

# Polinezasićene masne kiseline u mesu ribe i njihov značaj za zdravlje ljudi

Pavličević Nataša<sup>1</sup>, Baltić Ž. Milan<sup>2</sup>, Dimitrijević Mirjana<sup>2</sup>, Karabasil Neđeljko<sup>2</sup>, Đorđević Vesna<sup>3</sup>, Marković Radmila<sup>2</sup>, Grbić Slaven<sup>4</sup>

*S a d r ž a j:* Pravilna ishrana ima veliki značaj u kvalitetu života ljudi. Nutritivni i zdravstveni značaj koji se postiže upotrebom ribe i proizvoda od ribe u ishrani je jedan od razloga za neprestani rast potražnje za tim proizvodima na tržištu. Ono što ribu, kao namirnicu, čini posebno privlačnom za potrošača jeste, pored povoljnog sadržaja proteina, minerala i vitamina i to što je veoma bogat izvor masnih kiselina, od kojih se pojedine smatraju esencijalnim, jer se ne mogu sintetisati u samom organizmu. Utvrđeno je da masti riba sadrže 17–21% zasićenih i 79–83% nezasićenih masnih kiselina. Od nezasićenih masnih kiselina, u mesu ribe, značajne su količine linolne, linoleinske, arahidonske kiseline, EPA (eicosapentaenoic acid; EPK, eikozapentaenska kiselina) i DHA (docosahexaenoic acid; DHK, dokozaheksaenska kiselina), koje se smatraju esencijalnim, jer, kao kofaktori metabolizma, imaju funkciju u održavanju povoljnog zdravstvenog stanja organizma ljudi.

*Ključne reči:* meso ribe, polinezasićene masne kiseline, zdravlje ljudi.

## Uvod

Pravilna ishrana ima veliki značaj u kvalitetu života ljudi. Iz tog razloga, zbog svoje hranljive vrednosti, riblje meso zauzima značajno mesto u ishrani ljudi. Sve veći deo stanovništva i u našim krajevima uviđa da je ishrana ribom nužna potreba, da konzumiranje mesa ribe nije uzrok nijedne zoonoze i da je meso ribe manje opterećeno različitim aditivima koji se, u savremenoj proizvodnji, koriste u svinjarstvu i živinarstvu. Zbog svojih karakteristika, riblje meso je jedna od nutritivno najvrednijih namirnica. Ono što ribu, kao namirnicu, čini posebno privlačnom za potrošača, jeste, pored povoljnog sadržaja proteina, minerala i vitamina i to što je veoma bogat izvor esencijalnih masnih kiselina koje imaju ulogu u prevenciji brojnih oboljenja (Čirković, 2002).

Od osnovnih sastojaka mesa ribe, najviše varira količina masti, koja je različita kod različitih vrsta riba, a pokazuje značajna odstupanja i unutar iste vrste, što zavisi od sezone izlova, polnog ciklusa, ishrane, starosti i pola ribe. Masti ribe se razlikuju od masti sisara po odnosu zasićenih i nezasićenih masnih kiselina. U mastima ribe ima više mono-

polinezasićenih masnih kiselina nego u mastima sisara. Koeficijent svarljivosti masti (procenat masti ribe koji se može resorbovati u digestivnom traktu) sveže, zamrznute i dimljene ribe iznosi i do 91% (Baltić i Tadić, 2001), a energetska vrednost mesa ribe zavisi od količine masti (Vranić i dr., 2010).

Sadržaj masti u mesu različitih vrsta riba kreće se od 0,5 do 22% (Tarr, 1954), pa je prema sadržaju masti izvršena podela riba na posne ribe, sa manje od 5% masti (oslić, škarpina, zubatac, iverak, smuđ, linjak, grgeč, štika, pastrmka), polumasne ribe, sa 5–10% masti (sardela, bakalar, incun, cipal, ugor, sitna bela riba, beli amur, tolstolobik, deverika, mre-na, jesetra, klen) i masne ribe, sa više od 10% masti (papalina, skuša, haringa, losos, tuna, šaran, som), (Baltić i Teodorović, 1997). Prema Lambaši i dr. (2005), na osnovu sadržaja masti, izdvaja se još jedna kategorija riba, a to su visokomasne vrste riba, koje gomilaju mast u potkožno masno tkivo, gde spadaju jegulja, kečiga, tovljeni šaran. Riba se, takođe, na osnovu raspodele masti u telu, deli na plavu i belu. Plava riba deponuje masti u masnim ćelijama, po celom telu, a bela riba deponuje masti u jetri i, donekle, u trbušnoj šupljini. Udeo masti u mesu bele ribe je nizak i čini samo oko 1% (Ackman, 1980).

<sup>1</sup>Veterinarski specijalistički institut „Subotica“, Segedinski put 88, 24000 Subotica, Republika Srbija;

<sup>2</sup>Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Beograd, Republika Srbija;

<sup>3</sup>Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija;

<sup>4</sup>Veterinarski zavod „Slaven d.o.o“, 51000 Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina.

