

NUTRITIVNA I PROTEKTIVNA VRIJEDNOST RIBA S OSVRTOM NA OMEGA-3 MASNE KISELINE

I. Bogut, A. Opačak, I. Stević, S. Bogut

Sažetak

U radu se iznosi važnost ribe kao živežne namirnice u pogledu bjelančevina, vitamina, mikroelemenata i makroelemenata te se ona uspoređuje s visokovrijednim namirnicama toplokrvnih životinja (meso, mlijeko i jaja). Najviše literaturnih informacija odnosi se na kemijski sastav mesa, nutritivnu i biološku vrijednost.

Više radova upućuje na sastav masnih kiselina u mastima najznačajnijih slatkovodnih i morskih riba. Prema sadržaju EPA (eicosapentaenska masna kiselina, 20:5 ω 3) i DHA (docosaheksaenska masna kiselina, 22:6 ω 3), meso bijelog glavaša (*Hypophthalmichthys molitrix*) može se uspoređivati s mesom najkvalitetnijih morskih riba.

U zadnjih 20 godina velik broj autora navodi protektivnu ulogu omega-3 masnih kiselina u prevenciji srčanog i moždanog udara, ateroskleroze, visokoga krvnog tlaka, psorijaze, tromboze i artritisa.

Ključne riječi: slatkovodne ribe, morske ribe, bjelančevine, aminokiseline, masti, masne kiseline, vitamini, minerali, kardiovaskularne bolesti.

UVOD

Uz meso svinja, goveda, peradi i divljači, riba je stoljećima dio jelovnika većine naroda. Potrošnja je ribljeg mesa u pojedinim državama pa tako i u Hrvatskoj različita i ovisi o tradiciji konzumiranja ribljeg mesa, klimi, socijalnoj strukturi i ekonomskoj moći pučanstva te organizaciji i opskrbljenosti tržišta. Potrošnja ribljeg mesa u jednom dijelu naše zemlje sezonskog je karaktera i vezana je uz običaje o postu i nemrsu.

Dr. Ivan Bogut, Poljoprivredna i veterinarska škola Osijek

Mr. Anđelko Opačak i prof. dr. Ivan Stević, Poljoprivredni fakultet Osijek

Dr. med. spec. pneumoftiziolog Stjepan Bogut, Dom zdravlja Grude

Potrošnja ribljeg mesa u većini europskih zemalja znatno je viša nego u nas, a prikazana je u tablici 1 (Berka, 1990.). Prema statističkom godišnjaku, godine 1990. u Hrvatskoj je potrošeno 5,7 kg žive ribe po stanovniku naspram više od 50 kg mesa toplokrvnih životinja.

Tablica 1. Potrošnja ribljeg mesa u europskim državama (prosjeak 1984–1986 u kg na jednog stanovnika godišnje)

Table 1. Consumption of fish in European countries (1984–1986 average in kg per person per year).

Država	Potrošnja	Država	Potrošnja
Farski Otoci	90,6	Belgija	18,2
Island	88,4	Luksemburg	18,1
Portugal	43,0	Italija	17,9
Norveška	41,2	Irska	15,1
Finska	35,2	Malta	14,0
Španjolska	33,6	Švicarska	12,9
Švedska	27,8	Njemačka	11,9
Francuska	25,8	Bugarska	8,9
Danska	21,0	Nizozemska	8,5
Velika Britanija	18,8	Austrija	6,7
Poljska	18,7	Češkoslovačka	5,7
Grčka	18,4	Madarska	4,5

Razlog niske potrošnje ribljeg mesa u Hrvatskoj nije u niskoj proizvodnji, slabom ulovu, neodgovarajućoj preradi i ponudi, nego i u nepoznavanju golemih prednosti ribljeg mesa unatoč brojnim stručnim i znanstvenim radovima (Fijan, 1969; Krstinić, 1970; Banvad, 1976; Marošević, 1982; Stipković 1984; Fijan, 1988; Mustapić, 1988; Perović, 1988; 1989; 1992; Šoša, 1989; Kulier, 1990; 1992; 1994; Sučić, 1994; Maver, 1995; Bogut, 1995; Opačak, 1996). Budući da navedeni radovi nisu dostupni širem pučanstvu, mišljenja smo da bi o važnosti ribljeg mesa u ljudskoj prehrani trebalo informirati i na drugi način.

U inozemnoj literaturi postoje brojni radovi o toj temi, ali zbog preobilnog broja nije ih moguće sve navesti. Značajni su sveobuhvatni radovi Carpentera, 1980; Barlowa i Stansbya, 1982; Landsa, 1986; Wolкера, 1987; Worfama, 1989; Szolara, 1990; Riga 1990; Romicsa, 1990; Farkasa i Csengerija, 1990; Berka, 1991; i Liska i Scimeca, 1994.

Walker (1987.), među ostalim, navodi niz čimbenika koji utječu na kakvoću ribljeg mesa s obzirom na mjesto uzgoja, kakvoću voda, hranidbu, način ubijanja, brigu o sirovoj ribi, preradu, pakiranje i prijevoz ribljeg mesa. Isto tako navedeni autor upozorava na načine kojim se, održavajući tehnološke

procesu, može poboljšati kakvoća ribljeg mesa. S istih gledišta Huss (1988.) navodi problematiku prerade ribljeg mesa.

NUTRITIVNA I BIOLOŠKA VRIJEDNOST RIBLJEG MESA

Većina hranjivih tvari (bjelančevine, masti, vitamini, mikroelementi i makroelementi) u ribljem mesu zastupljeni su u optimalnoj količini za ljudski organizam. Riblje je meso lako probavljivo pa je stoga i pogodno za prehranu djece, starijih ljudi, bolesnika i rekonvalescenata. U prehrani djece riba se počela rabiti nakon pedesetih godina ovoga stoljeća, kada su utvrđene njezine prednosti u odnosu na druge izvore bjelančevina. Danas se u svijetu za prehranu djece upotrebljuje FPC (Fish protein concentrate) bez mirisa, koji se dodaje dječjoj hrani (Perović, 1992.). Hranidbena vrijednost ribljeg mesa ovisi o nizu čimbenika, a najvažniji su: vrsta i dob ribe, sustav uzgoja, hranidba riba i godišnje doba. Energijska vrijednost ribljeg mesa izravno ovisi o sadržaju masti. Tako se masne ribe (jegulja, haringa, skuša, som) prema energijskoj vrijednosti mogu uspoređivati sa svinjskim, za razliku od posnih riba (bakalar, potočna pastrva, štika) koje se mogu uspoređivati s pilećim mesom. Nutritivna i energijska vrijednost pojedinih živežnih namirnica i ribljeg mesa prikazana je u tablici 32 (Kulier, 1990.).

