

MIJENJANJE PROFILA MASNIH KISELINA U MIŠIĆNOM TKIVU BROJLERA

CHANGING THE PROFILE OF FATTY ACIDS IN MUSCLE TISSUE OF BROILERS

Gordana Kralik, S. Ivanković, Z. Škrtić

Pregledno znanstveni članak
UDK: 636.5.;636.085.14.
Primljeno: 15. svibanj 2002.

SAŽETAK

U razvijenim zemljama kvalitetnoj prehrani ljudi pridaje se posebna važnost. U dijetetske proizvode ubraja se i meso pilića koje je bogato bjelančevinama i sadrži nizak udio masti. Osim ukusnosti, potrošači zahtijevaju i pozitivan učinak mesa tovni pilića na zdravlje ljudi. Pri tome posebnu ulogu imaju PUFA n-3, kao i odnos PUFA n-6/PUFA n-3 u mesu pilića. Utvrđeno je kako PUFA n-3 imaju važnu ulogu u prevenciji bolesti uzrokovanih stresom ili nepravilnom prehranom, smanjuju rizik od oboljenja srca i psorijaze te su neophodne za normalan razvoj moždanog i živčanog tkiva. Tovni pilići odlično usvajaju PUFA n-3 iz krmnih smjesa i odlažu u vlastito mišićno i masno tkivo. Potrošnjom mesa pilića proizvedenog na temelju znanstvenih spoznaja o mogućnostima promjene profila masnih kiselina pozitivno se utječe na zdravlje ljudi.

U radu se navode dosadašnje spoznaje o mijenjanju profila masnih kiselina u mišićnom tkivu pilića. Navedene su dnevne potrebe ljudi za linolenskom kiselinom, DHA i EPA. Raspravlja se o krmivima bogatim PUFA n-3 i njihovom utjecaju na tovna i klaonička obilježja tovni pilića. Preporuča se korištenje krmiva koja utječu na smanjivanje odnosa PUFA n-6/PUFA n-3 u mesu pilića. Istaknuti su pozitivni i negativni učinci različitih krmiva na mogućnost obogaćivanja mesa pilića s PUFA n-3 te promjenu okusa i mirisa mesa peradi.

Ključne riječi: brojleri, meso, PUFA n-3, PUFA n-6, masna kiselina

UVOD

Meso pilića smatra se dijetetskim proizvodom. Odlikuje se visokom razinom punovrijednih bjelančevina, a niskom razinom masti. Kemijski sastav mesa brojlera ovisi o različitim čimbenicima od kojih su najbitniji: dob, tjelesna regija, način držanja, vrsta krmiva, kao i sastav obroka s kojim se pilići hrane. Iako meso peradi sadrži svega 1,5%

do 6% masti (ovisno o vrsti mesa), postoje nastojanja znanstvenika da se hranidbom tijekom uzgoja peradi utječe na profil masnih kiselina u

Prof. dr. sc. Dr. h. c. Gordana Kralik, redoviti profesor, mr. sc. Zoran Škrtić, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Zavod za zootehniku, Trg sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska; Mr. sc. Stanko Ivanković, Sveučilište u Mostaru, Agronomski fakultet, Trg hrvatskih velikana 1, 88000 Mostar, Bosna i Hercegovina.

lipidima mišićnog tkiva. Ukusnost mesa je glavni kriterij tržišne kakvoće i u pozitivnom je odnosu sa sadržajem masti, koja je sastavljena uglavnom od zasićenih i mononezasićenih masnih kiselina. Međutim, zahtjevi potrošača na prijelazu u novo stoljeće očituju se ne samo za ukusnim mesom, nego i takvim mesom koje će imati pozitivno djelovanje na zdravlje ljudi. Prema tome, kao dodatni kriterij pri izboru mesa peradi javlja se, uz ukusnost, i niska razina masti modificiranog sastava masnih kiselina. Sve navedeno utječe na promjene načina hranidbe životinja te je u lancu proizvodnje hrane (biljka - životinja - čovjek) neophodna promjena suvremenih znanstvenih spoznaja kako bi namirnice životinjskog podrijetla imale pozitivno djelovanje na ljudsko zdravlje. Posebnu ulogu u tome imaju PUFA n-3, kao i odnos PUFA n-6/PUFA n-3 u mesu pilića.

KLASIFICIRANJE OSNOVNIH MASNIH KISELINA

Ovisno o metabolizmu u životinja, masne kiseline mogu se klasificirati u tri serije (Okuyama i Ikemoto, 1999.):

1. zasićene i mononezasićene masne kiseline:
 - zasićene masne kiseline (C16:0, C18:0, životinjska mast),
 - mononezasićene masne kiseline (C16:1, C18:1, životinjska mast, maslinovo ulje, suncokretovo ulje);
2. polinezasićene masne kiseline n-6 serije:
 - linolna kiselina (LA, C18:2, n-6)
 - gama linolenska kiselina (GLNA, C18:3, n-6)
 - dihomogama linolenska kiselina (DGLNA, C20:3, n-6)
 - arahidonska kiselina (AA, C20:4, n-6) (trave, soja, kukuruz);
3. polinezasićene masne kiseline n-3 serije:
 - alfa linolenska kiselina (α LNA C 18:3, n-3: trave, fitoplankton, repičino ulje)
 - eikozapentaenska kiselina (EPA, C20:5, n-3)
 - dokozaheksaenska (DHA, C22:6, n-3: modificirani animalni proizvodi).