## Polinezasićene masne kiseline u mesu ribe

Ustanovljeno je da masti riba sadrže 17–21% zasićenih i 79–83% nezasićenih masnih kiselina. Od nezasićenih masnih kiselina, u mesu ribe su značajne velike količine oleinske, kao i linolne, linoleinske i arahidonske kiseline, koje se smatraju esencijalnim, jer, kao kofaktori metabolizma, imaju funkciju u održavanju povoljnog zdravstvenog stanja organizma ljudi. Ukupna količina polinezasićenih masnih kiselina, sa četiri, pet ili šest dvostrukih veza, je nešto niža u slatkovodnim ribama (oko 70%), u odnosu na njihovu zastupljenost u lipidima morskih riba (oko 88%), (Huss, 1988).

Masne kiseline koje učestvuju u izgradnji masti sastoje se od ugljovodoničnog niza. Ovaj lanac čine atomi ugljenika za koje su vezani vodonikovi atomi, na čijem  $\omega$ , ili  $n$ -kraju, je metil grupa, a na drugom, delta ( $\Delta$ ), kraju je karboksilna grupa (Lunn i Theobald, 2006). Ugljovodonični lanci, koji čine građu masnih kiselina, mogu da imaju od dva do 80 ugljenikovih atoma, ali je za masne kiseline koje su sastavni deo masti u namirnicama ljudi utvrđeno da su to lanci koji imaju 14, 16, 18, 20 i 22 ugljenikova atoma. Nezasićene masne kiseline mogu da sadrže jednu (mononezasićene) ili više nezasićenih veza u ugljovodoničnom lancu (polinezasićene). Na ugljenikovim atomima koji obrazuju dvostruku vezu, pored vodonika, vezuju se i različite funkcionalne grupe. U zavisnosti od položaja koji vodonikovi atomi, pri tome, zauzimaju razlikuju se *cis* i *trans* konfiguracije nezasićenih masnih kiselina. *Cis* konfiguraciju nezasićenih masnih kiselina karakteriše to da se vodonikovi atomi nalaze na istoj strani u lancu, dok se u *trans* konfiguracijama masnih kiselina, vodonikovi atomi nalaze na suprotnim stranama (Lunn i Theobald, 2006). Oblik *cis* veze uslovljava da se molekuli uvijaju. Što je veći broj dvostrukih veza i *cis* položaja vodonika, to će i uvijenost biti veća, pa će se molekuli nalaziti na međusobno većim rastojanjima. U uljima dominiraju *cis* masne kiseline. Nasuprot tome, *trans* konfiguracija omogućava gusto pakovanje molekula, koji su pretežno linearni, ili slabo uvijeni, pa su ove kiseline zastupljenije u čvrstim mastima (Šumić, 2008). Nezasićene masne kiseline dalje se mogu podeliti na dve klase: *n-3* i *n-6* polinezasićene masne kiseline. Riblje masti su bogat izvor *n-3* polinezasićenih masnih kiselina. Obe klase nezasićenih masnih kiselina su bitne i neophodne za zdravlje ljudi, a razlikuju se u hemijskoj strukturi, odnosno u položaju dvostruke veze u lancu. Kod *n-3* masnih kiselina dvostruka veza se nalazi na trećem C atomu od terminalne grupe, dok se kod *n-6* masnih kiselina ona nalazi na šestom C atomu od terminalne grupe (Mason, 2000).

Većina nezasićenih masnih kiselina se može sintetisati u organizmu čoveka tokom procesa elongacije i desaturacije masnih kiselina. Taj proces katalizuje enzimski kompleks, masno-kiselinska sinteza. Dok, desaturaza kod biljaka ima mogućnost da umetne dvostruku vezu na trećem, šestom i devetom ugljenikovom atomu, počevši od metil grupe, desaturaza kod životinja i čoveka je sposobna da umetne dvostruku vezu samo iza šestog C atoma. Otuda, postoji nekoliko masnih kiselina, koje se smatraju esencijalnim, jer se ne mogu sintetisati u samom organizmu. Postoje dve specifične esencijalne masne kiseline: *cis n-6* polinezasićena masna kiselina, linoleinska (18:2*n-6*) i *cis n-3* polinezasićena masna kiselina, alfa ( $\alpha$ )-linoleinska (18:3*n-3*). Od ove dve vrste „roditeljskih“ esencijalnih masnih kiselina nastaju *n-3* i *n-6* „familije“ masnih kiselina kroz seriju enzimski katalizovanih reakcija desaturacije i elongacije, što se odvija u citosolu mitohondrija (Lunn i Theobald, 2006; Hunter i Roberts, 2000).