Više autora (Hudec, 1973; Cantoi et al. 1975; Olley, 1980; Hejda, 1989.) iznose da bjelančevine riba spadaju među najkvalitetnije, odmah iza onih iz humanog mlijeka. Njihov sadržaj u najviše konzumiranih riba varira od 14,6% do 22,5% (tablica 2). Biološka je vrijednost ribljih bjelančevina u lakoj probavljivosti, visokoj utilizaciji i pogodnomu aminokiselinskom sastavu (tablica 3). Aminokiselinski sastav riba sličan je aminokiselinskom sastavu jajeta, uz napomenu da je u ribljem mesu manje aminokiselina koje sadrže sumpor, a znatno je viši sadržaj leucina i lizina koji je vrlo važan u dobi rasta organizma (Sidwell et al. 1974; Cantoni et al. 1975.).

Laka probavljivost ribljeg mesa posljedica je pogodnog sastava kratkih mišićnih vlakana. Osim toga, u mesu riba nedostaju skleroproteini (kolagen i elastini). Uz bjelančevine, riblje meso sadrži i neke druge spojeve dušika koji povoljno utječu na lučenje probavnih enzima pa stoga imaju važnu dijetetsku ulogu. Tako se u ribljem mesu nalazi 0,4% nebjelančevinastog dušika u obliku trimetilamina, trimetilaminoksida i gvanidinske baze. Trimetilaminoksid karakterističan je sastojak u mesu morskih riba, dok je u mišićju slatkovodnih riba neznatno zastupljen. Redukcijskim djelovanjem enzima iz mikroorganizama trimetilaminoksid prelazi u trimetilamin koji morskim ribama daje specifičan miris. Najmanja je količina trimetilamina u svježoj ribi. Posebno značenje pridaje se taurinu kojeg ima dosta u ribljem mesu, a nastaje dekarboksilacijom cisteinske kiseline. Taurin se u jetri veže sa žučnim kiselinama koje pripadaju redovitim sastojcima žuči, a služe za emulgiranje masti i lakšu probavu (Perović, 1988.).

Tablica 2. Hranjive tvari (g u 100 g), energijska vrijednost (kJ) sadržaj kolesterola (mg u 100 g) u pojedinim živežnim namirnicama
Table 2. Nutritional matter (g/100g) energetic value (kJ) and cholesterol content (mg/100g) in each life necessity.

	mlječko s 3% masti	pileće meso s kožom	svinjski biftok	jaja	šaran (Cyprinus carpio)	linjak (Tinca tinca)	deverika (Abramis brama)	som (Silurus glanis)	jegulja (Anquilla anquilla)	štuca (Esox lucius)	k. past (O. mykiss)	bakalar (Mallotus villosus)	haringa (Culpea harengus)	skuša (Scomber scombrus)	losos (Salmo salar)
voda	88,0	69,0	76,0	75	72,4	76,5	76,7	71,1	53,0	79,6	71,0	81,3	64,0	61,4	74,0
s. bjelancevina	3,4	17,1	21,0	12,6	18,9	17,7	16,6	16,5	14,6	18,4	18,6	17,0	16,5	22,5	21,5
s. masti	3,0	13,4	1,6	10,1	7,1	4,1	5,5	11,3	31,5	0,9	9,2	0,7	18,3	14,5	3,0
ugjikohidrati	4,8	—	1,2	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
pepeo	0,7	0,8	65,0	0,9	1,3	1,7	1,2	1,0	0,9	1,1	1,2	1,0	1,2	1,6	1,3
kolesterol mg/100g	10,0	74,0	420	485,0	55,2	88,1	78,6	68,5	142	41,7	—	50,0	87,0	75,0	—
energija kJ	250	790	420	610	631	356	523	729	1460	373	670	315	965	920	457

Tablica 3. Sadržaj aminokiselina (mg/100 g) u pojedinim živežnim namirnicama
Table 3. Aminoacid content (mg/100) in each life necessity.

aminokiselina	mlječko s 3% masti	pileće meso s kožom	svinjski biftok	jaja	šaran (Cyprinus carpio)	linjak (Tinca tinca)	deverika (Abramis brama)	som (Silurus glanis)	jegulja (Anquilla anquilla)	štuca (Esox lucius)	k. past (O. mykiss)	bakalar (Mallotus villosus)	haringa (Culpea harengus)	skuša (Scomber scombrus)	losos (Salmo salar)
izoleucin	210	850	1070	730	850	—	—	—	640	—	950	860	1000	870	1135
leucin	310	1230	1600	1150	1260	—	—	—	960	—	1490	1280	1460	1320	1820
valin	240	820	1280	950	900	—	—	—	680	—	1100	910	1080	1040	1240
metionin	90	450	570	440	550	—	400	—	370	—	600	500	590	500	620
cistin	25	230	175	260	340	—	80	—	117	—	130	230	270	135	240
fenilalanin	170	660	840	710	730	—	—	—	470	—	800	630	740	700	890
tirozin	130	550	740	560	870	—	510	—	340	—	630	460	540	620	760
treonin	130	710	910	610	850	—	—	—	550	—	860	740	850	760	1030
triptofan	43	190	220	180	250	—	130	—	130	—	195	170	190	185	240
lizin	300	1400	1880	990	1800	—	—	—	1110	—	1670	1490	1680	1540	2100
histidin	98	540	770	320	510	—	330	—	—	—	1010	—	520	790	620
arginin	120	1070	1260	830	1130	—	—	—	720	—	450	960	1120	1020	1380

Tablica 4. Sadržaj vitamina i minerala u pojedinim živim namirnicama
 Table 4. Vitamin and mineral content in each life necessity.

Vitamins i minerali	mliječko s 3% masti	pileće meso s kožom	svinjski biftek	jača	šaran (Cyprinus carpio)	linjak (Tinca tinca)	dewerika (Abramis brama)	som (Silurus glanis)	jegulja (Anquilla aquila)	štruka (Fesox lucius)	K past (O. mykiss)	bakalar (Mallotus villosus)	harinja (Culpea harengus)	skuša (Scomber scombrus)	losos (Salmo salar)
kateferol µg	0,02	1,5	0,7	1,4	0,9	—	1,3	3,0	0,12	trag	—	1,0	12	10	12,0
tokoferol mg	0,07	0,5	0,3	1,8	1,1	0,8	0,9	1,2	—	0,7	—	1,0	1,07	1,1	—
tiamin mg	0,04	0,06	1,01	0,07	0,05	0,07	0,08	0,11	0,15	0,07	—	0,05	0,12	0,14	0,17
riboflavin mg	0,18	0,18	0,31	0,45	0,04	0,18	0,15	0,18	0,31	0,07	0,25	0,04	0,18	0,35	0,17
niacin mg	0,10	8,0	4,4	trag	1,45	4,0	3,1	5,3	2,2	4,0	3,5	2,0	3,5	10	7,5
piridoksin mg	0,05	0,56	0,52	0,12	0,15	—	0,14	0,31	0,28	0,12	0,41	0,23	0,37	0,5	0,98
folna kis. µg	5,0	6,0	5,0	21	5,2	—	3,8	4,8	—	—	3,5	12	5,0	—	2,15
ciankobalamin µg	0,45	0,33	0,81	1,5	—	—	3,1	9,6	—	24	2,9	0,8	5,2	9,7	2,89
askorbinska kis. mg	trag	2,0	1	—	1,4	1,0	trag	1,5	1,8	3	2,6	2,0	trag	—	1,2
natrij mg	36	49	49	132	39	80	23	33	78	43	39	86	67	385	51
kalij mg	149	254	360	126	264	245	310	307	247	370	470	350	320	310	371
kalcij mg	106	7	5	50	34	31	21	40	19	44	14	11	63	20	13
fosfor mg	92	173	230	200	220	156	148	100	166	205	220	190	113	—	266
magnezij mg	11	23	33	13	15	18	29	13	43	28	—	28	25	28	—
željezo mg	0,07	1,14	1,5	1,91	1	0,8	0,9	1,1	0,6	0,6	1,0	0,46	0,9	1,1	1,0
čink mg	0,31	0,76	2,4	0,25	—	—	0,40	0,42	—	0,9	0,41	0,39	0,48	—	0,8