Tijekom metabolizma suvišak energije iz ugljikohidrata i bjelančevina pretvara se u zasićene i mononezasićene masne kiseline. LA i α LNA kiseline životinje ne mogu sintetizirati i zato im se moraju davati putem hrane. U životinjskim stanicama masne naslage (neutralne masti) sastoje se uglavnom od zasićenih i mononezasićenih masnih kiselina i manjih količina LA. Visokonezasićene masne kiseline, kao AA, EPA i DHA inkorporiraju se u fosfolipide i nalaze se kao nevidljive masti u tkivu.

DOSADAŠNJE SPOZNAJE

Znanstveni pristup problemu obogaćivanja mesa peradi polinezasićenim n-3 masnim kiselinama započeo je spoznajom o njihovoj važnosti za ljudsko zdravlje. Masne kiseline n-3 serije imaju važnu ulogu u prevenciji bolesti uzrokovanih stresom ili nepravilnom prehranom, smanjuju rizik od oboljenja srca i psorijaze te su neophodne za normalan razvoj moždanog i živčanog tkiva (Leaf i Weber, 1988.; Barlow i Pike, 1991.; Albrecht i Klein, 1995.). Polinezasićene n-3 masne kiseline utječu na poboljšanje opskrbe stanica i tkiva kisikom tako da smanjuju viskoznost krvi i povećavaju brzinu strujanja u krvnim žilama za 1,7 puta.

Smatra se kako se dnevnim unosom PUFA n-3 masnih kiselina u količini od 5 do 6 g snižava sistolični i dijastolični krvni tlak kod normalne tenzije, ali i u osoba s blagom hipertenzijom (Norris i Jones, 1986.; Yetiv, 1988.; Holub, 1988.).

Prirodne masti sastavljene su od masnih kiselina. U prirodnom obliku poznato je više od 40 različitih masnih kiselina. Prirodne masne kiseline sastavljene su najvećim dijelom od parnog broja ugljikovih atoma, zato što se sintetiziraju od jedinica sastavljenih od dva ugljikova atoma. Sadrže kiselinsku (COOH) skupinu i dugi nerazgranati ugljikov lanac. S obzirom na vezu između dva susjedna ugljikova atoma u lancu, masne kiseline dijele se na zasićene i nezasićene. U zasićenim masnim kiselinama svi ugljikovi atomi u nizu međusobno su povezani jednostrukim vezama, dok se u nezasićenim masnim kiselinama u lancu ugljikovih atoma pojavljuje jedna ili više dvostrukih

veza. Masne kiseline s dvije ili više dvostrukih veza nazivaju se polinezasićenim masnim kiselinama. Alfa-linolenska, arahidonska i linolna kiselina esencijalni su sastojci hrane za perad, zato što se tijekom njihove biosinteze ne mogu uvesti dvostruke veze iza devetog ugljika u lancu masnih kiselina (Stryer, 1991.). Dnevne potrebe odraslih osoba za linolnom kiselinom su 2 do 3% od ukupne energije obroka a za dojenčad i djecu 1 do 3%. Potrebe za linolenskom kiselinom su 3 g za odrasle te 1,22 g za djecu i dojenčad, dok se dnevne potrebe za DHA i EPA kreću od 350 do 400 mg (Szollar, 1990.).

Probava i resorpcija masti u organizmu peradi obavlja se gotovo isključivo u tankom crijevu, jer samo tamo postoje optimalni uvjeti za probavu masti tj: vrlo aktivna pankreasna lipaza i mogućnost emulgiranja masti pomoću žučnih kiselina. Resorpcija masnih kapljica iz tankog crijeva u krvne kapilare nije moguća ako su kapljice veće od 0,5 mikrona (Stilinović, 1993.). Nakon resorpcije, iz crijeva mast se u obliku sićušnih kapljica - hilomikrona krvlju transportira do odredišnih organa, najčešće jetre i mišića, gdje služi kao energetsko gorivo ili se odlaže u masnim tkivima i jetri (Sapir i sur., 1997.). Stupanj zasićenosti masti iz hrane utječe na njihov metabolizam i akumulaciju u organizmu (Sanz i sur., 2000.).

U mastima pilića najzastupljenije su palmitinska (C16:0, 15 do 20%) i stearinska (C18:0, 5%) od zasićenih te oleinska (C18:1, 30%) i linolna (C18:2, 40%) od nezasićenih kiselina.

Ako se perad ne hrani krmivima bogatim polinezasićenim n-3 masnim kiselinama, udio α -linolenske (C18:3) i arahidonske kiseline (C20:4) manji je od 1%, dok su eikozapentaenska (EPA, C20:5) i dokozaheksaenska kiselina (DHA, C22:6) zastupljene u tragovima (Scaife i sur., 1990.).

