

OBOGAĆIVANJE PERADARSKIH PROIZVODA FUNKCIONALNIM SASTOJJCIMA

Gordana Kralik, Zlata Kralik, Manuela Grčević, Z. Škrtić

Pregledni članak
Scientific review

SAŽETAK

Primarna je uloga hrane osiguravanje hranjivih tvari dovoljnih za podmirivanje nutritivnih potreba. Međutim, unazad nekoliko godina sve je više znanstvenih dokaza koji potvrđuju pretpostavke da određena hrana ili sastojci hrane imaju pozitivan fiziološki i psihološki utjecaj na zdravlje. Funkcionalna je hrana obogaćena sastojcima koji povoljno utječu na jednu ili više funkcija u organizmu. Konzumacijom funkcionalne hrane potrošač može očekivati zdravstvenu korist. Proizvodnja peradarskih proizvoda kao funkcionalne hrane izuzetno se razvija u stranim zemljama, dok je udio takvih proizvoda na domaćem tržištu prehrambenih proizvoda neznatan. Cilj je ovoga rada prikazati mogućnosti obogaćivanja peradarskih proizvoda, kao što su meso brojlera i pura te kokošja jaja, koji se mogu okarakterizirati kao funkcionalna hrana. Funkcionalni sastojci u peradarskim proizvodima su polinezasićene masne kiseline (α LNA, EPA i DHA) i antioksidansi. Obogaćivanje peradarskih namirnica navedenim sastojcima povoljnim za zdravlje predmet je mnogih istraživanja, ali je značajno u novije vrijeme proučavanje održivosti takvih proizvoda na tržištu.

Ključne riječi: peradarski proizvodi, funkcionalna hrana, selen, masne kiseline, karnozin

UVOD

Prema statističkim podacima, broj peradi u Republici Hrvatskoj u posljednjih je pet godina bio oko 10,3 milijuna. Prema procjenama u strukturi pojedinih vrsta peradi, 93% otpada na kokoši, 3% na guske, 2% na pure i 2% na patke (Raguž-určić i sur., 2006.). Proizvodnja prirasta u naznačenome razdoblju iznosila je u prosjeku godišnje 131 tisuću tona, a kokošjih jaja 813 milijuna komada. Prema podacima Statističkoga ljetopisa RH iz 2010. godine, potrošnja mesa peradi i jaja imala je uzlazni trend i 2009. godine iznosila je po glavi kućanstva 18,2 kg mesa peradi i 148 komada jaja. Ocijenjeno je da će budući trendovi u peradarstvu biti pod jakim utjecajem globalnoga tržišta, preferenciji potrošača, zahtjevima za osiguranjem standarda kvalitete i sigurnosti proizvoda, kao i dobrobiti životinja (Jez i sur., 2011.). Naša zemlja ima dobre uvjete za proizvodnju mesa peradi i jaja. Proizvođači bi trebali voditi računa o suvremenim spoznajama o prehrani stanovništva te, osim konvencionalnih proizvoda, ponuditi domaćem i inozemnom tržištu tzv. funkcionalne peradarske proizvode, čime se postiže dodatna tržišna konkurentnost i povećava

asortiman proizvoda. Izraz „funkcionalna hrana“ prvi je put korišten u Japanu sredinom 1980-ih godina, a odnosio se na hranu koja, osim što je hranjiva, sadrži i sastojke korisne za potporu određene tjelesne funkcije. Tako se znanost o prehrani ne bavi više samo osiguravanjem odgovarajuće prehrane i izbjegavanjem pothranjenosti i nedostatka hranjivih tvari, već se nastoje otkriti biološki aktivne tvari u hrani koje imaju sposobnost poboljšanja zdravlja i smanjenje rizika od nastanka bolesti (Functional Foods, The European Food Information Council, 2006.). Najčešći funkcionalni sastojci koji se koriste pri obogaćivanju peradarskih, ali i ostalih animalnih namirnica, su: selen, omega-3 masne kiseline, vitamin E i karnozin. Navedeni sastojci atraktivni su prvenstveno zbog toga što se već niz godina u razvoju funkcionalne hrane teži dizajniranju palete proizvoda za očuvanje zdravlja srca i smanjenje prekomjerne tjelesne mase, budući da su to najveći problemi modernoga načina života.

Prof.dr.sc.dr.h.c. Gordana Kralik (gkralik@pfos.hr), doc.dr.sc. Zlata Kralik, Manuela Grčević, dipl.inž., prof.dr.sc. Zoran Škrtić – Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Katedra za opću i specijalnu zootehniku, Ulica kralja P. Svačića 1d, 31000 Osijek