Klasa *n-3* polinezasićenih masnih kiselina je derivat alfa-linoleinske kiseline (ALK), esencijalne masne kiseline čiji je glavni izvor riblje ulje, dok klasa *n-6* polinezasićenih masnih kiselina vodi poreklo od linoleinske kiseline (LK), takođe esencijalne masne kiseline koja se, uglavnom, nalazi u biljnim uljima (Zatsick i Mayket, 2007). Alfa-linoleinska masna kiselina metaboliše se do dokozahexaenske kiseline (22:6*n-3*), (DHK) preko eikozapentaenske kiseline (20:5*n-3*), (EHK), dok se linoleinska kiselina (18:2*n-6*) metaboliše do arahidonske (20:4*n-6*), (AK), preko gama-linoleinske (18:3*n-6*), ili eikosaoidne kiseline (20:2*n-6*), Lunn i Theobald (2006). Reakciju desaturacije i elongacije lanca alfa-linoleinske i linoleinske kiseline, u kojoj nastaju njihovi derivati, polinezasićene masne kiseline, katalizuje isti enzim (desaturaza enzim). S obzirom da reakciju katalizuje isti enzim, između ovih esencijalnih masnih kiselina postoji kompeticija za taj enzim, pa povećanje koncentracije linoleinske kiseline može inhibirati pretvaranje alfa-linoleinske kiseline u njene derivate, i obrnuto. Ishrana bogata alfa-linoleinskom kiselinom i EPK može smanjiti produkciju derivata linoleinske, odnosno arahidonske kiseline, što može narušiti odnos omega-3 i omega-6 masnih kiselina u organizmu (Kris-Etherton i Hill, 2008; Mason, 2000). Iz tih razloga, pored značaja unosa optimalnih količina esencijalnih masnih kiselina putem ishrane bitan je i odnos u kom se one unose (Olsen i Secher, 2002). Odnos *n-3* i *n-6* masnih kiselina je optimalan ako se nalazi u opsegu od 1 : 4 do 1 : 5 (Baltić i dr., 2003).

Masti ribe karakteriše nizak sadržaj *n-6* masnih kiselina i visok sadržaj *n-3* masnih kiselina. Zbog niskog sadržaja *n-6* masnih kiselina, u mastima

morske ribe odnos  $n-3$  na  $n-6$  je visok i nalazi se u opsegu od 5 : 1 do 10 : 1. U poređenju sa morskom, kod slatkovodne ribe je taj odnos drugačiji, jer slatkovodna riba sadrži veće količine  $n-6$  masnih kiselina, pre svega linolne i arahidonske kiseline, pa se odnos  $n-3$  i  $n-6$  masnih kiselina kod ovih vrsta riba nalazi u opsegu manjim od 4 : 1 (Valfre i dr., 2003). Brojni autori (Kris-Etherton i Hill, 2008; Spirić i dr., 2009; Trbović i dr., 2013; Ljubojević i dr., 2013) ističu da ribe iz akvakulture imaju nešto niži sadržaj  $n-3$  masnih kiselina u poređenju sa ribama iz otvorenih voda.

## Polinezasićene masne kiseline i zdravlje ljudi

Nutritivni i zdravstveni značaj koji se postiže upotrebom ribe i proizvoda od ribe u ishrani je jedan od razloga za neprestani rast potražnje za tim proizvodima na tržištu (Burger i Gochfeld, 2009; Sveinsdóttir i dr., 2009). Interesovanje za sprovođenje istraživanja o potencijalno pozitivnom efektu po zdravlje ljudi koji prati korišćenje ribe u ishrani, javilo se pedesetih godina prošlog veka, kada je uočeno da riblje ulje povoljno utiče na ublažavanje simptoma atipičnog ekcema i artritisa, kao i da snižava nivo holesterola u krvi (Riediger i dr., 2009). Prva, pionirska istraživanja u ovoj oblasti, osamdesetih godina prošlog veka, sprovedli su danski naučnici, vođeni zapaženom činjenicom da je kod Eskima sa Grenlanda uočena deset puta niža stopa srčanih oboljenja u odnosu na druge narode (König i dr., 2005; Sidhu, 2003). Takvo zapažanje je odmah dovedeno u vezu sa ishranom. Naime, u ishrani Eskima sa Grenlanda u velikoj meri je zastupljeno meso foka, kitova i raznih vrsta riba, koje je i glavni izvor polinezasićenih masnih kiselina, EPK i DHK (Connor, 2000). Takođe je, prilikom istraživanja u Japanu, uočeno da, kao posledica ishrane bogate ribom, porodice ribara koji žive duž obale mora imaju manju stopu kardiovaskularnih oboljenja i, posledično, manju smrtnost nego što je to slučaj sa porodicama farmera na kopnu (Valfre i dr., 2003).