Riblje ulje i brašno predstavljaju krmiva vrlo bogata polinezasićenim n-3 masnim kiselinama. Međutim, njihovom uporabom u obrocima za perad meso i jaja poprimaju tzv. "riblji" miris i okus koji je potrošačima odbojan (Hargis i sur., 1991.; Scaife i sur, 1994.). Krmiva biljnog podrijetla u obroke za perad se dodaju kako bi se poboljšao profil masnih kiselina u mesu i jajima, uz zadovoljavajući okus proizvoda (Chanmugam i sur, 1992.; Ajuyah i sur,

1993.). Krmiva poput uljane repice i lana te njihovi nusproizvodi predstavljaju dobar izvor α -linolenske kiseline, ali su siromašna ili ne sadrže eikozapentaensku i dokozaheksaensku kiselinu u odnosu na riblje ulje.

Brašno i ulje haringe pokazali su se dobrim izvorom PUFA n-3 masnih kiselina za tovnne piliće (Hulan i sur, 1988), ali s napomenom kako su istraživani pilići imali manju tjelesnu masu ($P < 0,01$), lošiju konzumaciju ($P < 0,05$) i slabiju konverziju hrane ($P < 0,05$). Na temelju provedenog istraživanja izračunato je da u 100 g mesa pilića hranjenih krmnom smjesom u koju je dodano 12% ribljeg brašna, u prosjeku sadrži 197 mg polinezasićenih n-3 masnih kiselina. Dodatkom ulja haringe (5%) postiže se veći sadržaj PUFA n-3 u krvnoj plazmi, jetri i srcu kod pilića (Phetteplace i Watkins, 1992.). Dodatkom ribljeg ulja povećava se sadržaj DHA u spermatozoidima pjetlića (Kelso i sur, 1997.). Polinezasićene n-3 masne kiseline iz ribljeg ulja značajno utječu i na poboljšanje imuniteta tovnih pilića. Fritsche i Cassity (1992.) utvrdili su značajno višu ($P < 0,05$) koncentraciju antitijela kod pilića hranjenih s dodatkom ribljeg ulja (7%) u odnosu na piliće hranjene s krmnim smjesama koje su sadržavale jednake udjele svinjske masti, kukuruznog ulja i lanenog ulja. Rasplodne nesilice teških hibrida koje su hranjene krmnim smjesama s 3% ribljeg ulja, u odnosu na nesilice hranjene s istom količinom masti u krmnoj smjesi, nesu jaja manje mase (52,7 g : 55,8 g), imaju veći broj razlupanih jaja, nešto nižu razinu kolesterola te statistički visoko značajno veći ($P < 0,001$) udio polinezasićenih n-3 masnih kiselina (Herstad i sur., 1997.).

Uljana repica upotrebljava se kao sastavni dio obroka za perad otkako je krajem '40-tih godina XX. stoljeća otkriven važan utjecaj masti na prirast tjelesne mase. Široka primjena ovog krmiva bila je ograničena zbog visokog sadržaja eruka kiseline i glukozinolata u sjemenu. Stvaranjem tzv. "00" sorti uljane repice (manje od 0,2% eruka kiseline i 8 do 12 mmola glukozinolata/g sjemena) započelo je značajnije korištenje ovog krmiva u obrocima za perad. Tijekom '80-ih godina prošlog stoljeća (Hulan i sur., 1984.; Menkin i sur., 1989.) objavljuju se radovi u kojima se ističu pozitivni učinci tova pilića krmnim smjesama koje su sadržavale repičino ulje.

Tablica 1. Sastav masnih kiselina (%) u trbušnom masnom tkivu i u prsnim mišićima ženskih pilića (Scaife i sur., 1994.)
Table 1. Fatty acid composition (%) in abdominal fatty tissue in breast muscles of female chickens (Scaife et al., 1994)