Sadržaj mineralnih tvari u mesu riba varira od 0,9% do 1,7%, što je znatno više nego u mesu toplokrvnih životinja. Mnogostruko je viši sadržaj kalija u ribljem mesu. Najbitnija biološka vrijednost ribljeg mesa jest u visokom udjelu fluora i joda (Sirdwell et al. 1974.).

Od vitamina topljivih u mastima, vitamini E i D znatno su zastupljeniji u ribljem mesu nego u mesu toplokrvnih životinja. Morske su ribe bogatije navedenim vitaminima od slatkovodnih. Vitamin A u većoj je mjeri zastupljen u ribama s više masti, a kao dobar izvor navodi se meso jegulje, dok je u mesu šarana, štuke i pastrve značajno manja količina. Tamno riblje meso bogato je vitaminom B (riboflavinom), a bijelo niacinom.

MASTI I SASTAV MASNIH KISELINA U RIBLJEM MESU

Količina i sastav masti u mišićnome tkivu riba jako varira među pojedinim vrstama. Tako se razlikuju posne (štuka, bakalar), polumasne (šaran, deverika, kalifornijska pastrva) i masne ribe (som, haringa, skuša i jegulja). Masti u tijelu riba nisu ravnomjerno raspoređene. U većine riba količina masti pada od kranijalnog prema kaudalnom dijelu tijela. Nasuprot navedenom, u jezerskih pastrva i jegulja količina se masti povećava prema repnom dijelu tijela. U ventralnom dijelu tijela količina je masti veća nego u dorzalnom.

Uz ostale čimbenike, prema količini masti i sastavu masnih kiselina vrednuje se kakvoća ribljeg mesa. Od zasićenih masnih kiselina u mastima riba zastupljene su palmitinska (16:0), stearinska (18:0), miristinska (14:0), a samo u nekih vrsta riba, i to u vrlo maloj koncentraciji, i laurinska masna kiselina (12:0).

Mononezasićene masne kiseline u najvećem su postotku oleinska (18:1 ω 9) i palmitoleinska (16:1 ω 7). U organizmu riba navedene masne kiseline mogu nastati procesom dehidrogenacije. Osim 18:1 ω 9 i 16:1 ω 7 masnih kiselina u lipidima riba od mononezasićenih zastupljene su i 14:1,20:1 i 22:1. Posljednjih dviju masnih kiselina u većoj koncentraciji ima u mastima morskih riba.

Prema strukturi, polinezasićene masne kiseline dijele se na dvije skupine. Tako skupini linolne kiseline (18:2 ω 6) pripadaju one koje su proizvod dehidrogenacije i elongacije linolne kiseline. Najznačajniji član ove skupine jest arahidonska masna kiselina (20:4 ω 6) koja je zastupljena u strukturi svih lipida. Od 6 masnih kiselina u lipidima riba analizom se mogu utvrditi: 20:2 ω 6, 20:3 ω 6, 22:4 ω 6 i 22:5 ω 6.

Skupini linolenske kiseline (18:3 ω 3) pripadaju one koje su proizvod dehidrogenacije i elongacije linolenske kiseline. Najvažniji članovi ove skupine jesu EPA (eicosapentaenska) 20:5 ω 3 i DHA (docosaheksaenska masna kiselina) 22:6 ω 3. Osim njih, u lipidima riba od ω 3 masnih kiselina, utvrđene su i 18:4 ω 3, 20:3 ω 3, 20:4 ω 3 (Farkas i Csengeri, 1990.).

Druge životinje, osim kućnog puža (*Ceapea nemoralis*), ne mogu *de novo* sintetizirati masne kiseline s dvostrukom vezom na položaju ω 6, i ω 3, a ni

Tablica 5. Sadržaj masnih kiselina (% od ukupnih masti u pojedinim živežnim namirnicama (Kulier, 1990; Wachta i Turzicka, 1994)
 Table 5. Fatty acid content (% of total fat) in each life necessity.

masna kiselina	mliječko s 3% masti	pileće meso s kožom	svinjski biftek	jaja	šaran (Cyprinus carpio)	linjak (Tinca tinca)	deverika (Abramis brama)	som (Silurus glanis)	ječujla (Anguilla anguilla)	štrka (Esox lucius)	le past (O. mykiss)	glavaš (hibrid)	bakalar (Mallotus villosus)	haringa (Gadus harengus)	skuša (Scomber scombrus)	losos (Salmo solar)
14:0	10,8	1,1	1,5	0,03	0,97	2,30	1,70	3,39	5,93	2,87	3,57	2,78	0,8	7,7	7,2	3,6
16:0	30,6	25,2	25,1	2,10	20,01	17,37	21,60	19,97	20,13	20,22	23,67	19,86	20,2	15,1	13,4	17,0
16:1	2,2	8,0	3,6	0,37	8,33	16,16	7,31	8,47	9,77	8,63	7,72	10,17	2,0	6,2	4,8	9,6
18:0	12,0	7,0	12,1	0,36	5,97	2,09	7,15	5,17	4,40	4,48	6,61	3,38	5,2	1,0	2,2	3,5
18:1ω9	22,7	41,4	44,0	4,08	48,29	23,28	32,44	19,04	37,72	26,39	34,79	35,95	11,8	14,2	11,9	21,2
18:2ω6	2,4	12,2	8,1	0,78	9,68	5,23	9,74	6,51	2,91	8,92	7,30	1,82	0,9	2,6	2,1	3,7
18:3ω3	0,50	0,90	0,5	0,05	0,73	10,79	1,26	2,97	0,98	3,92	0,89	4,27	0,3	1,9	2,0	2,5
20:1	0,40	0,80	1,2	0,02	1,53	0,73	1,95	4,73	3,01	0,71	2,20	1,25	1,2	8,6	11,4	1,6
20:4ω3	—	0,50	0,50	0,12	0,02	1,66	0,25	1,01	0,34	0,46	0,25	1,52	4,6	0,4	0,5	2,9
20:5ω3	—	0,30	—	—	0,38	4,71	1,96	3,24	1,52	3,53	1,17	4,47	13,2	6,2	6,2	7,5
22:5ω3	—	0,30	0,30	0,01	0,12	1,36	0,74	1,78	1,10	1,56	0,58	0,74	1,4	0,6	0,9	2,5
22:5ω3	—	0,60	0,40	0,12	0,48	3,45	3,65	9,24	1,08	7,85	3,86	5,20	34,4	9,9	10,8	13,1

transformirati jednu u drugu, ali mogu lanac elongirati i dehidrogenirati, znači rekonvertirati DHA u EPA. Za razliku od životinja, biljke sintetiziraju linolnu i linolensku masnu kiselinu koje s drugim masnim kiselinama u obliku ulja odlažu u sjemenkama i u drugim biljnim tkivima (Tacon, 1990.).