OBOGAĆIVANJE MESA I JAJA FUNKCIONALNIM SASTOJECIMA

Životinje i čovjek moraju unijeti selen putem hrane. Selen je u organizmu dio tridesetak proteina (selenoproteini) koji sudjeluju u metabolizmu tireoidnih hormona, radu imunološkoga sustava (naročito stanične imunosti), oblikovanju i mobilnosti sperme te radu prostate (Schrauzer, 2000.). Uloga selena (Se) u ljudskome, kao i životinjskome organizmu, opisana je u mnoštvu znanstvenih radova. Schwarz i Foltz (1958.) navode da je selen esencijalni element, koji ima važnu ulogu u preventivi nekroze jetre štakora. Rotruck i sur. (1973.) otkrili su da je selen sastavni dio enzima glutation peroksidaze (GSH-Px), čime je dokazana njegova uloga u staničnome antioksidativnome metabolizmu. Nedostatak selena u obrocima kod životinja može se očitovati kroz mnoge degenerativne promjene, bolest gušterače, slabiju reprodukciju i različite mišićne distrofije. Kao globalni problem nedostatka selena, koji dovodi do niza poremećaja i bolesti, i kod životinja i kod ljudi, njegov je nedostatak u tlu. 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 koje su deficitarne selenom. Budući da sadržaj selena u biljkama ovisi o njegovome sadržaju, ali i dostupnosti iz tla, razina selena u hrani ovisi o regiji iz koje hrana potječe (Reilly, 1998.). Moguće rješenje toga problema znanstvenici su pronašli u „dizajniranju“ proizvoda obogaćenih tim mikroelementom. Nedavna istraživanja vezana uz funkcionalnu hranu pokazala su da je dodatkom, osobito organskog oblika selena u hranu za perad, moguće povećati njegovu razinu u mesu i jajima. U istraživanju utjecaja različitih izvora selena u hrani za nesilice na sadržaj selena u jajima Tucker i sur. (2003.) navode da 0,2 ppm selena organskoga podrijetla u hrani za nesilice statistički vrlo visoko značajno ($P < 0,001$) povećava sadržaj selena u bjelanjcima i žumanjcima jaja, u odnosu na selen anorganskoga podrijetla (sadržaj selena u bjelanjku 206,6 ng/g : 125,3 ng/g, odnosno u žumanjku 638,3 ng/g : 595,1 ng/g). Surai i Sparks (2001.) navode da dodatak organskog oblika selena u hranu za nesilice u količini 0,2 ppm, odnosno 0,4 ppm u odnosu na skupinu bez dodatka selena, rezultira čak četiri do osam puta većim sadržajem selena u jestivim dijelovima jajeta (bjelanjak 50,7 ng/g: 193,7 ng/g: 403,7 ng/g i žumanjak 298,3 ng/g: 605,3 ng/g: 854,0 ng/g). Gajčević i sur. (2009.) istraživali su utjecaj dodatka različitih razina organskoga selena u hrani za nesilice na svježinu jaja i sadržaj selena u jestivome dijelu jajeta. Autori su došli do spoznaje da se povećanjem razine organskog oblika selena u hrani za nesilice s 0,2 ppm na 0,4 ppm jestivi dio jajeta obogaćuje selenom i to bjelanjak s 231,5 ng/g na 345,0 ng/g, a žumanjak 584,8 ng/g na 779,5 ng/g ($P \leq 0,05$; Tablica 1.).

Surai (2006.) dokazao je da se dodatkom organskoga selena u hranu za nesilice u količini 0,3-0,5 ppm ili mg/kg hrane povećava njegov sadržaj u jajetu. Tom razinom selena u hrani proizvode se obogaćena jaja koja

zadovoljavaju 50% propisane dnevne potrebe za tim mikroelementom kod ljudi. Trenutno se jaja obogaćena selenom mogu kupiti diljem svijeta, u Engleskoj, Irskoj, Meksiku, Kolumbiji, Maleziji, Tajlandu, Australiji, Turskoj, Rusiji i Ukrajini. Osim navedenoga, Surai (2000.) istraživao je učinak dodanoga selena i vitamina E u obroku nesilica te njihov transfer iz hrane u žumanjak jajeta i tkivo tek izvaljenih pilića. Autor ističe da je dodatak selena i vitamina E u hranu nesilica značajno utjecao na povećanje njihove koncentracije u jajetu, odnosno u jetri jednodnevnih pilića. Istraživanja vezana za uporabu selena u području proizvodnje mesa peradi koncentrirana su na tovnim pilićima. Istraživanja su temeljena na utvrđivanju utjecaja selena na proizvodne pokazatelje u tovu pilića, na kvalitetu pilećega mesa i obogaćivanje mesa navedenim mikroelementom. Cvrtila i sur. (2005.) istražili su učinak različitih izvora i sadržaja selena u hrani za toвне piliće na njegov sadržaj u pilećem mesu. Prema prezentiranim podacima, sadržaj selena u bijelome i tamnome mišićnome tkivu peradi kontrolne skupine iznosio je 0,390 mg/kg, odnosno 0,366 mg/kg, dok je utvrđeni sadržaj selena u pokusnoj skupini u bijelome, odnosno tamnome mesu bio 0,641 mg/kg i 0,789 mg/kg. Autori preporučuju uporabu organskoga selena u hrani za piliće (0,3 ppm/kg smjese), s ciljem obogaćivanja pilećega mesa tim važnim esencijalnim mikroelementom. Rezultate sukladne navedenim ističu i Ševčíková i sur. (2006.), koji u svom istraživanju navode da su pilići hranjeni smjesom koja je sadržavala 0,3 mg/kg selena organskoga podrijetla u mišićima prsa imali 217,39 μ g selena/kg tkiva, odnosno u mišićima zabataka 247,87 μ g selena/kg tkiva. Navedene vrijednosti statistički su značajno veće u odnosu na sadržaj selena u prsima (52,11 μ g/kg) i zabatcima (70,95 μ g/kg) kontrolne skupine pilića, kojoj nije dodan selen u smjesu ($P < 0,05$). Marković i sur. (2010.), u radu o uporabi organskoga selena u cilju proizvodnje funkcionalne hrane, navode da se sadržaj selena u mišićima prsa povećava u skladu s njegovim povećanjem u hrani za piliće ($P_1 = 0,3$ mg/kg, $P_2 = 0,6$ mg/kg i $P_3 = 0,9$ mg/kg hrane). Tako je utvrđen sadržaj selena u mišićima prsa skupine $P_3 = 0,61$ mg/kg, u skupini $P_2 = 0,45$ mg/kg i skupini $P_1 = 0,31$ mg/kg. Nešto manje vrijednosti selena utvrdili su u mišićima zabataka. Skupina P_1 , s najmanje selena u hrani, sadržavala je 0,29 mg/kg selena u mišićima zabataka, $P_2 = 0,43$ mg/kg i $P_3 = 0,54$ mg/kg ($P < 0,01$). Važno je istaknuti i karnozin, koji je prirodni antioksidant i koji se u novije vrijeme sve više istražuje. Karnozin je dipeptid sastavljen od L-histidina i β -alanina koji ima antioksidativno djelovanje u mišićima pilića. Njemu se pripisuje antiaging efekt, što je posebno značajno u održavanju zdravlja i vitalnosti ljudi. Kralik i sur. (2010.), u istraživanju sadržaja nutrienata i nutricina-karnozina u tamnome mesu pilića, navode da spol pilića utječe na sadržaj karnozina u mesu zabataka. Ženski pilići imaju veće količine karnozina u zabatacima u odnosu na muške piliće (339,28 μ g/g, odnosno 319,29 μ g/g). Intarapichet i Maikhunthod (2005.) u radu o sadržaju karnozina u mišićnome tkivu u odnosu na spol i genotip navode da spol životinje ima