Smatra se da postoje dve osnovne funkcije koje esencijalne masne kiseline obavljaju u organizmu. Esencijalne masne kiseline su prekursori za sintezu molekula, hormonima sličnih supstanci, koji se sastoje od 20 C atoma i nazivaju se **eikosanoidi**. Postoji nekoliko različitih familija eikosanoida: *prostaglandini* (regulišu kontrakcije mišićne, imuni odgovor i zapaljenja), *prostaciklini* (inhibiraju agregaciju trombocita) i *tromboksani* (stimulišu agregaciju trombocita). Ove tri familije eikosanoida nastaju u reakcijama koje katalizuje enzim ciklo-oksigenaza. *Leukotrijeni*, koji utiču na (mikro)

vaskularnu i bronhijalnu konstrikciju, ili dilataciju i hidrokislimasne kiseline, koje regulišu ćelijsku adheziju, formiraju se delovanjem enzima lipo-oksigenaze. Eikosanoidi koji se sintetišu od dve različite klase esencijalnih masnih kiselina ( $n-3$  i  $n-6$ ) imaju različite puteve stvaranja, međutim, prilikom sinteze, dele iste grupe enzima. Rezultat toga jeste taj što će količina i odnos  $n-3$  i  $n-6$  masnih kiselina unetih putem hrane, u stvari, odrediti koji će put biti aktivniji, koja će se familija eikosanoida sintetisati i kakav će efekat oni imati na organizam. U osnovi, eikosanoidi koji nastaju od alfa-linoleinske kiseline, preko EPK i prekursora DHK imaju, pre svega, antiinflamatorni, antitrombotični, antiaritmični efekat i izazivaju vazodilataciju. Dok, sa druge strane, eikosanoidi koji nastaju od linoleinske, odnosno, arahidonske kiseline, imaju suprotan efekat jer izazivaju zapaljenja, trombozu, vazokonstrikciju i ćelijsku proliferaciju (Riediger i dr., 2009). Postoji i podatak da eikosanoidi, koji nastaju od  $n-6$  masnih kiselina imaju snažniji efekat (Lunn i Theobald, 2006; Hunter i Roberts, 2000).

Druga važna funkcija  $n-3$  i  $n-6$  esencijalnih masnih kiselina je ta što se one, odnosno njihovi metaboliti, pre svega, DHK i arahidonska kiselina, ugrađuju u fosfolipidni sloj ćelijskih membrana, gde imaju značajnu strukturnu i funkcionalnu ulogu (Anon., 2003; Hunter i Roberts, 2000). DHK je glavni sastojak fosfolipida u membranama retine i mozga, dok je arahidonska kiselina glavni sastojak fosfolipidnog sloja u membranama trombocita (Lunn i Theobald, 2006). Iz tih razloga svaka promena, u smislu smanjenja nivoa  $n-3$  masnih kiselina u organizmu, može izazvati promene u fluidnosti membrane, što može imati uticaja na aktivnost enzima, receptor-ligand veze, ćelija-ćelija interakcije, kao i na transport nutrijenata kroz ćelijsku membranu (Hunter i Roberts, 2000).

S obzirom na važnost funkcija koje imaju u organizmu, razumljiv je uticaj polinezasićenih masnih kiselina, a pre svega  $n-3$  masnih kiselina, na prevenciju razvoja određenih bolesti, kao što su kardiovaskularna oboljenja, nepravilan razvoj mozga i vida, zatim neurološki poremećaji, zapaljenski procesi i autoimuna oboljenja (reumatoidni artritis, psorijaza, ulcerativni kolitis, astma) itd. (Valfre i dr., 2003).

Ispitivanjem upotrebe ribe bogate  $n-3$  masnim kiselinama utvrđen je njihov uticaj na koronarne bolesti, arterosklerozu, trombozu i krvni pritisak (Hunter i Roberts, 2000). U prevenciji nastanka srčanih oboljenja, omega-3 polinezasićene masne kiseline deluju na više načina. Imajući u vidu mogućí, opisani „scenario“ nastanka aterosklerotičnih promena u kardiovaskularnom sistemu, postoji više mogućih mehanizama kojima  $n-3$  masne kiseline

sprečavaju razvoj takvog procesa i ostvaruju svoj pozitivan efekat. Jedan od mehanizama delovanja jeste taj što *n-3* masne kiseline sprečavaju stvaranje trombova, tako što dovode do promene metabolizma (smanjuju količinu) adhezionih molekula, kao što su vaskularni ćelijski adhezioni molekul-1 (VCAM-1), E-selektin i intercelularni adhezioni molekul-1 (ICAM-1), ali i tako što smanjuju endotelnu ekspresiju na ove molekule u stimulisanim ćelijama, kao i proliferaciju glatkomišićnih ćelija (Holub i Holub, 2004; Kris-Etherton i dr., 2002). Drugi mogući mehanizam na osnovu kojeg *n-3* masne kiseline postižu antiaterogeni efekat je taj što DHK, iako nije direktan inhibitor arahidonske kiseline, kao što je to EPK (kompetitivni inhibitor ciklooksigenaze, koji može zameniti arahidonsku kiselinu iz dvostrukog fosfolipidnog sloja) ipak može inhibirati trombocitnu agregaciju, smanjujući afinitet trombocitnog receptora TxA<sub>2</sub>/PGH<sub>2</sub> za njegov ligand (Kris-Etherton i dr., 2002). Zatim, utvrđeno je da *n-3* masne kiseline, smanjuju stvaranje trombocitnog faktora rasta, koji je ključni hemoatraktant i mitogen za glatke mišićne ćelije i makrofage, koji su ključni u razvoju aterosklerotičnih trombocitnih naslaga. Derivati ovih kiselina se ugrađuju u te trombocitne naslage, menjajući strukturu trombocitnih plakova, u smislu stvaranja veće količine fibroznog omotača, a manje zapaljenskog infiltrata. Trombocitnim plakovima se, na taj način, povećava stabilnost i manje su osetljivi na pucanje. Takođe, EPK inhibiše sintezu tromboksana A<sub>2</sub> iz arahidonske kiseline i prostaglandina, koji uzrokuje agregaciju trombocita i vazokonstrikciju (Zatsick i Mayket, 2007), zatim umanjuje viskozitet krvi i doprinosi produženju vremena krvarenja (Holub i Holub, 2004).