Sastav masnih kiselina u lipidima riba koje se uzgajaju u ribnjacima i onih koje žive u moru prikazan je u tablici 5 (Kulier, 1990; Wach a i Turzicka, 1994.).

U odnosu na druge slatkovodne ribe, u mesu bijelog amura nalazi se znatno viša količina arahidonske kiseline (20:4 ω 6), što je i razumljivo s obzirom na način hranidbe. Biljna hrana, napose elodea, sadrži visok udjel 18:2 ω 6 koja se elongacijom lanca transformira u arahidonsku kiselinu (Cai i Curtis, 1989.).

Na sastav masnih kiselina u tkivima riba, osim soli otopljenih u vodi, znatan utjecaj ima temperatura vode. Pri niskim temperaturama vode povećava se koncentracija nezasićenih masnih kiselina s dugim nizom, odnosno smanjuje se odnos ω 3 i ω 6 masnih kiselina (Amal et al. 1990.).

Na sastav masnih kiselina značajno utječe i spol ribe. Ženke sadrže ulja s većim jodnim brojem (144) u odnosu na mužjake (125). Tako je visokom stupnju nezasićenosti uzrok veća količina 20:5 ω 3, 22:5 ω 3 i 22:6 ω 3 nezasićenih masnih kiselina koje su u visokom postotku zastupljene u ikri. Sadržaj masti u ikri riba varira od 30 do 33% (Tidwell et al., 1992.).

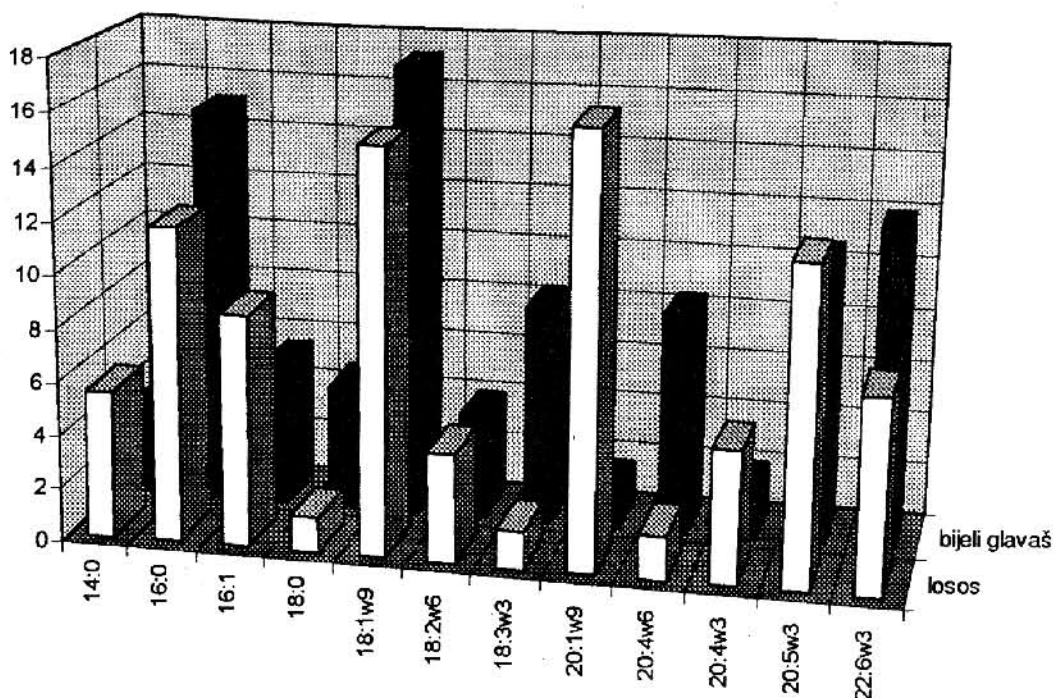
Ribe se u prirodnim uvjetima hrane različitim vrstama prirodne hrane biljnog i životinjskog podrijetla. Promjene u lancu prirodne hrane mogu znatno utjecati na količinu i sastav tjelesnih masti. Tako planktonski organizmi hladnijih voda sadrže masne kiseline s višim stupnjem nezasićenosti, nasuprot planktonskim organizmima iz toplih voda. Nizom pokusa dokazano je da odlučujući utjecaj na količinu masti i kompoziciji masnih kiselina u intenzivnom uzgoju riba ima dodatna hrana kojom se one hrane (Schwarz, 1993; Bogut, 1995; Opačak, 1996.).

U lipidima bijelog i sivog glavaša nalazi se visok udio eicosapentaenske masne kiseline (20:5 ω 3) i prema toj kiselini gotovo da ne zaostaje za lososom (grafikon 1). Navedena se riba u toplovodnim ribnjacima uzgaja kao sporedna, a hrani se isključivo prirodnom hranom.

Sadržaj EPA i DHA u lipidima najčešće konzumiranih slatkovodnih i morskih riba prikazan je u tablici 6.

PROTEKTIVNA ULOGA OMEGA-3 MASNIH KISELINA

Posebno zanimanje za ω 3 masne kiseline počelo je godine 1970. nakon otkrića danskih liječnika da Eskimi na Grenlandu, unatoč masnoj prehrani (95% namirnica animalnog podrijetla), rjeđe obolijevaju od ishemijske kardiovasku



Grafikon 1. Sadržaj masnih kiselina u mesu bijelog glavaša i lososa (u % ukupnih masi (Farkas i Csengeri 1990)

Tablica 6. Sadržaj EPA i DHA (g/kg) u najčešće konzumiranih slatkovodnih i morskih riba (Farkas i Csengeri, 1990)

Table 6. EPA and DHA (g/kg) content in the most frequently consumed freshwater and sea fish.