statistički značajan utjecaj na sadržaj karnozina u tkivima (bijelo meso kokice=1200,05 $\mu\text{g/g}$, a pijetlovi=684,82 $\mu\text{g/g}$, dok su u tamnome mišiću kokice=304,88 $\mu\text{g/g}$, a pijetlovi=279,57 $\mu\text{g/g}$). Također, autori navode da genotip značajno utječe na sadržaj karnozina u tkivima pilića. Tako su u bijelome mesu četverolinijskih hibrida pilića utvrdili značajno veći sadržaj karnozina u odnosu na piliće autohtone pasmine. Haug i sur. (2008.) navode da se hranidbom pilića smjesama s povećanom razinom aminokiseline histidina može povećati sadržaj karnozina u pilećem mesu. Točnije, autori navode da 1g histidina po kg hrane povećava udio karnozina u mesu pilića za oko 64% a anserina za oko 10% u odnosu na kontrolnu smjesu. Sadržaj i profil masnih kiselina u peradarskim proizvodima ovisi o sastavu masnih kiselina u hrani. Smjese koje se danas koriste u tovu pilića baziraju se na krmivima s visokim sadržajem zasićenih masnih kiselina, u odnosu na nezasićene masne kiseline. U novije vrijeme znanstvenici su dizajnirali obroke za perad, s ciljem modificiranja masnih kiselina u mesu i jajima, na način da su primijenili različite hranidbene tretmane. Poznato je da su riblje brašno i ulje bogati izvori esencijalnih n-3 masnih kiselina eikozapentaenske i dokosaheksaenske masne kiseline (EPA i DHA), no dokazano je ako se navedena krmiva dodaju u smjesu za tov pilića u većem postotku, imaju negativan učinak na organoleptička svojstva mesa (Scaife i sur., 1994.). Veći udio ribljeg ulja u hrani za kokoši nesilice također može dovesti do negativnih organoleptičkih svojstava kod jaja (Scheideler, 1997.). Iz niza eksperimenata znanstvenici su spoznali da se kao alternativa ribljem brašnu ili ulju u pripravljanju smjesa za piliće i pure mogu koristiti laneno i repičino ulje ili sjeme (Kralik i sur., 2007.; Škrtić i sur., 2005.; Lopez-Ferrer i sur., 1999.; Lopez-Ferrer i sur., 1999.a; Ajuyah i sur., 1991.). Biljna ulja (repičino i laneno) sadrže značajne količine αLNA koja je jedna

od n-3 PUFA, ali ne sadrže EPA i DHA. U smjesama za hranidbu tovnih pilića i pura mogu se koristiti i ulja suncokreta ili soje, međutim ona su bogata nepoželjnim n-6 masnim kiselinama. Kralik (2007.) utvrdila je da je modificiranje hranidbenoga sastava smjesa utjecalo na promjene profila masnih kiselina u prsnim mišićima brojlera. Primjena hranidbenih tretmana izazvala je različitost udjela Σ n-3 PUFA ($P < 0,001$). Tretmani A i B (11,11% i 11,56%) imali su statistički značajno niže Σ n-3 PUFA u odnosu na tretmane C i D (14,70% i 14,44%). Ta je pojava posljedica variranja sadržaja αLNA , DPA i DHA u mastima mišića prsa. Najveći udjel u Σ n-3 PUFA imala je αLNA kod tretmana D (6,25%), EPA kod tretmana C (1,32%) i DHA kiselina, također kod tretmana C (8,95%) (Tablica 2.). O pilećem mesu obogaćenom n-3 masnim kiselinama izvještavaju i Zuidhof i sur. (2009.). Navedeni autori pokušali su optimizirati proizvodni sustav u tovu pilića čije će meso biti obogaćeno n-3 masnim kiselinama. Tako proizvedeno meso bilo bi plasirano na tržište kao „obogaćeni proizvod“. Međutim, autori navode da korištenje lanenoga sjemena u svrhu obogaćivanja pilećega mesa n-3 može utjecati na cijenu proizvodnje. Povećanjem udjela lanenoga sjemena, kao i produžavanjem hranidbe pilića smjesama lanom, smanjuju se konzumacija hrane, tjelesna masa i udio osnovnih dijelova u trupu. Nadalje, autori ističu da se povećanjem udjela lana u smjesi i produžavanjem hranidbe pilića takvom smjesom povećava konverzija hrane i cijena proizvodnje. Stoga su napravili procjenu s ciljem minimaliziranja troškova u proizvodnji mesa obogaćenoga n-3 masnim kiselinama. Autori ističu da je hranidba pilića posebnim smjesama (10% lanenoga sjemena) u trajanju 24 dana prije klanja pilića dovoljno vrijeme kako bi se postigao zadovoljavajući prirast i optimalan udio n-3 masnih kiselina u prsnome mišiću, dok je samo 4,5 dana dovoljno da bi se postigao optimalan udio n-3 u mišićima zabataka.

Tablica 1. Statistički pokazatelji varijabilnosti selena u žumanjcima i bjelanjcima jaja

Table 1. Statistical indicators of selenium variability in yolk and albumen of eggs

Sadržaj selena	Statistički parametar	Pokusne skupine	
		E ₁	E ₂
Bjelanjak (ng selena/g)	n	6	6
	\bar{x}	231,5 ^b	345 ^a
	s	20,2	10,1
	min	208	335
	max	258	361
	Cv, %	8,7	2,9
Žumanjak (ng selena/g)	n	6	6
	\bar{x}	584,8 ^b	779,5 ^a
	s	37,5	81,8
	min	539	706
	max	639	902
	Cv, %	6,4	10,5

E₁ = 0,2 ppm selena; E₂ = 0,4 ppm selena; ^{a, b} ($P < 0,05$); Izvor: Gajčević i sur. (2009.)