Masna kiselina Fatty acid	Loj -Tallow		Sojino ulje Soybean oil		Repičino ulje Rape oil		Riblje ulje Fish oil		A		B		C		D		r	
	Trbušna masti Abd. fat	Prsni mišić Breast muscle	Trbušna masti Abd. fat	Prsni mišić Breast muscle	Trbušna masti Abd. fat	Prsni mišić Breast muscle	Trbušna masti Abd. fat	Prsni mišić Breast muscle	Trbušna masti Abd. fat	Prsni mišić Breast muscle	Trbušna masti Abd. fat	Prsni mišić Breast muscle	Trbušna masti Abd. fat	Prsni mišić Breast muscle	Trbušna masti Abd. fat	Prsni mišić Breast muscle	Trbušna masti Abd. fat	Prsni mišić Breast muscle
C14:0	1,37	1,98	0,60	1,42	0,60	1,60	2,74	1,50	n,s,	n,s,	***	n,s,	***	n,s,	***	**	-0,038	0,297
C16:0	22,06	19,93	17,90	20,17	18,22	18,70	21,45	20,20	***	n,s,	*	n,s,	**	***	n,s,	**	0,903	0,450
C16:1n-7	5,59	3,12	3,23	1,20	3,26	1,73	4,18	2,26	***	**	***	n,s,	n,s,	n,s,	n,s,	n,s,	0,688	0,439
C18:0	6,86	9,84	4,95	10,09	4,62	8,18	5,80	9,20	***	n,s,	n,s,	n,s,	n,s,	*	n,s,	n,s,	0,832	0,189
C18:1n-9	38,90	28,49	29,24	19,05	10,95	29,44	28,02	21,71	*	**	**	**	***	**	***	**	0,958	0,857
C18:2n-6	9,58	10,77	28,04	21,55	16,23	14,85	9,51	8,79	***	*	***	n,s,	n,s,	n,s,	*	***	0,986	0,946
C18:3n-3	1,53	0,82	3,77	1,30	3,22	1,75	1,54	0,88	***	n,s,	***	n,s,	*	**	**	***	0,968	0,670
C20:0	0,13	0,04	0,11	0,03	0,17	0,04	0,51	0,33	n,s,	n,s,	n,s,	*	n,s,	n,s,	n,s,	***	-0,388	0,051
C20:1n-9	0,53	0,36	0,52	0,29	0,88	0,50	3,49	1,74	*	n,s,	**	**	**	n,s,	n,s,	***	0,990	0,881
C20:2n-6	0,20	0,21	0,26	0,69	0,14	0,34	0,25	0,29	n,s,	*	n,s,	**	**	n,s,	n,s,	n,s,	-0,167	-0,215
C20:4n-6	0,19	2,15	0,29	5,61	0,17	3,02	0,31	1,78	**	n,s,	***	n,s,	***	n,s,	n,s,	**	0,332	-0,528
C20:5n-3	0,36	1,03	0,33	0,67	0,26	0,74	2,38	3,11	n,s,	n,s,	*	***	***	*	*	***	0,826	0,795
C22:5n-3	0,18	1,24	0,14	1,68	0,09	1,42	1,05	2,50	**	n,s,	*	n,s,	**	n,s,	n,s,	***	0,985	0,858
C22:6n-3	0,12	2,76	0,18	3,12	0,15	2,66	2,75	10,31	**	n,s,	*	n,s,	**	n,s,	n,s,	***	0,990	0,958
PUFA/SFA	0,40	0,60	1,40	1,09	0,86	0,09	0,58	0,89	***	***	***	***	***	n,s,	n,s,	n,s,	0,901	0,936
PUFA n-6 / PUFA n-3	4,53	2,28	6,48	4,12	4,45	0,28	1,30	0,73	n,s,	n,s,	***	***	***	n,s,	n,s,	***	0,919	0,915

A = obrok s lojem u odnosu na obroke bez loja - diet with tallow with respect to diet without tallow;

B = obrok sa sojinim uljem u odnosu na obroke bez sojinog ulja - diet with soybean oil with respect to diets without soybean oil;

C = obrok s repičinim uljem u odnosu na obroke bez repičinog ulja - diet with rape oil with respect to diets without rape oil;

D = obrok s ribljim uljem u odnosu na obroke bez ribljeg ulja - diet with fish oil with respect to diets without fish oil;

r = korelacija između sastava masnih kiselina u tkivima i obroku - correlation between fatty acid composition in tissues and in diets

n.s. = P>0,05;

* P<0,05;

** P<0,01;

*** P<0,001

Tablica 2. Profil masnih kiselina (%) u trbušnom masnom tkivu i u prsnim mišićima muških pilića (Kralik i sur., 2002)
 Table 2. Profile of fatty acids (%) in abdominal fatty tissue and breast muscles of male chickens (Kralik et al., 2002)

Masna kiselina Fatty acid	Animalna mast Animal fat (1. skupina - 1 st group)		Repičino ulje Rape oil (2. skupina - 2 nd group)		Repičino sjeme Rape seed (3. skupina - 3 rd group)		A		B		C	
	Trbušna mast Abd. fat	Prsni mišić Breast muscle	Trbušna mast Abd. fat	Prsni mišić Breast muscle	Trbušna mast Abd. fat	Prsni mišić Breast muscle	Trbušna mast Abd. fat	Prsni mišić Breast muscle	Trbušna mast Abd. fat	Prsni mišić Breast muscle	Trbušna mast Abd. fat	Prsni mišić Breast muscle
C14:0	1,13	1,63	0,71	0,89	0,72	0,91	**	**	**	**	n.s.	n.s.
C16:0	21,81	19,63	14,45	14,84	14,48	14,77	**	**	**	**	n.s.	n.s.
C16:1	3,96	2,18	3,35	1,74	3,83	2,03	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C17:0	0,30	0,22	0,25	0,18	0,32	0,30	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C18:0	7,69	10,96	5,12	9,06	4,38	7,71	**	**	**	**	n.s.	**
C18:1	40,97	35,08	48,75	44,25	46,59	43,36	**	**	**	**	**	*
C18:2n-6	21,02	23,75	22,68	20,63	25,05	21,79	**	**	**	**	**	*
C18:3n-3	1,30	1,29	3,00	3,59	3,09	3,60	**	**	**	**	n.s.	n.s.
C20:1	0,50	0,33	0,58	0,39	0,56	0,50	**	*	*	**	n.s.	**
C20:4n-6	0,22	3,68	0,18	3,19	0,20	3,55	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
SFA	30,93	32,44	20,53	24,97	19,90	23,69						
MUFA	45,43	37,59	52,68	46,38	50,98	45,89						
PUFA n-6	21,24	27,43	22,86	23,82	25,25	25,34						
PUFA n-3	1,30	1,29	3,00	3,59	3,09	3,60						
PUFA n-6 / PUFA n-3	16,34	21,26	7,62	6,63	8,17	7,03						

A = $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$

B = $\bar{X}_1 - \bar{X}_3$

C = $\bar{X}_2 - \bar{X}_3$

n.s. P>0,05;