Dokazano je i da *n-3* masne kiseline smanjuju sadržaj holesterola i triglicerida u krvnom serumu ljudi (Stolyhwo i dr., 2006), kao i da riblje ulje nema uticaj na koncentraciju LDL (low-density lipoprotein, „loš holesterol“) u serumu, ali, što je bitno, povećava sadržaj HDL (high-density lipoprotein, „dobar holesterol“) u serumu. HDL je lipoprotein koji ima zaštitnu funkciju s obzirom da smanjuje holesterol u krvi, vraća ga u jetru i na taj način sprečava njegovo taloženje u krvnim sudovima (Holub i Holub, 2004; Sidhu, 2003; Anon., 2003). Studija Zatsick-a i Mayket-a (2007) je pokazala da 3 grama *n-3* masnih kiselina smanjuje za 25 do 30% koncentraciju triglicerida u serumu, a povećava HDL za 1 do 3%. Prema istraživanjima Kang-a i Leaf-a (2000), povećanje količine ribljeg ulja u ishrani smanjuje pojavu srčanih aritmija, a, takođe, smanjuje i krvni pritisak (sistolni i dijastolni) kada se redovno koristi u ishrani (barem deset puta nedeljno), (Sidhu, 2003). Ispitivanja su, kod pacijenata

sa hiperholesteremijom, pokazala da je unos *n-3* masnih kiselina putem ishrane izazvao stimulaciju oslobađanja acetil-holina iz malih arterija. To je posledično dovelo do poboljšanja funkcije endotela, kao i povećene propustljivosti arterija, čime se i objašnjava efekat *n-3* masnih kiselina na snižavanje krvnog pritiska (Kris-Etherton i dr., 2002).

Mehanizam kojim *n-3* masne kiseline sprečavaju nastanak srčanih aritmija objašnjavaju Kris-Etherton i dr. (2002). Naime, polinezasićene masne kiseline *n-3* klase stabilizuju električnu aktivnost kardijalnih miocita, obogaćivanjem kardijalnih lipida sa EPK i DHK, inhibirajući, na taj način, L-tip kalcijumove kanale i sprečavajući nastanak aritmija izazvanim prekomernim otpuštanjem kalcijuma iz citosola. To rezultuje produženjem perioda refrakcije, čime se smanjuje rizik od nastanka ventrikularne fibrilacije (König i dr., 2005; Holub i Holub, 2004).

Lipidi su važni sastojci mozga i, u velikom procentu, učestvuju u njegovoj građi. Najviše su zastupljene arahidonska kiselina i DHK, koje se nalaze u sinaptozonalnim membranama (Innis, 2007). DHK je osnovna komponenta membranskih fosfolipida u mozgu i u znatnoj meri je zastupljena u velikom broju metaboličkih aktivnih regija u cerebralnom korteksu, mitohondrijama, sinaptozama i sinaptičkim vezikulama (Morris, 2007). Prema Connor-u (2000), DHK čini 36,4% od ukupne količine masnih kiselina koje učestvuju u izgradnji mozga i predstavlja osnovnu masnu kiselinu koja učestvuje u građi atanolamin fosfoglicerida i fosfatidilserina u sivoj masi mozga i retini. Nervi i membrane fotoreceptora u retini bogate su sa DHK. To ukazuje na važnu ulogu ovih sastojaka u neuronskoj transmisiji i procesu vida. Takođe, nedostatak *n-3* esencijalnih masnih kiselina može dovesti do promene funkcije ćelijske membrane u nervnom sistemu i može uticati na pojedine elektrofiziološke parametre, kao što je sposobnost učenja (Hunter i Roberts, 2000). Takođe, nedostatak ovih masnih kiselina u ishrani doveden je u vezu sa problemom smanjene pažnje kod hiperaktivne dece (Kris-Etherton i Hill, 2008).