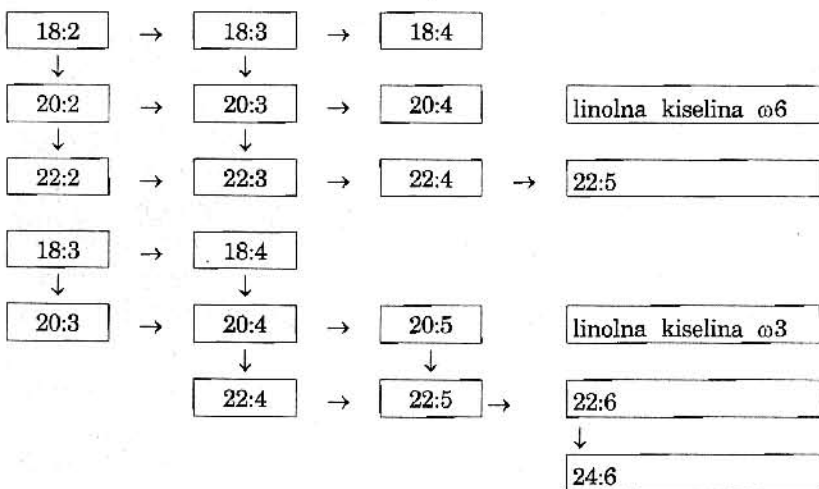
Slatkovodne	EPA	DHA	Morske	EPA	DHA
kočiga (<i>Acipenser ruthens</i>)	13,0	9,1	skuša (<i>Scomber scombrus</i>)	14,5	24,6
sivi glavaš (<i>Aristichitys nobilis</i>)	8,9	6,5	haringa (<i>Clupea harengus</i>)	10,5	12,9
bijeli glavaš (<i>Hypophthalmichtys molitrix</i>)	8,5	4,5	list (<i>Psetta maxima</i>)	3,4	2,8
jegulja (<i>Anguilla anguilla</i>)	2,5	5,8	jegulja (<i>Anguilla anguilla</i>)	3,0	6,6
linjak (<i>Tinca tinca</i>)	1,7	0,7	a. losos (<i>Salmo salar</i>)	2,5	7,3
šaran (<i>Cyprinus carpio</i>)	0,7	0,7	a. iverak (<i>Hippoglossus hippoglossus</i>)	1,6	2,2
štuka (<i>Esox lucius</i>)	0,5	1,7	bakalar (<i>Gadus callarias</i>)	1,2	1,9
amur (<i>Ctenopharyngodow idella</i>)	0,4	0,5	škarčina (<i>Sebastes marinus</i>)	1,4	0,7
smud (<i>Stizostedion lucioperca</i>)	0,4	0,9	oslić (<i>Merluccius merluccius</i>)	0,8	2,3

larne bolesti, a smrtnost je znatno niža od prosječne. Prehrana Eskima temelji se na hrani iz mora (kitovi, tuljani i ribe). Slični su rezultati utvrđeni u Japanu i na populacijama ljudi koji žive u nizozemskom priobalnom području (Szollar, 1990.).

Unatoč tome što masne kiseline nisu novost, tek zadnjih 10 godina postignuta je suglasnost oko mehanizama njihova djelovanja. Omega-3 masne kiseline u prirodnom se obliku nalaze u fitoplanktonu i zooplanktonu koji je neizbježan u hranidbenom lancu riba. Dobro je poznato staro iskustvo da je riblje ulje nekada bilo lijek kojim su se djeca opskrbljivala vitaminima A i D.

U ljudskom se organizmu desaturacija masnih kiselina i dužina njihova lanca (elongiranjem i beta-oksidacijom) ograničeno može mijenjati. Desaturacija je regulirana tako da na prvih 6 ugljikovih atoma ne može doći do stvaranja dvostrukih veza, što navodi na zaključak da $\omega 3$ i $\omega 6$ masne kiseline ne mogu nastati u organizmu ljudi *de novo*, nego ih je potrebno unositi hranom ili koncentrirane u kapsulama.

Biokemijski put sinteze polinezasićenih masnih kiselina $\omega 6$ i $\omega 3$ reda u organizmu čovjeka opisan je u radu Szollara, (1990.). Okomita strelica pokazuje dužinu lanca, a vodoravna reakciju desaturacije:



Iz osnovnih tipova $\omega 6$ i $\omega 3$ masnih kiselina linolne (18:2 $\omega 6$) i linolenske (18:3 $\omega 3$) procesom desaturacije ili elongacijom mogu u čovjekovu organizmu nastati masne kiseline od kojih su neke s 20 atoma ugljika prekursori tkivnih hormona (eikozanidi, prostaglandini, prostaciklini i leukotrieni), (Knopp, 1989.).

Uobičajena kontinentalna hrana sadrži za 2–3 puta više linolne od linolenske kiseline. Tako je iz linolenske kiseline nastanak EPA i DHA ograničen i odvija se sporo. Time je objašnjeno da veće količine linolenske masne kiseline ne prati povećanje EPA u fosfolipidima krvnih i tkivnih stanica. Isto tako, veći unos EPA raste koncentracija EPA. Vjerojatno da retrokonverzija DHA nastaje

prilikom skraćanja lanca u beta-oksidaciji, te da se DHA može smatrati skladištem EPA.

Spoznaje o esencijalnim masnim kiselinama danas su se toliko promijenile da se posebno analiziraju $\omega 3$, a posebno $\omega 6$ i posljedice njihovih nedostataka ili suviška u organizmu. Isto tako treba računati na njihov međusobni odnos u dnevnim potrebama zbog međusobnih interakcija i specifične regulacije i utjecaja jedne na drugu (Wolfram, 1989. a).

Dnevna je potreba odraslih osoba za linolnom masnom kiselinom do 100 g ili 2 do 3% od ukupne energije, a za dojenčad i djecu 1 do 3% ukupne energije. Istodobno, potrebe su za linolenskom kiselinom 3 g za odrasle, a 1,22 g za dojenčad i djecu, dok su dnevne potrebe za DHA i EPA 350 do 400 mg (Szollar, 1990; Sučić, 1994. a).

Smatra se da tjedni unos od 400 g masne ribe (2x200 g) može osigurati potrebnu količinu EPA i DHA. Ako takvih prehrambenih navika nema, preporučuje se dnevno dodavanje $\omega 3$ masnih kiselina u kapsulama ili drugim preparatima (Kulier, 1994.).

S obzirom na cijenu ribe i kapsula, najjeftiniji izvor $\omega 3$ masnih kiselina (DHA i EPA) jest meso bijelog glavaša.

Omega-3 masne kiseline u staničnim stijenkama ljudskog organizma pokazuju strogu biokemijsku regulaciju. Odnos je $\omega 3$ i $\omega 6$ masnih kiselina u fetusu 8:1, u humanom mlijeku 5:1, a u eritrocitima majmuna 2:4. Ako u hrani nedostaje jedna od kiselina, nastupa poremećaj odnosa (Szollar, 1990.).