* P<0,05;

** P<0,01

Scaife i sur. (1994.) istraživali su utjecaj različitih masti i ulja (goveđi loj, sojino ulje, repičino ulje i riblje ulje) na sastav masnog tkiva kod ženskih tovnih pilića (tablica 1). Masne kiseline iz hrane značajno su utjecale na profil masnih kiselina u trbušnoj masti i mišićima prsa. U trbušnoj masti zabilježena je jaka korelacija između sastava masnih kiselina kod svih masnih kiselina osim kod C14:0, C20:0, C20:2n-6 i C20:4n-6. Odnos nezasićenih i zasićenih masnih kiselina u trbušnoj masti bio je od 0,40 (obrok s goveđim lojem) do 1,40 (obrok sa sojinim uljem). Odnos n-6/n-3 značajno je povećan dodavanjem sojinog ulja, odnosno smanjen uključivanjem ribljeg ulja u obroke za toвне piliće. U mišićima prsa obroci s ribljim uljem utjecali su na povećanje udjela PUFA n-3 na račun PUFA n-6. Koncentracije C18:1n-9, C18:2n-6, C20:5n-3 i C22:6n-3 u prsnim mišićima bile su u jakoj korelaciji sa sastavom masnih kiselina u obroku kao i odnos nezasićenih i zasićenih kiselina te odnos PUFA n-6 / PUFA n-3.

Korištenjem uljane repice i njezinih nusproizvoda u obrocima za piliće statistički značajno se povećao udio α -linolenske i oleinske, odnosno smanjio udio palmitinske, stearinske i linolne kiseline u abdominalnom masnom tkivu (Kralik i sur., 1997.). Kao primjer manipulacije odnosa PUFA n-6/PUFA n-3, Kralik i sur. (2002.) navode odnos linolne i α -linolenske kiseline u lipidima prsnih mišića i u abdominalnom masnom tkivu kod pilića hranjenih krmnim smjesama sa 7,5% životinjske masti (1. skupina), 6,2% repičina ulja (2. skupina) i 13,5% repičina sjemena (3. skupina). Prema rezultatima istraživanja masnih kiselina u lipidima prsnih mišića (tablica 2), SFA (C14:0, C 16:0 i C 18:0) su odložene u većoj mjeri (32,44%) kod 1. skupine pilića, koja je dobivala u obroku životinjsku mast, nego kod pilića 2. i 3. skupine (24,97% odnosno 23,69%). Istovremeno je povećan sadržaj MUFA (C16:1, C18:1 i C 20:1) od 37.59% kod 1. skupine na 46.38% kod 2. skupine, odnosno 45.89% kod 3. skupine pilića. Sadržaj C 18:2n-6 i C 20:4n-6 u lipidima prsnih mišića statistički se razlikovao između skupina pilića ($P < 0,01$). Uključivanje proizvoda uljane repice u krmne smjese umjesto životinjske masti utjecalo je na statistički visoko značajno smanjenje stearinske i palmitinske kiseline, a povećanje linolne i α -linolenske kiseline ($P < 0,01$) u lipidima mišićnog tkiva i u abdominalnoj masti pilića. Odnos PUFA n-6 / PUFA n-3 bio je povoljniji u

lipidima prsnih mišića 2. i 3. skupine (6,63 i 7,03), nego kod 1. skupine (21,26), što znači da se uvođenje proizvoda uljne repice u krmne smjese za piliće povoljno odražava na mijenjanje tog odnosa u lipidima prsnog mesa.

Negativne učinke tova pilića repičinim uljem (manje završne mase, slabija kakvoća mesa), Roth i sur. (1993) pripisali su visokim udjelima slobodnih masnih kiselina.

Utjecaj različitih izvora ulja na toвне osobine i sadržaj masnih kiselina u mesu pilića uspoređivali su mnogobrojni znanstvenici (Blanch i sur., 1992.; Chanmugam i sur., 1992.; Scaife i sur., 1994.; Lopez-Ferrer i sur., 1997.). U svim istraživanjima zabilježen je statistički značajno viši ($P < 0,01$) sadržaj PUFA n-3 u mesu pilića hranjenih krmivima životinjskog podrijetla u odnosu na one koji su hranjeni krmivima biljnog podrijetla. Wang i sur. (2000.) ističu kako su riblje i laneno ulje u obrocima za toвные piliće povoljnije utjecali na razvoj žljezdanog tkiva, imunitet i koncentraciju imunoglobulina G od obroka s uljem suncokreta i životinjskom masti. Dobivene rezultate tumače višim sadržajem PUFA n-3 i boljim odnosom PUFA n-3 : PUFA n-6 u ribljem i lanenom ulju.

Kralik i sur. (2001.) utvrdili su kako se u bijelom mesu pilića taloži veća količina polinezasićenih n-3 masnih kiselina u odnosu na tamno meso. Odnos PUFA n-3 / PUFA n-6 bio je povoljniji u bijelom mesu. Dodavanjem vitamina E u krmne smjese za perad povećava se oksidativna stabilnost, a time i kakvoća čuvanog mesa obogaćenog PUFA n-3 masnim kiselinama (Manilla i Husveth, 1999.; Jakobsen, 1999.). Zbog toga su morske alge zanimljivo krmivo jer su dobar izvor polinezasićenih n-3 masnih kiselina, a sadrže i karotinoide, korisne antioksidanse.

