω -6 and poliunsaturated ω -3 fatty acid as well as in ratio of ω -6/ ω -3.

Key words: table eggs, flaxseed oil, fatty acid content, ω -6 fatty acids, ω -3 fatty acids

Einfluss von Leinsamenöl im Legehennenfutter auf die Produktionseigenschaften und den Fettsäuregehalt von Konsumeiern

Zusammenfassung

Die Untersuchung wurde an 160 Legehennen des kommerziellen braunen Isa-Hybrids durchgeführt, um den Einfluss von Leinsamenöl auf die Produktionsparameter und die Qualität von Konsumeiern zu bestimmen. Die Hennen wurden in vier Gruppen (K0, K1, K2 und K3) aufgeteilt und mit Futter gefüttert, das 1,5 % Sojaöl für die Kontrollgruppe K0, 1,5 % Leinsamenöl für die Versuchsgruppe K1, 3 %

Leinsamenöl für K2 und 4,5 % Leinsamenöl für K3 enthielt. Während des Versuchs wurden die Parameter: Körpergewicht der Legehennen, Eierproduktion, prozentualer Anteil der Produktion und Eiengewicht beobachtet.

Um die Qualität der Eier aus den Legehennengruppen zu bestimmen, wurde der Gehalt an Fett und Fettsäuren untersucht. Statistisch signifikant ($p < 0,01$; $p < 0,05$) wurde in der Versuchsgruppe K1 im Vergleich zur Kontrollgruppe K0 und zur Versuchsgruppe K3 eine höhere Fettmenge in den Eiern beobachtet, während im Vergleich zu den Eiern aus K2 kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt wurde.

Die Analyse der Fettsäuren in Eiern zeigte statistisch signifikante ($p < 0,01$; $p < 0,05$) Unterschiede im Gehalt an gesättigten, einfach ungesättigten, mehrfach ungesättigten ω -6 und mehrfach ungesättigten ω -3 Fettsäuren sowie im Verhältnis von ω -6/ ω -3.

Schlüsselwörter: Konsumeier, Leinsamenöl, Fettsäuregehalt, ω -6 Fettsäuren, ω -3 Fettsäuren

La influencia del aceite de linaza en el alimento para las gallinas ponedoras sobre las características de producción y la composición de los ácidos grasos de los huevos comerciales

Resumen

La investigación fue hecha en 160 gallinas ponedoras del híbrido comercial Isa brown con el objetivo de determinar la influencia del aceite de linaza en la calidad de los huevos comerciales. Las gallinas ponedoras fueron divididas en cuatro grupos (K0, K1, K2 y K3) y alimentadas con alimentos que contenían 1,5% de aceite de soja para el grupo de control K0, 1,5% de aceite de linaza para el grupo experimental K1, 3,0% de aceite de linaza para K2 y 4,5% de aceite de linaza para K3. Durante el experimento fueron monitoreados los siguientes parámetros: el peso corporal de las gallinas ponedoras, la producción de huevos, el porcentaje de producción y la masa del huevo. Para determinar la calidad de los huevos obtenidos de diferentes grupos de gallinas ponedoras del experimento, fue determinado el contenido de grasa y de ácidos grasos de las muestras de los huevos. Se encontró un contenido aumentado de grasa estadísticamente significativo ($p < 0,01$; $p < 0,05$) en los huevos del grupo experimental K1 en comparación con el grupo de control K0 y el grupo experimental K3, mientras que no hubo diferencia estadísticamente significativa en comparación con K2. El análisis de ácidos grasos en los huevos reveló diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$; $p < 0,05$) en el contenido de ácidos grasos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados ω -6 y poliinsaturados ω -3, así como en la relación ω -6 / ω -3.

Palabras claves: huevos comerciales, aceite de linaza, ácidos grasos, ácidos grasos ω -6, ácidos grasos ω -3

Impatto dell'olio di lino nel mangime per le galline ovaiole sulle caratteristiche produttive e sulla composizione degli acidi grassi delle uova da tavola

Riassunto

La ricerca è stata messa appunto su 160 galline ovaiole appartenenti all'ibrido commerciale Isa brown al fine di accertare l'impatto dell'olio di lino sulla qualità delle uova da tavola. Le galline ovaiole sono state suddivise in quattro gruppi (K0, K1, K2 e K3) e nutrite con un mangime contenente l'1,5% di olio di lino per il gruppo di controllo K0, l'1,5% per il gruppo di prova K1, il 3,0% d'olio di lino per il grup-

po K2 e il 4,5% d'olio di lino per il gruppo K3. Nel corso dell'esperimento sono stati monitorati i seguenti parametri: massa corporea delle galline ovaiole, produzione di uova, tasso di produzione e massa delle uova. Al fine di accertare la qualità delle uova ottenute dai differenti gruppi di galline ovaiole coinvolte nell'esperimento, è stato accertato il contenuto di grassi e degli acidi grassi nei campioni di uova. È stato evidenziato un maggior contenuto di grassi statisticamente significativo ($p < 0,01$; $p < 0,05$) nelle uova provenienti dal gruppo di prova K1 rispetto al gruppo di controllo K0 e al gruppo di prova K3, mentre, rispetto al gruppo K2, non è stata riscontrata alcuna differenza statisticamente significativa. Dall'analisi degli acidi grassi nelle uova sono state accertate differenze statisticamente significative ($p < 0,01$; $p < 0,05$) nel contenuto di acidi grassi saturi, monoinsaturi, polinsaturi ω -6 e polinsaturi ω -3, così come nel rapporto tra ω -6 e ω -3.

Parole chiave: uova da tavola, olio di lino, acidi grassi, acidi grassi ω -6, acidi grassi ω -3

Sretan Uskrs



želi Vam

PRVI HRVATSKI ČASOPIS O MESU

MESO