Brojne studije su dokazale da su *n-3* masne kiseline esencijalne za rast i razvoj dece. Pre rođenja deteta razvijeno je 75% ćelija mozga, a nakon rođenja, u prvoj godini života, razvija se ostatak ćelija. Iz tih razloga je jako bitno da fetus, ali i dojenčad u prvoj godini života dobijaju dovoljnu količinu omega-3 masnih kiselina, posebno DHK, kako bi im se omogućio normalan razvoj nervnog sistema (Sidhu, 2003). Mozak ploda raste rapidno tokom trećeg trimestra i procenjeno je da je u tom periodu fetusu neophodno obezbediti 70 mg/dnevno DHK i istu količinu AA. Iako ćelije mozga, kao što su glija ćelije, astrociti i cerebralni endotelijum, mogu vršiti

elongaciju i desaturaciju esencijalnih masnih kiselina, smatra se da je majka, odnosno njena ishrana, glavni izvor AA i DHK (*Kris-Etherton i Hill, 2008; Hunter i Roberts, 2000*). Adekvatan unos ovih masnih kiselina u toku trudnoće i laktacije, kod dece utiče na smanjenje pojava alergija, poboljšava koordinaciju očiju i ruku, poboljšava urođene i stečene funkcije, ponašanje u toku sna i umanjuje rizik od metaboličkih poremećaja, kao što je *diabetes melitus* tipa 1, smanjuje rizik od pojave cerebralne paralize i povećava koeficijent inteligencije, tvrdi *Genius (2008)*.

Danski naučnici su, pregledom 12.000 trudnica, utvrdili da masa placente, obim glave i masa rođene bebe rastu sa povećanjem korišćenja ribe u ishrani (*Sidhu, 2003*). Nedovoljan unos *n-3* masnih kiselina može povećati stopu prevremenih porođaja. Incidenca prevremenog porođaja kod žena koje su izbegavale u svojoj ishrani riblje meso bila je 7,1%, a kod onih koje su jednom nedeljno konzumirale riblje meso bila je 1,9%. Preklampsija se 7,6 puta češće javlja kod trudnica koje u toku trudnoće ne konzumiraju ribu (*McGregor i dr., 2001*).

Istraživanja *Kremer-a (2000)* govore da u prevenciji osteoartritisa i reumatoidnog artritisa, dva najčešća oblika artritisa, značajnu ulogu mogu imati *n-3* polinezasićene masne kiseline iz riblje masti. Naime, ove masne kiseline smanjuju procenat razgradnje hrskavice, a, takođe, uklanjaju medijatore zapaljenja i smanjuju bol kod pacijenata sa ovim oboljenjima (*Genius, 2008; Sidhu, 2003*). Kod Japanaca, koji, kao što je već istaknuto, koriste znatne količine mesa ribe u ishrani, zapažena je niža stopa pojave artritisa (*Lunn i Theobald, 2006*). Takođe, uspeh u lečenju pacijenata koji boluju od reumatoidnog artritisa, kako navode *Hunter i Roberts (2000)*, postiže se terapijom sa *n-3* masnim kiselinama u trajanju od 12 nedelja.

Takođe je brojnim istraživanjima dokazano da nedostatak nezasićenih masnih kiselina ima značajnu ulogu u etiologiji depresije, disleksije, šizofrenije i Alchajmerove bolesti (*Morris, 2007; Lunn i Theobald, 2006; Anon., 2003; Sidhu, 2003*), kao i da se uvođenjem veće količine *n-3* masnih kiselina u ishranu obolelih od psorijaze smanjuju psorijatične lezije, svrab i perutanje, karakteristične za ovo oboljenje.

Procena je da je oko 30% ljudskih malignih oboljenja posledica ishrane i načina života, a ishrana se smatra jednim od najvažnijih uzročnika pojave pojedinih malignih oboljenja, naročito digestivnog trakta. Za rak prostate, grudi i kolona je utvrđeno da je način ishrane jedan od glavnih uzroka njihovog. Ispitivanjem na laboratorijskim životinjama došlo se do podataka da riblje ulje, koje je bogat izvor

*n-3* masnih kiselina, smanjuje ćelijsku proliferaciju i prekancerogene promene u ćeliji (*Mason, 2000*). Tako je daljim ispitivanjima, za neke masne kiseline, utvrđeno da imaju sposobnost da spreče formaciju, ili inhibišu progresiju, ili da direktno ubiju tumor ćeliju *in vitro* (*Lunn i Theobald, 2006*).

Smrtnost od kardiovaskularnih oboljenja je veliki problem kod pacijenata obolelih od dijabetesa, što je, verovatno, posledica usko povezanog metabolizma šećera i masti (*Lunn i Theobald, 2006*). Studije su pokazale i da se kod dijabetes zavisnih i dijabetes nezavisnih pacijenata, upotrebom *n-3* masnih kiselina u ishrani, smanjuje rizik od pojave srčanih oboljenja (*Sidhu, 2003; Hunter i Roberts, 2000*).