Zanimljiva je pojava da je DHA gotovo u istoj količini zastupljena u sivoj moždanoj masi čovjeka i različitih životinjskih vrsta. Uloga DHA u mozgu nije potpuno razjašnjena, ali je utvrđeno da se, ako se štakorima u hrani daje velika količina linolne, a izostave $\omega 3$ masne kiseline, u potomaka javljaju poteškoće u dresuri. Ako se skotnim štakorima daje hrana s niskim udjelom $\omega 3$ masnih kiselina, u potomaka se javlja narušen odnos u sivoj moždanoj masi, a u ženki u mlijeku. Stoga je potreban oprez pri zamjeni majčina mlijeka u prehrani beba, kao i prehrana majke u vrijeme trudnoće i dojenja (Szollar, 1990.).

Osim u sivoj moždanoj masi, DHA je u znatnijoj količini zastupljena u fotoreceptorskim stijenkama retine, testisima i spermatozoidima. Majmuni hranjeni hranom s niskim udjelom $\omega 3$, a povećanom količinom $\omega 6$ masnim kiselinama (1:150), rađali su potomke s poremećenim vidom.

Smrt uzrokovana kardiovaskularnim bolestima u Eskima je oko 10%, a u stanovnika Amerike i Europe više od 50%. Među Eskimima gotovo da je nepoznat diabetes mellitus, a rijetko se javljaju astma, psorijaza i autoimune bolesti. Obolijevanja od raka gotovo su jednako učestala kao u Americi i Europi, a vaskularna krvarenja i epilepsija učestaliji su u Eskima (Bang i Dyerberg, 1972; Dyerberg i Bang, 1975; Kroman i Green, 1980; Leaf i Weber, 1988.).

Nasuprot navedenom, Feldman (1993.) smatra da incidencija raka može biti manja smanjenjem unosa u organizam zasićenih masnih kiselina, dimljenih namirnica, alkohola i manje količine energije. Roger i sur. (1993.) slažu se s naprijed navedenim, ali ističu da smanjenje količine unosa masti treba nadoknaditi omega-3 masnim kiselinama koje su eksperimentalno pokazale odlične rezultate u sprečavanju raka u glodavaca.

Maver (1995.) ističe da su askorbinska kiselina, retinol, selen, biljna vlakna, povrće iz skupine brassica i omega-3 masne kiseline čimbenici koji vjerojatno djeluju antikarcinogeno.

Novija istraživanja, kako navode Matasović i Franekić (1995.), na području preventivnog djelovanja nazasićenih masnih kiselina, napose ω 3 reda uz hranu s visokim sadržajem vlakana iz svježeg voća i povrća čine te namirnice općenito prihvaćenim čimbenicima zdravlja i sigurne prevencije mnogih pa i zloćudnih bolesti. Autori navode potrebu konzumiranja ribe, a manje namirnica sa zasićenim masnim kiselinama.

Više je autora utvrdilo (Dyberg i Jorgensen, 1982; Philipson et al. 1985; Carol, 1986; Holub, 1988.), da ω 3 masne kiseline snižavaju viskoznost krvi, a povećavaju brzinu strujanja u krvnim žilama za 1,7 puta. Tako se poboljšava opskrbljenost stanica i tkiva kisikom.

Dnevni unos od 5 do 6 g omega-3 masnih kiselina 7,8% snižava krvni tlak, sistlični i dijastolični kod normalne tenzije, ali i u osoba s blagom hipertenzijom. Mehanizam sniženja nije poznat, najvjerojatnije ω 3 masne kiseline smanjuju osjetljivost na endogene hormone vazopresornog djelovanja (Norris i Jones, 1986; Yetiv, 1988.).

Utjecaj ω 3 masnih kiselina na smanjenje triglicerida u krvi utvrđen je prije 30 godina. Dnevni unos ω 3 masnih kiselina reducira VLDL trigliceride u krvnoj plazmi koji imaju tendenciju taloženja na krvnožilnim stijenkama pri hipertrigliceridemiji, kao i pri normalnoj trigliceridemiji. Isto tako primijećeno je povoljno djelovanje ω 3 masnih kiselina na sluznice, kožu i zarastanje rana (Goodnight i Harris, 1982; Phillipson et al. 1985; Kulier, 1994.).

Omega-3 masne kiseline smanjuju trigliceride tako da inhibiraju sintezu triglicerida u jetri. Čini se da one ne smanjuju broj VLDL čestica koje se luče iz jetre, nego smanjuju sadržaj triglicerida u tim česticama.

Omega-3 masne kiseline sprečavaju stvaranje brojnih medijatora koji sudjeluju u ovapnjenju krvnih žila po teoriji »response to injury«, i to u sprečavanju ili usporavanju makrofaga monocita ili glatkih mišića u aterosklerotičnu pretvorbu (Dyerberg, 1986; Schacky, 1987; Holub, 1988; Lavie et al. 1988; Fischer, 1989.).

Radi svakodnevne opskrbe DHA i EPA u Danskoj se proizvodi »OMEGA KRUIH« koji je u zadnje tri godine najviše prodavan prehrambeni proizvod. Najdužu tradiciju u proizvodnji DHA i EPA iz ribljeg ulja za humanu uporabu i animalnu proizvodnju ima PRONOVA BIOCARE.

Pri uzimanju $\omega 3$ masnih kiselina treba imati u vidu i štetne nuspojave koje upućuju na oprez. Omega-3 masne kiseline osjetljive su na toplinu, lako oksidiraju i transformiraju se u ciklične izomere koji su potencijalno štetni.

Koncentracija žive, olova, kadmija i ostalih teških kovina u tijelu riječnih i morskih riba u nas nije dovoljno istražena, pa stoga, ako su prisutne $\omega 3$ masne kiseline treba očistiti od njih.

Ako $\omega 3$ masne kiseline sprečavaju upalne ili imunološke procese regulacijom tkivnih hormona, potrebno je utvrditi da li duže uzimanje kapsula $\omega 3$ masnih kiselina protiv ateroskleroze oštećuje obrambeni mehanizam organizma.

DHA ima tendenciju taloženja u srčanom mišiću. Stoga se porastom DHA u eksperimentalnih životinja povećava i mogućnost kardijalnih lezija. Pojava je slična oštećenju srčanog mišića kao pri konzumiranju eruka kiseline (22:1 ω 9). Zbog toga prije dugoročnije prevencije s $\omega 3$ masnim kiselinama ovu pojavu treba istražiti.

Nedvojbeno, mnoga zanimljiva istraživanja koja su obavljena dala su zanimljive rezultate u svrhu potencijalne uporabe $\omega 3$ masnih kiselina, ali je potrebno još mnogo kliničkih istraživanja da bismo ih mogli s punom odgovornošću preporučiti za opću primjenu. Većina se znanstvenika slaže da su $\omega 3$ masne kiseline protektivne tvari, a ne lijek pa, prema tome, ne treba govoriti o ljekovitim učincima. Prema američkom aktu o etiketiranju iz godine 1990., $\omega 3$ masne kiseline pripadaju nutritivnim suplementima i deklariraju se kao »sigurne« te imaju zdravstvene prednosti u odnosu na druge namirnice (Kulier, 1994.).