Tablica 2. Sadržaj masnih kiselina u mišićnome tkivu prsa pilića (% u sumi masnih kiselina)

Table 2. Fatty acids content of chicken breast muscular tissue (percentage of total fatty acids)

Masna kiselina	Hranidbeni tretmani – skupine				P* vrijednost
	A ($\bar{x} \pm s$)	B ($\bar{x} \pm s$)	C ($\bar{x} \pm s$)	D ($\bar{x} \pm s$)	
Σ SFA	34,64 ± 3,23	33,54 ± 3,05	33,23 ± 2,00	32,29 ± 1,98	0,374
Σ MUFA	18,46 ± 2,22 ^c	19,96 ± 1,70 ^{bc}	21,33 ± 2,83 ^b	24,34 ± 1,69 ^a	0,001
Linolna (C18:2n-6)	26,28 ± 3,73 ^a	26,01 ± 2,81 ^a	22,71 ± 1,86 ^b	21,92 ± 1,06 ^b	0,014
γ -linolenska (C18:3n-6)	0,14 ± 0,03	0,13 ± 0,02	0,13 ± 0,03	0,17 ± 0,09	0,470
Eikozadienska (C20:2)	0,99 ± 0,12 ^a	0,87 ± 0,11 ^b	0,79 ± 0,16 ^b	0,55 ± 0,15 ^c	<0,001
Eikozatrienska (C20:3n-6)	0,91 ± 0,03 ^a	0,80 ± 0,07 ^b	0,84 ± 0,11 ^{ab}	0,66 ± 0,10 ^c	<0,001
Arahidonska (C20:4n-6)	3,35 ± 0,59 ^b	3,63 ± 0,69 ^b	4,52 ± 0,88 ^a	2,33 ± 0,34 ^c	<0,001
Σ n-6 PUFA	31,67 ± 3,18 ^a	31,44 ± 3,26 ^a	29,00 ± 1,12 ^a	26,62 ± 0,96 ^b	<0,001
α -linolenska (C18:3n-3)	3,16 ± 0,44 ^a	2,37 ± 0,32 ^a	2,36 ± 0,47 ^a	6,25 ± 1,18 ^b	<0,001
Eikozapentaenska (C20:5n-3)	0,79 ± 0,12 ^b	0,93 ± 0,24 ^b	1,32 ± 0,16 ^a	1,18 ± 0,13 ^a	<0,001
Dokozapentaenska (C22:5n-3)	1,54 ± 0,24 ^b	1,82 ± 0,22 ^{ab}	2,07 ± 0,48 ^a	1,75 ± 0,17 ^{ab}	0,049
Dokozahexaenska (C22:6n-3)	5,62 ± 0,88 ^b	6,44 ± 1,27 ^b	8,95 ± 1,97 ^a	5,66 ± 0,68 ^b	<0,001
Σ n-3 PUFA	11,11 ± 0,63 ^b	11,56 ± 1,79 ^b	14,70 ± 1,93 ^a	14,44 ± 1,15 ^a	<0,001
Σ n-6 PUFA / Σ n-3PUFA	2,87 ± 0,45 ^a	2,74 ± 0,24 ^a	2,00 ± 0,30 ^b	1,78 ± 0,12 ^b	<0,001

Hranidbeni tretmani: A=2,5% suncokretovo ulje+ 2,5% riblje ulje; B= 2,5% sojino ulje + 2,5% riblje ulje; C= 2,5% repičino ulje + 2,5% riblje ulje i D = 2,5% laneno ulje i 2,5% riblje ulje; ^{a, b, c} P<0,05; Izvor: Kralik (2007.)

Salamatdoustnobar (2010.) navodi da povećanje razine repičinog ulja u hrani tovnih pura (2,5%, odnosno 5% u odnosu na kontrolnu skupinu bez dodatka ulja) značajno utječe na sadržaj EPA i DHA u mišićnome tkivu prsa. Zanimljiva istraživanja vezana za utjecaj dodatka selena u hranu na sadržaj masnih kiselina u mišićnome tkivu zabataka iznose Haug i sur. (2007.). Autori utjecaj selena na povećanje EPA, DPA i DHA u mišićima zabataka tumače pretpostavkom da se aktivnost Δ^6 -, Δ^5 - i Δ^4 -desaturaze i elongaze, koji kataliziraju elongaciju i desaturaciju masnih kiselina manjega lanca u masne kiseline većega lanca, može povećati visokim unosom selena ili da taj unos dovodi do smanjene brzine degradacije dugolančanih masnih kiselina u procesima peroksidacije. Škrtić i sur. (2007.) istraživali su utjecaj različitih ulja na profil masnih kiselina u žumanjcima

jaja. Kokoši nesilice kontrolne skupine dobivale su hranu sa 6% suncokretovog ulja, a nesilice pokusne skupine u hrani dobivale su kombinaciju repičinog (4%) i ribljeg ulja (2%). Utvrđen je statistički značajno manji sadržaj (P<0,001) nepoželjnih zasićenih masnih kiselina u lipidima žumanjaka pokusne u odnosu na kontrolnu skupinu. Pokusna skupina imala je značajno veći (P<0,001) sadržaj MUFA, kao i n-3 PUFA u lipidima žumanjaka nego kontrolna skupina. Također, povoljniji omjer n-6/n-3 PUFA (P<0,001) utvrđen je u žumanjcima jaja pokusne skupine nesilica (Tablica 3.). Kralik i sur. (2008.) navode da se korištenjem kombinacije ribljeg, odnosno lanenog ulja u hrani za nesilice, i to u količini od 5%, može obogatiti jaje poželjnim n-3 PUFA. Autori navode najmanji omjer n-6/n-3 PUFA (2,49) kod skupine nesilica, gdje je hrana sadržavala 2,5% ribljeg ulja i 2,5% lanenog ulja.