Kod pojedinih zapaljenskih procesa, kao što su astma, Kronova bolest – ulcerativni kolitis, *n-3* masne kiseline pomažu u terapiji (*Riedeger i dr., 2009; Lunn i Theobald, 2006*). Njihovo antiinflamatorno delovanje zasniva se, pre svega, na promeni produkcije leukotrijena i smanjenju produkcije citokina (interleukini, tumor nekroza faktor) i mitogena, koji, kao što je poznato, imaju značajnu ulogu u nastanku inflamacije (*Holub i Holub, 2004; Hunter i Roberts 2000*). Ispitivanja pokazuju i da pušači imaju manji rizik u razviću hronične pulmonalne opstruktivne bolesti ukoliko je u ishrani zastupljena veća količina *n-3* masnih kiselina (*Anon., 2003*).

## Preporuke o optimalnom unosu polinezasićenih masnih kiselina

Zbog velikog značaja polinezasićenih masnih kiselina *n-3* klase, u Evropi i svetu su date i preporuke o optimalnom dnevnom unosu.

*American Heart Association (AHA, Američka asocijacija za srce)* sugeriše da bi pacijenti, bez obzira da li su srčani bolesnici ili ne, trebalo da konzumiraju najmanje dva puta nedeljno masnu ribu. Za osobe koje nemaju dijagnostikovana srčana oboljenja preporuka AHA je da uzimaju 500 mg EPK i DHK dnevno, a za srčane bolesnike, 1 g EPK i DHK dnevno. Za osobe sa povišenim sadržajem triglicerida u krvi preporuka ove asocijacije je da konzumiraju 2 do 4 grama EPK i DHK dnevno, dok je za trudnice i novorođenčad preporuka dva obroka nedeljno masne ribe (*Domingo, 2007; Zatsick i Mayket, 2007*). *American Diabetes Association (Američka asocijacija za dijabetes)* preporučuje dve ili više porcije masne ribe nedeljno. *Australia and New Zealand National Health and Medical Research Council (Nacionalni savet Australije i Novog Zelanda za zdravlje i medicinska istraživanja)* preporučuje da žene i muškarci iznad 19, a ispod 70 godina starosti unose 610 i 430 mg DHK i EPK dnevno,

respektivno. *International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids* (Međunarodno društvo za proučavanje masnih kiselina i lipida) za dobro stanje kardiovaskularnog sistema preporučuje minimum 500 mg EPK i DHK dnevno. *National Heart Foundation of Australia* i *United Kingdom Scientific Advisory Committee on Nutrition* (Nacionalna fondacija Australije za zdravlje i Savetodavni naučni komitet Velike Britanije za ishranu), takođe, dele mišljenje da bi, zdravlja radi, trebalo ribu, i to masniju, jesti najmanje dva puta nedeljno. *World Health Organization* (Svetska zdravstvena organizacija) smatra da pravilna ishrana podrazumeva konzumiranje ribe jedanput, ili dva puta nedeljno, čime se obezbeđuje količina od 200 do 500 mg EPK i DHK (Kris-Etherton i Hill, 2008). Naučni savetodavni komitet o ishrani (Scientific Advisory Committee on Nutrition, SACN) i Komitet o toksikologiji (The Committee on Toxicology, COT) iz Velike Britanije mišljenja su da bi nezasićene masne kiseline trebalo unostiti u količini od 3,15 grama nedeljno, što bi odgovaralo količini od dva obroka ribe nedeljno, pri čemu bi u jednom bila zastupljena bela riba, a u drugom masna riba (Lunn i Theobald, 2006). Stručnjaci

u Velikoj Britaniji predlažu da se doze polinezasićenih masnih kiselina kreću od 200 do 1.250 mg dnevno. U Danskoj preporučena doza iznosi 300 mg dnevno, dok u Nemačkoj optimalni unos polinezasićenih masnih kiselina iznosi 1.500 mg dnevno (Mason, 2000).

## Zaključak

Veća zabrinutost i bolja informisanost, po pitanju bezbednosti i nutritivne vrednosti hrane koju konzumira, karakteriše današnjeg potrošača. Želja savremenog potrošača da se „zdravo“ hrani doprinela je sve većoj potražnji i potrošnji mesa ribe. Činjenice da meso ribe u našim krajevima nije uzrok nijedne zoonoze kao i da je manje opterećeno različitim aditivima, koji se u savremenoj proizvodnji u mnogo većoj meri koriste u svinjarstvu i živinarstvu, doprinele su da se meso ribe „približi“ potrošačima i na našem području. Termin „zdrava hrana“, kada je u pitanju riba, opravdava se upravo brojnim studijama u kojima je dokazan pozitivan uticaj unosa polinezasićenih masnih kiselina iz mesa ribe na zdravlje ljudi.