Znanstveno dokazana, na brojnim vrstama riba, pozitivna korelacija između $\omega 3$ serije masnih kiselina u ribljoj hrani i njezina sadržaja u ribljem mesu, omogućuje uzgajivačima riba da ciljanom tehnologijom uzgoja određenih vrsta proizvode vrlo kvalitetno meso s visokim sadržajem $\omega 3$ serije maasnih kiselina koje bi, uz odgovarajuću cijenu, sigurno pronašli svoje potrošače na tržištu. Prva takva istraživanja u Republici Hrvatskoj obavljena su na europskom somu (*Silurus glanis*) (Bogut, 1995.) i linjaku (*Tinca tinca* L), (Opačak, 1996.) čije hranidbene potrebe za 18:3 $\omega 3$ nisu do sada istraživane.

ZAKLJUČNO RAZMATRANJE

Dostupni literaturni podaci pokazuju da je potrošnja ribljeg mesa u Republici Hrvatskoj znatno niža nego u većini europskih zemalja i ovisna je o nizu čimbenika. Isto tako, prerađivačka industrija slatkovodnih riba ne prati svjetska kretanja.

Velik broj radova odnosi se na kemijski sastav, nutritivnu i biološku vrijednost ribljeg mesa koje ima niz prednosti u odnosu na ostale živežne namirnice životinjskog podrijetla, napose u sadržaju aminokiselina lizina i leucina, koje su vrlo značajne u dobi rasta mladog organizma.

U zadnjih 20 godina većina autora ističe važnost polinezasićenih omega 3 masnih kiselina (eikosapentanske — 20:5 ω 3 i dekosahexsaenske — 22:6 ω 3) u preventivi kardiovaskularnih i drugih bolesti.

Od slatkovodnih riba visok udio omega-3 masnih kiselina utvrđen je u lipidima bijelog glavaša koji prema sadržaju eikospotanske kiseline ne zaostaje iza riba hladnih mora. Više se autora slaže da se na sastav masnih kiselina u mesu riba može utjecati odgovarajućom hranidbom.

Prva takva istraživanja u nas na ribama iz Hrvatske upozoravaju na potrebu daljnjih istraživanja, jer dobiveni su rezultati veoma zanimljivi i vrijedni.

Summary

NUTRITIONAL AND PROTECTIVE VALUES OF FISH — WITH EMPHASIS ON OMEGA-3 FATTY ACIDS

This work presents the importance of fish as a life necessity in view of proteins, vitamins, micro and macro elements and in comparison with high valued necessities of warm-blooded animals (meat, milk and eggs). Most literature information is related to the chemical components of meat, nutritional and biological values.

Numerous papers have shown the components of fatty acids in fats of the most important freshwater and sea fish. According the contents of FPA (eicosapentaen fatty acids, 20:5 3) and DHA (docosaheksaen fatty acids, 22:6 3) the meat of the silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) can be compared to that of the highest quality sea fish.

In the last 20 years many authors mentioned the protective role of omega-3 fatty acids in the prevention of heart attack, stroke, arteriosclerosis, high blood pressure, psoriasis, thrombosis and arthritis.

Key words: freshwater fish, marine fish, proteins, amino acids, lipids, fatty acid, vitamins, minerals, cardiovascular disease.

LITERATURA

- Amal, A. R., Csengeri, J., Matkovic, B. (1990): Phospholipid fatty acid composition and lipid peroxidation in some tissues of carp acclimated to different environmental temperatures. *Aquacultura Hungarica* 6, 161–170.
- Bang, H., O., Dyerberg, J. (1972): Plasma lipids and lipoproteins in Greenland West Coast Eskimos. *Acta Med. Scand.* 192, 85–86.
- Banvad, S. (1976): Proteini ribljeg mesa. *Hrana i ishrana* 17, 557–564.
- Barlow, S. M., Stansby, M. E. (1982): Nutritional evaluation of long-chain fatty acids in fish oil. London Acad. Press.

- Berka, R. (1990):* Zpracovani slatkovodnich ryb v zahraniči. čs. Rybnikarstvi 1, 5–8.
- Berka, R. (1991):* Slatkovodni ryby v lidske vyžive (prehled). Bulletin VURH Vodnany 27, 44–50.
- Bogut, I. (1995):* Utjecaj linolenske kiseline (18: 3ω3) na biotehnoško rezultate uzgoja somovskog mlada (Silurus glanis) u kaveznim uvjetima. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet Osijek.
- Cai, Z., Curtis, L. A. (1975):* Effect of diet on Consumption, Growth and Fatty Acid Composition in Young Grass Carp. Aquaculture 81, 47–60.
- Cantoni, C., Berbetta, G., Calcinaroli, C (1975):* Aminoacids in the flesh and skin of freshwater fish. Archivio V. Italiano 26 (3–4), 87–91.
- Carpenter, K. J. (1980):* Fish in human and animal nutrition. U Connell, J. J.: Advances in Fish Science and Technology, Fishing News Books Ltd. 124–130.
- Carrol, K. K. (1986):* Biological effects of fish oil in relation to chronic diseases. Lipids 21, 731–732.
- Dyerberg, J., Bang, H. O. (1975):* Fatty acid composition of plasma lipids in Greenland Eskimos. Am. J. Clin. Nutr. 28, 985–986.
- Dyerberg, J., Jorgensen, K. A. (1982):* Marine oils and thrombogenesis Prog. Lipid Res. 21, 255–269.
- Dyerberg, J. (1986):* Linolenate derived polyunsaturated fatty acids and prevention of atherosclerosis. Nutr. Rev. 44, 125–126.
- Farkas, T., Csengeri, J. (1990):* A magyarprszagi halak zsirj apak osszetetele kulons tekintettel az omega-3 szerkezetu polyen zsirsavakra. A medicus universalis terapias melleklete, MAOTE 5. aprilis 1990, 10–11.
- Feldman, E. B. (1993):* Dietary intervention and Chemoprevention. Prevent. Medicine 22, 661–666.
- Fijan, N. (1969):* Hranjiva vrijednost ribe. Ribar. Jug. 24 (5), 111–112.
- Fijan, N. (1988):* Zdravlje riba. Rib. Jugosl. 43, 78–80.
- Fischer, M., Levine, P. H. Leaf, A. (1989):* Ω-3 fatty acids and cellular aspects of atherosclerosis. Arch. Intern. Med. 149, 1726–1728.
- Goodnight, S. H., Harris, W. S. (1982):* Polyunsaturated fatty acids hyperlipidemias and thrombosis. Atherosclerosis 2, 87.
- Hejda, S. (1989):* Živočišne potravini z hľadiska nutričnho. Sbornik ČSAZ 131, 210–213.
- Holub, B. J. (1988):* Dietary fish oils containing EPA and the prevention of atherosclerosis and thrombosis. Can Med. Ass. J. 139, 377–381.
- Hudec, I. (1973):* Vyznam morskych a sladkovodnych ryb v racionalny vyžive. Vyživy a Zdravie 18, 43–44.
- Huss, H. H. (1988):* Fresh fish-quality and quality changes. Rome FAO, DANIDA, FAO Fisheries Series No 29, 132.
- Knopp, H. R. (1989):* Omega-3 fatty acids endogenous prostaglandis and blood pressure regulation in humans. Nutrition Rew. 47, 301–313.
- Kroman, N., Green, A. (1980):* Epidemiological studies in the Upernavik district Greenland. Acta Med. Scand. 208, 401–402.
- Krstinić, L. (1970):* Ribe, rakovi, školjke i alge, kemijski sastav i hranjiva vrijednost. Morsko ribarstvo 22, 72–74.
- Kulier, J. (1990):* Prehrambene tablice. Diana, Poslovna Zajednica za dijetetsku i biološki vrijednu hranu, Zagreb.
- Kulier, J. (1992):* Hrana u službi zdravlja. TIP AG Matoš, Zagreb.