Olomu i Baracos (1991.) istaknuli su značajno povećanje sadržaja α -linolenske kiseline u mesu tovnih pilića (s 1% na 8,9%) hranjenih obrocima koji su sadržavali 4,5% lanenog ulja. DHA je glavna polinezasićena masna kiselina u fosfolipidima moždanog tkiva. Mogućnost vertikalnog manipuliranja PUFA n-3 masnih kiselina (s roditelja na potomke) dokazali su Cherian i Sim (1992.). U njihovom istraživanju moždano tkivo pilića čije su majke hranjene obrocima sa sjemenkama lana sadržavalo je značajno više ukupnih polinezasićenih n-3 masnih kiselina, uglavnom DHA, u odnosu na potomke majki hranjenih sa sjemenkama suncokreta.

Način uzgoja tovnih pilića također može utjecati na sadržaj polinezasićenih n-3 masnih kiselina u mesu. Žlender i sur. (2000.) utvrdili su veći sadržaj PUFA n-6 i PUFA n-3 kod pilića uzgajanih na ispuštima, u odnosu na skupinu tovljenu uobičajenim načinom.

Mijenjanje profila masnih kiselina uspješno se provodi i u proizvodnji kokošjih jaja kako bi se dobio veći udio polinezasićenih n-3 masnih kiselina u žumanjku. Riblje ulje (Meluzzi i sur., 1997.) i sjeme uljane repice (Niemec i sur., 1997.) uspješno se koriste u cilju povećanja sadržaja poželjnih masnih kiselina u kokošjim jajima.

Mogućnost povećanja EPA i DHA u mesu tovnih pilića korištenjem ribljeg ulja u obrocima, utvrdili su Neudoerffer i Lea (1967.). Pure, poput pilića, slabije iskorištavaju zasićene od nezasićenih masnih kiselina, što ima za posljedicu slabije usvajanje minerala (Lesson i Atteh, 1995.). Međutim, Mossab i sur. (2000.) ističu razlike u probavljivosti masnih kiselina između tovnih pilića i pilića. Mlade pure, u dobi od 1. do 3. tjedna tova ranije stječu mogućnost za bolje iskorištavanje masti i masnih kiselina iz hrane u odnosu na piliće.

Autori stoga predlažu da se metabolička energija i probavljivost masnih kiselina za tovnne piliće određuju odvojeno od normi za tovnne piliće. Uljana repica se i u tovu pura pokazala značajnim izvorom polinezasićenih n-3 masnih kiselina. Zamjenom sojine sačme (8,8% i 17,6%) repičinom sačmom u obrocima za tovnne piliće nisu utvrđene statistički značajne razlike ($P>0,05$) između tovnih osobina, kao što su završna težina, konzumacija i konverzija hrane (Zobac i sur., 2000.). Nusproizvod uljane repice (pogača) djeluje depresivno u tovu ženskih teških hibrida pura (Vymola i sur., 1996.), dok su kod purana lošiji rezultati u odnosu na kontrolnu skupinu zabilježeni kod 10% i 15% udjela repičine pogače u obroku. Međutim, veće završne težine kod purana u odnosu na kontrolnu postignute su kod udjela pogače od uljane repice u količini od 5%. Soukupova i sur. (1995.) navode lošije završne težine kod tovnih pura hranjenih obrocima s uljanom repicom u odnosu na skupinu pura koje su dobivale sojinu sačmu. Polinezasićene n-3 masne kiseline pozitivno utječu na imunitet kod pura (Friedman i Sklan, 1997.).

ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja mnogobrojnih autora pokazuju značajan utjecaj sastava obroka, posebice izvora masti na odlaganje masnog tkiva u peradi, kao i na sastav masnih kiselina u lipidima mišićnog i masnog tkiva. Posebna važnost pridaje se sadržaju PUFA n-6 i PUFA n-3, kao i njihovom međusobnom odnosu u hrani, kako bi se postigla proizvodnja mesa modificiranog sastava.

Obogaćivanje mesa peradi polinezasićenim n-3 masnim kiselinama najučinkovitije je ako se perad hrani krmnim smjesama koje sadrže ulje morskih riba, pri čemu se može pojaviti nepoželjan miris mesa. Primjena ulja uljarica rezultira značajnim povećanjem sadržaja α -linolenske kiseline, ali niskom razinom EPA i DHA u mesu peradi, uz prihvatljiv miris i okus.