Tablica 3. Sadržaj masnih kiselina u žumanjku (% od ukupnih masnih kiselina)

Table 3. Fatty acids content of egg yolk (percentage of total fatty acids)

Masna kiselina	Kontrolna skupina	Pokusna skupina	t-test
Σ SFA	35,42	31,56	***
Σ MUFA	40,43	47,73	***
Σ n-6 PUFA	23,80	17,40	***
Σ n-3 PUFA	0,38	3,20	***
Σ n-6 PUFA/ Σ n-3 PUFA	62,63	5,44	***

*** P<0,001; Izvor: Škrtić i sur. (2007.)

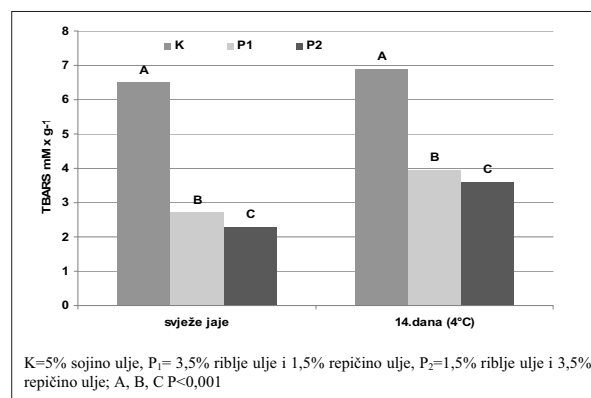
UTJECAJ FUNKCIONALNIH SASTOJAKA NA ODRŽIVOST PERADARSKIH PROIZVODA

Funkcionalni sastojci, posebice antioksidansi, imaju značajan utjecaj na povećanu održivost peradarskih proizvoda, posebno onih obogaćenih omega-3 masnim kiselina, koje su zbog svoje nezasićenosti sklone povećanoj oksidaciji. Oksidativni procesi značajan

su čimbenik kvarenja peradarskih proizvoda obogaćenih omega-3 masnim kiselinama. Meso i jaja peradi moguće je obogatiti funkcionalnim sastojcima putem hranidbe peradi, dizajniranjem obroka. Različiti istraživači proučavali su utjecaj navedenih antioksidanata na održivost peradarskih proizvoda. Kvaliteta i produžena svježina peradarskih proizvoda jamče njihovu prodaju, budući da su to osobine koje potrošači traže. Kralik i sur. (2007.)

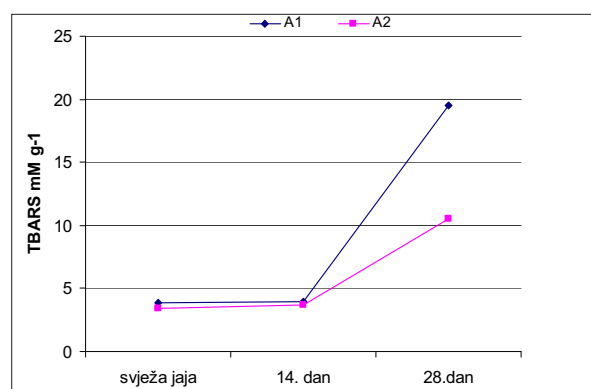
istraživali su utjecaj različitih ulja u hrani za nesilice na sadržaj n-3 PUFA i TBARS vrijednosti u žumanjcima jaja. Nesilice su bile podijeljene u tri skupine. K skupina nesilica u smjesi dobivala je 5% sojinog ulja, pokusna skupina P₁ 3,5% ribljeg i 1,5% repičinog ulja, a pokusna skupina P₂ u smjesi je dobivala 1,5% ribljeg ulja i 3,5% repičinog ulja. Smjese su bile izbalansirane na razini 17% sir. bjelančevina i 11,60 MJ/kg ME. Rezultati istraživanja pokazali su da je sadržaj α LNA, EPA i DHA bio najpovoljniji u žumanjcima jaja kod P₁ skupine, zatim slijedi P₂ skupina i, na kraju, K skupina. Na Slici 1. prikazane su vrijednosti lipidne peroksidacije u žumanjcima jaja u dva termina mjerenja. Utvrđene su statistički značajne razlike ($P < 0,001$) u vrijednostima lipidne peroksidacije u žumanjcima svježih i 14 dana čuvanih jaja u hladnjaku (+4°C).

Činjenice ukazuju da je selen prirodni antioksidans koji štiti organizam od utjecaja slobodnih radikala. Tako je u istraživanju utjecaja izvora selena (anorganski i organski) na promjene Haugh jedinica (HJ), vrijednosnoga broja (VB) i stupnja starenja (SS) tijekom čuvanja jaja 28 dana na +4°C Gajčević (2007.) dobila sljedeće vrijednosti prikazane u Tablici 4. Nadalje, autorica je prilikom analize jaja podrijetlom od kokoši koje su hranjene smjesama s dodatkom 0,2 ppm anorganskog (A₁), odnosno organskog (A₂) selena, utvrdila kako su jaja iz skupine A₂ bila kvalitetnija od jaja iz skupine A₁. Bolju kvalitetu jaja održala su sve do 28. dana čuvanja na +4°C. Određivanje TBARS-a pokazalo je statistički značajne razlike ($P < 0,001$) u žumanjcima između skupina jaja u sva tri termina mjerenja (Slika 2.).



Slika 1. Intenzitet lipidne peroksidacije u žumanjcima jaja (Kralik i sur., 2007.)

Figure 1. Lipid peroxidation intensity of eggs yolk (Kralik et al., 2007)



Slika 2. Utjecaj hranidbenih tretmana A₁ (selen anorganskoga podrijetla) i A₂ (selen organskoga podrijetla) na intenzitet lipidne peroksidacije u žumanjcima jaja (Gajčević, 2007.)