- Kulier, J. (1994):* Protektivne tvari iz namirnica i kemoprevencija. Zbornik sažetaka referata Prehranom do zdravlja, Zagreb.
- Lands, W. E. M. (1986):* Fish and human health Orlando, San Diego, New York, Austin, London, Montreal, Sydney, Tokyo, Toronto, Academic Press.
- Lavie, C. J., Gau, G. T., Squires, R. W., Kottke, B. A. (1988):* Management of lipids in primary and secondary prevention of cardiovascular diseases. *Mayo Clin. Proc.* 63, 605–621.
- Leaf, A., Weber, P. C. (1988):* Cardiovascular effects of ω -3 fatty acids. *New Engl. J. Med.* 318, 549–557.
- Lisk, D. J., Scimenca, J. A. (1994):* Potential of food modification in cancer prevention. *Cancer Research* 54, 1957–1959.
- Marošević, Đurđa (1982):* Riba kao živežna namirnica. Slatkovodno ribarstvo, Jumena, Zagreb.
- Matasović, D., Franekić, J. (1995):* Mutagene, karcinogene i protektivne tvari u namirnicama. Zbornik radova Prehrana i rak, Zagreb, 26–46.
- Maver, H. (1995):* Uvodno predavanje. Zbornik radova Prehrana i rak, Zagreb, 2–12.
- Mustapić, Nada (1988):* Nutricionističke i zdravstvene vrijednosti ribe. *Ribarstvo Jug.* 43, 116–117.
- Norris, P. G., Jones, C. J. (1986):* Effect of dietary supplementation with fish oil on systolic blood pressure in mild essential hypertension. *Brit. Med. J.* 293, 104.
- Olley, J. N. (1980):* Structure and proteins of fish and shellfish. U Connell J. J.: *Advances in Fish Sciences and Technology.* Farnham Surrey, Fishing News Books Ltd. 65–77.
- Opačak, A. (1996):* Utjecaj različite razine linolenske masne kiseline (18: 3 ω 3) na rezultate intenzivne proizvodnje mlada linjaka (*Tinca tinca*) FPZ, Disertacija Zagreb.
- Perović, S. (1986):* Riba u normalnoj i dijetetskoj prehrani djece. *Vjesnih med. sestara i med. teh. Hrvatske* 24, 121–127.
- Perović, S. (1988):* Prednost prehrane ribom u dobi predškolskog djeteta. Zbornik radova XIV Stručno-Znanstvenog skupa pedijatara Hrvatske, Pula.
- Perović, S. (1989):* Nutricionističke vrijednosti ribe. Zbornik radova XXV Pedijatarskih dana, Niš.
- Perović, S. (1992):* Posna riblja juhica u liječenju akutnog proljeva. *Morsko ribarstvo* 44, 112–119.
- Phillipson, B. E., Rothrock, D. W., Connor, W. E., Harris, W. S., Illingworth, D. R. (1985):* Reduction of plasma lipids, lipoproteins and apoproteins by dietary fish oils in patients with hypertriglyceridaemia. *New Engl. J. Med.* 312, 1210–1216.
- Rigo, J. (1990):* Halolajkeszitmenyek hatasa a zsiranya geserere. *A medicus universalis terapias melleklete, MAOTE* 5. aprilis 1990, 15–17.
- Rogers, A. E., Zeisel, S. H., Groopman, J. (1993):* Diet and carcinoma genesis. *Carcinogenesis* 14, 2205–2217.
- Romics, L. (1990):* Omega-3 zsirsavak jeletösege a megelozesben es a gyógyitasban. *A medicus universalis terapias melleklete, MAOTE* 5. aprilis 1990, 17–19.
- Schacky, C. (1987):* Prophylaxis of atherosclerosis with marine omega-3 fatty acids. *Annals Intern. Med.* 107, 890–899.

- Schwarz, F. J. (1993): Influence of dietary fatty acid composition and vitamins on fatty acid metabolism in carp (*Cyprinus carpio*). International symposium on the carp. Budapest 6–9 September.
- Sidwell, V. D.; Lagally, H. R., Ambrose, M. E. (1974): Nutritional and chemical evaluation of various fish and shellfish proteins. Abstr. of Papers Amer. Chem. Soc. 168.
- Stipković, F. (1984): Riba–hrana za zdravlje. Morsko ribarstvo 36, 80–84.
- Sučić, M. (1994): Prehrana paniranim sardelama u svrhu zdravijeg i kvalitetnijeg načina života. Zbornik sažetaka referata prehranom do zdravlja, Zagreb.
- Sučić, M. (1994): Utjecaj prehrane na razinu lipoproteina. Zbornik sažetaka referata Prehranom do zdravlja, Zagreb.
- Szollar, L. (1990): Az ω -3 zsírsavak hatásainak biokémiai és kóreléttani elemzése. A medicus universalis terapiás melleklete, MAOTE 5. aprilis 1990, 11–14.
- Šoša, B. (1989): Higijena i tehnologija prerade morske ribe. Školska knjiga, Zagreb.
- Tacon, G. I. (1990): Standard Methods for the Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp. Argent Laboratories Press, Redmond, Washington USA.
- Tidwell, J. H., Webster, C. D., Clark, J. A. (1992): Effects of feeding starvation and refeeding on the fatty acid composition of channel catfish. Comp. Biochem. Physiol. 103A, 365–368.
- Vacha, F., Turzička, E. (1994): Polynenasycene mastne kyseliny a cholesterol v slatkovodnich rybach. Sbornik referatu z ichtyologicke konference Vodnany.
- Yetiv, J. Z. (1988): Clinical applications of fish oils. JAMA 260, 665–670.
- Walker, K. (1987): Aspects of quality. Fish Farmer 10, 17–18.
- Wolfram, G. (1989): Bedeutung der Omega-3 Fettsauren in der Erhnarung des Menschen. Ernährungsumschau 36, 310–330.
- Wolfram, G. (1989a): ω -3 und ω -6 Fettsauren. Biochemische Besonderkeiten und biologische Wirkungen. Fat. Sci. Technol. 91, 459–468.

Primitljeno 12. 1. 1996.