LITERATURA

1. Ajuyah, A. O., R. T. Hardin, U. S. Sim (1993): Studies on canola seed in turkey grower diet: Effects on ω 3 fatty acid composition of breast meat, breast skin and selected organs. *Can. J. Anim. Sci.* 73:177-181.
2. Albrecht, M. M. Klein (1995): Oleum Lini: Portrait eines pflanzlichen Oels. *Pharmazie* 7, 36-40.
3. Barlow, S., I. M. Pike (1991): Humans, animals benefit from omega 3 polyunsaturated fatty acids. *Feedstuffs* 63819, 18-26.
4. Blanch, A., A. C. Barroeta, M. Cabre, F. Puchal (1992): Changes in the degree of saturation of the carcass fat depositions caused by different dietary fat sources in broiler chickens. XIX World's Poultry Congress, Amsterdam. *Proceedings*, Vol. 3 665.
5. Chanmugam, P., M. Boudreau, T. Boutte, R. S. Park, J. Hebert, L. Berrio, D. W. Hwang (1992): Incorporation of different types of n-3 fatty acids into tissue lipids of poultry: *Poultry Science*. 71, 516-521.
6. Cherian, G., J. Sim (1992): Preferential accumulation of n-3 fatty acids in the brain of chicks from eggs enriched. *Poultry Science*, 71, 1658-1668.
7. Friedman, A., D. Sklan: (1997): Effect of dietary fatty acids on humoral immune response of turkeys. *British Poultry Science*. 38(4):342-348.
8. Fritsche, K. L., N. A. Cassity (1992): Dietary n-3 fatty acids reduce antibody-dependent cell cytotoxicity and alter eicosanoid release by chicken immune cells. *Poultry Science*, 71: 1646-1657.

9. Hargis, P. S., M. E. Van Elswyck, B. M. Hargis (1991): Dietary Modification of Yolk Lipid with Menhaden Oil. *Poultry Sci.* 70: 874-883.
10. Herstad, O., A. Huag, M. Overland (1997): Effect of fish oil in diets for broiler breeder hens. 11th European Symposium on Poultry Nutrition. August, 24-28, Faaborg, 274-277.
11. Holub, B. J. (1988): Dietary fish oil containing EPA and prevention atherosclerosis and thrombosis. *Can. Med. Ass. J.* 139, 377-381.
12. Hulan, H. W., F. G. Proudfoot, D. M. Nash (1984): The effect of different diet fat sources on general performance and carcass fatty acid composition of broiler chickens. *Poultry Science* 63 (2), 324-332.
13. Hulan, W. H., R. G. Ackman, W. M. N. Ratnayake, G. F. Proudfoot (1988): Omega-3 fatty acid levels and performance of broiler chickens fed redfish meal or redfish oil. *Can. J. Anim. Sci.* 68, 533-547.
14. Jakobsen, K. (1999): Dietary modifications of animal fats: status and future perspectives. *Fett-Lipid.* 101(12):475-483.
15. Kelso, K. A., S. Cerolini, R. C. Noble, N. H. C. Sparks, B. K. Speake (1997): The effects of dietary supplementation with docosahexaenoic acid the phospholipid fatty acid composition of avian spermatozoa. *Comparative biochemistry and physiology. Part B, Biochemistry & molecular biology.* Sept. 118B (1).
16. Kralik, G., P. Božičković, M. Galonja, Z. Škrtić, K. Canecki (1997): Mogućnost povećanja sadržaja višestruko nezasićenih masnih kiselina u pilećem mesu putem hranidbe. *Krmiva* 39,5,223-231.
17. Kralik, G., Z. Škrtić, G. Kušec (2002): The influence of rape seed / oil on quality of chicken carcasses. *Czech Journal of Animal Science (u tisku).*
18. Kralik, G., G. Kušec, S. Ivanković (2001): Effect of dietary oils on fatty acids content in chicken meat. 46th International Congress of Meat Science and Technology (IcoMST), Krakow, Poland, 26-31 Aug., Congress Proceedings, Vol. 1, 3-P28, 230-231.
19. Leaf, A., P. C. Weber (1988): Cardiovascular effects of ω 3-fatty acids. *N. engl. J. med.* 318:549.
20. Lesson, S., J. O. Atteh (1995): Utilization of fats and fatty acids by turkey poults. *Poultry Science.* 74(12):2003-2010.
21. Lopez-Ferrer, S., M. D. Baucells, A. C. Barroeta, A. Blanch, M. A. Grashorn (1997): ω 3 Enrichment of Chicken Meat: Use of Fish, Rapeseed and Linseed Oils. *Poultry Meat Quality. Proceedings of the Xth European Symposium on the Quality of Poultry Meat, September 21-26, Poznan, Poland, 74-82.*
22. Manilla, H. A., F. Husveth (1999): N-3 fatty acid enrichment and oxidative stability of broiler chicken. *Acta Alimentaria*, 28 (3): 235-249.
23. Meluzzi, A., N. Tallarico, F. Sirri, A. Franchini (1997): Using dietary fish oils to enrich yolks with omega-3 polyunsaturated fatty acids. 11th European Symposium on Poultry Nutrition, August, 24-28, 1997, Faaborg, 283-285.
24. Menkin V., T. Podkolzina, N. Anokich (1989): Rapeseed Oil (in the diets or chicken). *Ptitsevodstvo* 5, 24-25.
25. Mossab, A., J. M. Hallouis, M. Lessire (2000): Utilization of soybean oil and tallow in young turkeys compared with young chickens. *Poultry Science.* 79(9): 1326-1331.
26. Neudoerffer, T. S., H. C. Lea (1967): Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on the composition of the individual lipids of turkey breasts and leg muscle. *Br. J. Nutr.* 21, 691-714.
27. Niemec, J., Ewa Swierczewska, Malgorzata Stepinska, Julia Riedel (1997): The Effect of rapeseed on lipid content in the egg yolk. 11th European Symposium on Poultry Nutrition, August, 24-28, 1997., Faaborg, 289-291.
28. Norris, P. G., J. C. Jones (1986): Effect of dietary supplementation with fish oil on systolic blood pressure in mild essential hypertension. *Brit. Med. J.* 293,104-105.
29. Okuyama, H., Ikemoto, A. (1999): Needs to modify the fatty acid composition of meats for human health. *Proceedings of 45 ICoMST, Yokohama, Japan, p. 638-640.*
30. Olomou, J. E., V. E. Baracos (1991): Influence of dietary flaxseed oil on the performance, muscle protein deposition and fatty acid composition of broiler chicks. *Poultry Science.* 70, 1403-1411.
31. Phetteplace, H. W., A. B. Watkins (1992): Influence of dietary n-6 and n-3 polyunsaturates on lipids in chickens divergently selected for body weight. *Poultry Science*, 71,1513-1519.
32. Roth, F. X., M. Ristić, M. Kreuzer, M. Kirchgessner (1993): Einsatz von Fetten mit hohen Anteilen an freien Fettsauren in der Broilermast. 2. Wachstum sowie Quaerlitat von Schlachtkoerper, Fleisch und Fett bei Verfuetterung isoenergetischer Rationen mit unterschiedlichem Fettgehalt. *Archiv fuer Gefluegelkunde.* 57 (6), 265-274.
33. Sanz, M., A. Flores, C. J. Lopez-Bote (2000): The metabolic use of energy from dietary fat in broilers is