Figure 2. Effect of A₁ (selenium of inorganic origin) and A₂ (selenium of organic origin) feeding treatments on lipid peroxidation intensity of eggs yolk (Gajčević, 2007)

Tablica 4. Kvalitativni pokazatelji jaja tijekom čuvanja na +4°C

Table 4. Qualitative indicators of eggs stored at +4°C

Pokazatelj	1. dan		14. dan		28. dan	
	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂
HU	88,63	90,06	82,48	84,35	79,76	80,55
VB	60,20	60,46	59,44	59,72	57,51	58,20
SS	1,08	1,02	1,82	1,22	3,29	2,68

A₁ = selen anorganskoga porijekla; A₂ = selen organskoga porijekla; Izvor: Gajčević (2007.)

Više vrijednosti TBARS-a utvrđene kod A₁ skupine jaja (3,82; 3,91 i 19,53 mM·g⁻¹) u odnosu na A₂ skupinu (3,41; 3,66 i 10,52 mM·g⁻¹) pokazuju veći opseg lipidne peroksidacije. Organski selen u jajima bio je učinkovitiji od anorganskog u očuvanju svježine jaja. Vitamin E i selen djelujući zajedno pokazuju bolju antioksidativnu zaštitu od pojedinog antioksidanta. U životinjskim stanicama selen, kao sastavni dio selenoproteina, djeluje kao prva, a vitamin E u staničnim membranama kao druga

linija obrane od oksidacije. Selen sprječava stvaranje slobodnih radikala, dok vitamin E sprječava nastanak i širenje lančane reakcije oksidacije (Surai, 2006.). Karnozin, također, pokazuje antioksidativno djelovanje koje se pojačava u kombinaciji s vitaminom E (O'Neill i sur., 1998.). Zouari i sur. (2010.) u istraživanju utjecaja vitamina E iz hrane na stabilnost lipida i boje u mesu zabataka pilića, zaključuju da dodatak vitamina E u udjelu već od 200 mg/kg hrane tijekom zadnjih 20 dana

tova učinkovito smanjuje oksidaciju lipida u svježem mesu zabatka tijekom čuvanja u hladnjaku. Higgins i sur. (1998.) istraživali su utjecaj vitamina E iz hrane na njegovu pohranu u mišićima pura i održivost kuhanoga purećega mesa. Zaključili su da dodatak tokoferil acetata u udjelima od 300 i 600 mg/kg hrane značajno smanjuje lipidnu oksidaciju u uzorcima kuhanih purećih prsa, u usporedbi s uzorcima iz skupina pure koje su u hrani dobivale 20 mg/kg tokoferil acetata. Selen se u hranu životinja dodaje najčešće u organskom obliku, jer se tako učinkovito povećava razina selena u mesu i jajima peradi. Kao sastavni dio antioksidativnih enzima, pozitivno djeluje na smanjenje oksidacije lipida i povećanje održivosti peradarskih proizvoda. Organski selen pozitivno djeluje na održanje kvalitete jaja tijekom skladištenja. Utvrđeno je da utječe na povećanje aktivnosti glutation peroksidaze, čime se smanjuje lipidna peroksidacija u žumanjcima (Yaroshenko i sur., 2003.) te da djeluje na poboljšanje vrijednosti Haughovih jedinica tijekom skladištenja jaja (Pan i Rutz, 2003.). Vitamin E, također, povoljno utječe na održivost omega-3 jaja tijekom skladištenja. Sharyar i sur. (2010.) u svom istraživanju zaključuju da dodatak vitamina E od 60 ili 120 mg/kg hrane utječe na povećanje oksidativne stabilnosti jaja skladištenih na +4°C tijekom 30 i 60 dana. Kombinacija povećanih razina vitamina E i selena u hrani nesilica utječe na daljnje smanjenje osjetljivosti lipida žumanjka na oksidaciju, u usporedbi s utjecajem pojedinog antioksidanta (Mohiti-Asli i sur., 2008.). Surai i Dvorska (2002.) istraživali su utjecaj različitih kombinacija vitamina E i selena u hrani na peroksidaciju lipida u prsnome mišiću nesilica tijekom produženoga skladištenja. Njihovi rezultati pokazuju da kombinacija od 100 mg/kg vitamina E i 0,4 mg/kg selena najučinkovitije smanjuje oksidaciju lipida u prsnome mišiću nesilica skladištenjem na -20°C tijekom 24 mjeseca. Skrivan i sur. (2008.) potvrđuju da dodatak selena u hranu brojlera prouzrokuje povećanje razina selena i vitamina E u mesu brojlera te se tako može spriječiti oksidacija prsnoga mišića tijekom skladištenja. Iz navedenih rezultata vidljivo je sinergističko djelovanje selena i vitamina E u produženju održivosti mesa i jaja peradi utjecajem na smanjenje nepoželjnih oksidativnih procesa. Posljednjih godina istražuje se antioksidativno djelovanje karnozina u mesu peradi. Karnozin je dipeptid koji se prirodno nalazi u mišićnome tkivu i kao takav pruža veliku mogućnost uporabe u prehrambenim proizvodima. U istraživanju o utjecaju karnozina na kvalitetu mesa brojlera i oksidativnu stabilnost, Hu i sur. (2009.) zaključuju da karnozin iz hrane značajno utječe na smanjenje TBARS vrijednosti u prsima i zabatcima brojlera. O'Neill i sur. (1999.) istraživali su zajednički utjecaj vitamina E iz hrane i karnozina dodanog u meso zabatka pripremljenoga za pečenje. Rezultati su pokazali da kombinacija karnozina dodanog u meso (1,5%) i α -tokoferola dodanog u hranu (200 mg/kg hrane) brojlera pokazuje najveću stabilnost lipida i kolesterola u mesu te da se tako osigurava veća antioksidativna zaštita proizvoda, nego primjenom svakog antioksidanta zasebno.

ZAKLJUČAK

Na temelju podataka navedenih u ovome radu, može se zaključiti da je proizvodnja peradarskih proizvoda obogaćenih funkcionalnim sastojcima ostvariva modifikacijom obroka peradi, pri čemu se u obzir moraju uzeti cijene, i sirovina i konačnoga proizvoda. Obogaćivanjem mesa i jaja peradi navedenim funkcionalnim sastojcima dobivaju se lako dostupni i, što je još važnije, nutritivno visoko kvalitetni prehrambeni proizvodi.

ZAHVALA

Ovaj rad dio je projekta „Specifičnosti rasta svinja i peradi i kakvoća proizvoda“ br. (079-0790566-0567), koji financira Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa RH.

LITERATURA

1. Ajuyah, A.O., Lee, K.H., Hardin, R.T., Sim, J.S. (1991): Changes in the yield and in the fatty acid composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chickens fed full-fat oil seeds. *Poult. Sci.* 70: 2304-2314.
2. Cvrtila, Ž., Kozačinski, L., Hadžiosmanović, M., Milinović-Tur, S., Filipović, I. (2005): Značenje selena u mesu peradi. *Stočarstvo* 59(4): 281.-287.
3. Functional Foods, The European Food Information Council, 06/2006, www.eufic.org.
4. Gajčević, Z. (2007): Utjecaj selena i vitamina E na fizikalno kemijske osobine i očuvanje svježine jaja. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
5. Gajčević Z., Kralik, G., Has-Schön, E., Pavić, V. (2009): Effects of organic selenium supplemented to layer diet on table egg freshness and selenium content. *Ital.J.Anim.Sci.* (8): 189-199.
6. Haug A., Rune Rødbotten R., Mydland L.T., Christophersen O.A. (2008): Increased broiler muscle carnosine and anserine following histidine supplementation of commercial broiler feed concentrate *Acta Agriculturae Scand. Section A*, 58: 71-77.
7. 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.
8. Higgins, F.M., Kerry, J.P., Buckley, D.J., Morrissey, P.A. (1998): Effect of Dietary α -Tocopherol Acetate Supplementation on α -Tocopherol Distribution in Raw Turkey Muscles and Its Effect on the Storage Stability of Cooked Turkey Meat. *Meat Science*, 50(3): 373-383.
9. Hu, X., Hongtrakul, K., Ji, C., Ma, Q., Guan, S., Song, C., Zhang, Y., Zhao, L. (2009): Effects of Carnosine on Growth Performance, Carcass Characteristics, Meat Quality and Oxidative Stability of Broiler Chickens. *J. Poult. Sci.* 46: 296-302.
10. Intarapichet, K.O., Maikhunthod, B. (2005): Genotype and gender differences in carnosine extracts and antioxidant activities of chicken breast and thigh meats. *Meat Science* 71: 634-642.