- affected by fatty acid saturation. *British Poultry Science*. 41(1):61-68.
34. Sapir, N., D. Sklan, S. Hurwitz (1997): Intestinal absorption and plasma transport of free fatty acids (FFA) in broiler chicks. 11th European Symposium on Poultry Nutrition, August, 24-28, 1997, Faaborg, 304-306.
35. Scaife J. R., J. Moyo, H. Galbraith, W. Michie (1990): Effect of different dietary supplemental fats and oils on growth performance and fatty acid composition of tissues in female broilers. *Proceedings of the Nutrition Society*, 49, 2, 130 A.
36. Scaife J. R., J. Moyo, H. Galbraith, W. Michie, V. Campbell (1994): Effect of different dietary supplemental fats and oils on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers. *British Poultry Science*, 35, 107-118.
37. Soukupova, Z., J. Pribylova, J. Pribyl, J. Vymola (1995): Replacement of soybean meal and maize by rapeseed, wheat and pea in turkey fattening. *Živočišna Vyroba*, 40(6):263-268.
38. Stilinović, Z. (1993.): Fiziologija probave i resorpcije u domaćih životinja. Školska knjiga, Zagreb.
39. Stryer, L. (1991.): Biokemija. Školska knjiga, Zagreb.
40. Szollar, L. (1990): Az n-3 zsiravak hatasainak biokemiai es korelettani elemzese. *A medicus universalis terapias mellette*, MAOTE 5, Aprilis 11-14.
41. Vymola, J., A. Kodes, J. Obadalek (1996): Rapeseed cake in heavy turkey fattening. *Živočišna Vyroba*. 41(1):15-19, 1996.
42. Wang, Y. W., C. J. Field, U. S. Sim (2000): Dietary polyunsaturated fatty acids alter lymphocyte subset proportion and proliferation, serum immunoglobulin G concentration, and immune tissue development in chicks. *Poultry Science*. 79(12): 1741-1 748.
43. Yetiv, J. Z. (1988): Clinical applications of fish oils. *JAMA*. 260, 665-670.
44. Zobac, P., I. Kumprecht, V. Prokop, J. Cmolik, W. Schwarz (2000): Use of rapeseed meal and phospholipids in feed mixtures for turkey production. *Živočišna Vyroba*, 45(3): 11 9-126.
45. Žlender, B., A. Holcman, V. Stibilj, T. Polak (2000): Fatty acids composition of poultry meat from free range rearing. *Agriculture*, 6 (1): 53-57.

SUMMARY

In developed countries special importance is given, to the quality of nutrition. Poultry meat is considered as dietetic product because it is rich in proteins and has low proportion of fat. Apart from the taste, the consumers also demand the positive effect of broiler meat on their health. PUFA n-3 and ratio between PUFA n-6/PUFA n-3 in the meat of broilers play an important role in this. It is found that PUFA n-3 can prevent diseases induced by stress and unbalanced nutrition, they reduce the risk of coronary diseases and psoriasis and are essential for normal development of brain and nerve tissue. Broilers adopt very well PUFA n-3 from the diets and they deposit them in their own muscle and fatty tissue. The consumption of broiler meat produced on the basis of scientific knowledge on the possibilities of alteration of fatty acid profile has positive effects on the human health. In this paper, knowledge is given on the alteration of fatty acid profile in the muscle tissue of broilers up to the present time. The daily human requirements for linolenic acid, DMA and EPA are presented. The feedstuffs rich in PUFA n-3 and their influence on fattening and slaughtering traits of broilers are discussed. The usage of the feedstuffs which affect the decrease of PUFA n-6/PUFA n-3 ratio in broiler meat is recommended. Positive and negative effects of different feedstuffs on the possibility of enrichment of broiler meat with PUFA n-3 as well as the alteration of the taste and odor of broiler meat are stressed.

Key words: broiler, meat, PUFA n-3, PUFA n-6, FATTY-ACID