11. Jez, C., Beaumont, C., Magdelaine, P. (2011): Poultry production in 2005: learning from future scenarios. *World Poultry Sci. J.* 67: 105-113.
12. Kralik, G., Medić, H., Marušić, N., Gajčević-Kralik, Z., Kičeeć, Z. (2010.): Sadržaj nutrienata i nutricina-karnozina u tamnome mesu pilića. *Poljoprivreda* 16(1): 62-66.
13. Kralik, G., Gajčević, Z., Škrtić, Z. (2008): The effect of different oil supplementations on laying performance and fatty acid composition of egg yolk. *Italian Journal of Animal Science* 7:173-183.
14. Kralik, G., Škrtić, Z., Gajčević, Z., Hanžek, D. (2007): Utjecaj različitih ulja u hrani za nesilice na kvalitetu jaja i sadržaj masnih kiselina u žumanjku jajeta. *Krmiva* 49(3):115.-125.
15. Kralik, G. (2007): Omega pilići. Tehnološki projekt, str. 1-137.
16. Lopez-Ferrer, S., Baucells, M.D., Barroeta, A.C., Grashorn, M.A. (1999): Influence of vegetable oil sources on quality parameters of broiler meat. *Archiv für Geflügelkunde* 63: 29-35.
17. Lopez-Ferrer, S., Baucells, M.D., Barroeta, A.C., Grashorn, M.A. (1999a): N-3 Enrichment of chicken meat using fish oil: Alternative substitution with rapeseed and linseed oils. *Poult. Sci.* 78: 356-365.
18. Marković, R., Baltić, Ž., Petrukić, B., Radulović, S., Krstić, M., Šefer, D., Šperanda, M. (2010.): Primjena organskog oblika selena u hranidbi brojlera. *Krmiva* 51(5): 287.-295.
19. Mohiti-Asli, M., Shariatmadari, F., Lotfollahian, H., Mazuji, M.T. (2008): Effects of supplementing layer hen diets with selenium and vitamin E on egg quality, lipid oxidation and fatty acid composition during storage. *Can. J. Anim. Sci.* 88:475-483.
20. O'Neill, L.M., Galvin, K., Morrissey, P.A., Buckley, D.J. (1998): Inhibition of lipid oxidation by carnosine and dietary α -tocopherol supplementation and its determination by derivative spectrophotometry. *Meat Science* 50(4): 479-488.
21. O'Neill, L.M., Galvin, K., Morrissey, P.A., Buckley, D.J. (1999): Effect of carnosine, salt and dietary vitamin E on the oxidative stability of chicken meat. *Meat Science* 52: 89-94.
22. Pan, E.A., Rutz, F. (2003): Sel-Plex for layers: egg production and quality responses to increasing level of inclusion. Poster presented at Alltech's 19th Annual Symposium on Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, Lexington, Kentucky, May 12-14, 2003.
23. Raguž-Đurić, R., Žutinić, Đ., Kolega, A., Mužić, S., Savić, V., Prukner-Radovčić, E. (2006): Croatian poultry production in transition. *World Poultry Sci. J.* 62: 354-360.
24. Reilly, C. (1998): Selenium: A new entrant into functional food arena. *Trends in Food Science and Technology* 9: 114-118.
25. Rotruck, J.T., Pope, A.L., Ganther, H.E., Swanson, A.B., Hafeman, D.G., Hoekstra, W.G. (1973): Selenium: biochemical role as a component of glutathione peroxidase. *Science* 179: 588-590.
26. Salamatdoustnobar, R. (2010): Turkey Breast Meat Change of EPA and DHA Fatty Acids Content During Fed Canola Oil. *Global Veterinaria* 5 (5): 264-267.
27. Scaife, R.J., Moyo, J., Galbraith, H., Michie, W., Campbell, V. (1994): Effect of dietary supplemental fats and oils on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers. *Brit. Poult. Sci.* 35: 107-118.
28. Scheideler, S.E. (1997): Studies of consumer acceptance of high omega-3 fatty acid-enriched eggs. *J. Appl. Poultry Res.* 6-137146.
29. Schrauzer, N.G. (2000): Selenomethionine: a review of its nutritional significance, metabolism and toxicity. *The Journal of Nutrition* 130: 1653-1656.
30. Schwarz, K., Foltz, C.M. (1958): Factor 3 activity of selenium compounds. *J. Biol. Chem.* 233: 245.
31. Ševčikova, S., Skřivan, M., Dlouha, G., Koucky, M. (2006): The effect of selenium source on the performance and meat quality of broiler chickens. *Czech. J. Anim. Sci.* 51: 449-457.
32. Shahryar, H.A., Salamatdoust, R., Chekani-Azar, S., Ahadi, F., Vahdatpoor, T. (2010): Lipid oxidation in fresh and stored eggs enriched with dietary ω 3 and ω 6 polyunsaturated fatty acids and vitamin E and A dosages. *African Journal of Biotechnology* 9(12): 1827-1832.
33. Skřivan, M., Dlouha, G., Mašata, O., Ševčikova, S. (2008): Effect of dietary selenium on lipid oxidation, selenium and vitamin E content in the meat of broiler chickens *Czech J. Anim. Sci.*, 53 (7): 306-311
34. Skřivan, M., Ševčikova, S., Dlouha, G., Tumova, E., Ledvinka, Z. (2006): Enhancement of vitamin E and A in animal products. Patent Application. Office of Industrial Proprietorship, Czech Republic.
35. Škrtić, Z., Kralik, G., Hanžek, D. (2005): The influence of different fat sources on fattening of turkeys and composition of fatty acids in breast muscles. *Italian Journal of Animal Science*, 4(3): 91-94.
36. Škrtić, Z., Kralik, G., Gajčević, Z., Bogut, I., Hanžek, D. (2007): The increase of the n-3 PUFA content in eggs. *Poljoprivreda* 13(2): 47-52.
37. Statistički ljetopis (2010.)
38. Surai, P.F. (2000): Effect of the selenium and vitamin E content of the material diet on the antioxidant system of the yolk and developing chick. *British Poultry Science*, 41: 235-243.
39. Surai, P.F. (2006): Selenium in Nutrition and Health. Nottingham University Press.
40. Surai, P.F., Dvorska, J.E. (2002): Effect of selenium and vitamin E content of the diet on lipid peroxidation of breast muscle tissue of broiler breeder hens during storage. *Proc. Aust. Poult. Sci. Sym.* 2002, 187-192.
41. Surai, P.F., Sparks, N.H.C. (2001): Designer eggs: from improvement of egg composition to functional food. *Trends Food Sci. Tech.* 12:7-16.
42. Tucker, L., Kenyon, S., Spring, P. (2003): Egg selenium Concentrations in breeder hens fed diets with selenium derived from different sources. XVIth European Symposium on the Quality of Poultry Meat and Xth European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Product, France, CD, pp 1060-1063.

43. Yaroshenko, F.A., Dvorska, J.E., Surai, P.F., Sparks, N.H.C. (2003): Selenium/vitamin E enriched eggs: nutritional quality and stability during storage. Poster presented at Alltech's 19th Annual Symposium on Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, Lexington, Kentucky, May 12-14, 2003.
44. Zouari, N., Elgharbi, F., Fakhfakh, N., Ben Bacha, A., Gargouri, Y., Miled, N. (2010): Effect of dietary vitamin E supplementation on lipid and colour stability of chicken thigh meat. *African Journal of Biotechnology* 9(15): 2276-228.
45. Zuidhof, M.J., Betti, M., Korver, D.R., Hernandez, F.I.L., Schneider, B.L., Carney, V.L., Renema, R.A. (2009): Omega-3 enriched broiler meat: 1. Optimization of a production system. *Poult. Sci.* 88: 1108–1120.

ENRICHMENT OF POULTRY PRODUCTS WITH FUNCTIONAL INGREDIENTS

SUMMARY

Primary role of food is to provide nutritive stuffs in sufficient amounts to meet nutritive requirements. However, recent scientific findings confirm assumptions that particular food or its ingredients had positive physiological and psychological effects on health. Functional food is referred to food rich in ingredients, having beneficial effects on one or more functions in an organism. By consuming functional food consumers can expect some health benefits. Production of poultry products as functional food is getting more important on foreign markets while portion of such products on domestic food market is insignificant. The aim of this paper is to present possibilities for enrichment of poultry products, such as broiler and turkey meat and chicken eggs, as they can be characterized as functional food. Functional ingredients in poultry products are polyunsaturated fatty acids (α LNA, EPA and DHA) and antioxidants. Enrichment of poultry products with the stated ingredients that are beneficial for human health is subject of many researches, and only recently have researches been directed towards assessment of market sustainability of such products.

Key-words: *poultry products, functional food, selenium, fatty acids, carnosine*

(Primljeno 15. prosinca 2011.; prihvaćeno 26. ožujka 2012. - Received on 15 December 2011; accepted on 26 March 2012)