## Literatura

- Ackman R. G., 1980. Fish lipids. Part 1. In: J. J. Connell (ed.) *Advances in fish science and technology*, Fishing News (Books) Ltd., Farnham, Surrey, 86–103.
- Anon., 2003. Nutritional aspects of fish, Bord Iascaigh Mhara/Irish Sea Fisheries Board P.O. Box No. 12, Crofton Road, Dun Laoghaire, Co. Dublin. [www.bim.ie](http://www.bim.ie)
- Baltić Ž. M., Teodorović V., 1997. Higijena mesa, riba, rakova i školjki, udžbenik, Veterinarski fakultet, Beograd.
- Baltić Ž. M., Tadić R., 2001. Proizvodnja i potrošnja mesa riba u svetu i kod nas, *Tehnologija mesa*, 42, 5–6, 345–357.
- Baltić Ž. M., Nedić D., Dragičević O., 2003. Meso i zdravlje ljudi, *Veterinarski žurnal Republike Srpske*, 3, 3–4, 131–138.
- Burger J., Gochfeld M., 2009. Perceptions of the risks and benefits of fish consumption: Individual choices to reduce risk and increase health benefits. *Environmental Research*, 109, 343–349.
- Connor E. W., 2000. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 171S–175S.
- Ćirković M., Jovanović B., Maletin S., 2002. Ribarstvo. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Domingo J. L., 2007. Omega-3 fatty acids and the benefits of fish consumption: Is all that glitters gold? *Environment International*, 33, 993–998.
- Genius S. J., 2008. To sea or not to sea: Benefits and risks of gestational fish consumption. *Reproductive Toxicology*, 26, 81–85.
- Holub J. D., Holub J. B., 2004. Omega-3 fatty acids from fish oils and cardiovascular disease. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 263, 217–225.
- Hunter B. J., Roberts D. C. K., 2000. Potential impact of the fat composition of farmed fish on human health. *Nutrition Research*, 20, 7, 1047–1058.
- Huss H. H., 1988. Fresh fish quality and quality changes. *FAO Fisheries Series*, No.29.
- Innis S., 2007. Omega-3 Fatty Acid Deficiency Among Consumption Pregnant Women. Section II-E – Health Benefits of Fish, *Proceedings of the National Forum on Contaminants in Fish*. Environmental Protection Agency.
- Kang X. J., Leaf A., 2000. Prevention of fatal cardiac arrhythmias by polyunsaturated fatty acids. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 202S–7S.
- König A., Bouzan C., Cohen J. T., Connor W. E., Kris-Etherton P. M., Gray, G. M., Lawrence R. S., Savitz D. A., Teutsch S. M., 2005. A Quantitative Analysis of Fish Consumption and Coronary Heart Disease Mortality. *American Journal of Preventive Medicine*, 29, 4, 335–346.
- Kremer J. M., 2000. n-3 fatty acid supplements in rheumatoid arthritis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 349S–351S.
- Kris-Etherton P. M., Harris W. S., Lawrence J., 2002. Fish Consumption, Fish Oil, Omega-3 Fatty Acids and Cardiovascular Disease. *J. Appl. and for the Nutrition Committee, Circulation*, 106, 2747–2757.

- Kris-Etherton, P. M., Hill A. M., 2008.** n-3 fatty Acids: Food or Supplements? Journal of the American Dietetic Association, 108, 7, 1125-1130.
- Lambaša B., Ž., Gačina N., Radić T., 2005.** Tehnologija hrane. Visoka škola za turistički menadžment, Šibenik.
- Lunn J., Theobald H. E., 2006.** The health effects of dietary unsaturated fatty acids. British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin, 31, 178–224.
- Ljubojević D., Čirković M., Đorđević V., Trbović D., Vranić D., Novakov N., Mašić Z., 2013.** Hemijski sastav, sadržaj holesterola i sastav masnih kiselina šarana (*Cyprinus carpio*) iz slobodnog izlova, poluintenzivnog i kaveznog sistema gajenja. Tehnologija mesa, 54, 1, 48–56.
- Mason P., 2000.** Fish oils- an update. The Pharmaceutical Journal, 265, 720–724.
- McGregor J. A., Allen K. G., Harris M. A., 2001.** The omega-3 story: nutritional prevention of preterm birth and other adverse pregnancy outcomes. Obstetrical Gynecological Survey, 56 1, 1–13.
- Morris M. C., 2007.** Fish, n-3 Fatty Acids and Dementia. Section II-E – Health Benefits of Fish, Proceedings of the National Forum on Contaminants in Fish. Environmental Protection Agency.
- Olsen S. F., Secher N. J., 2002.** Low consumption of seafood in early pregnancy as a risk factor for preterm delivery: prospective cohort study. Engaging, informative and influential journals for healthcare professionals and researchers, 324–447.
- Riediger N. D., Othman R. A., Suh M., Moghadasian M. H., 2009.** A Systemic Review of the Roles of n-3 Fatty Acids in Health and Disease. Journal of the American Dietetic Association, 109, 668–679.
- Sidhu K. S., 2003.** Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 38, 336–344.
- Spirić A., Trbović D., Vranić D., Đinović J., Petronijević R., Milijašević M., Janković S., Radičević T., 2009.** Utičaj masnih kiselina u hrani na sastav masnih kiselina i količinu holesterola kod kalifornijske pastrmke (*Oncorhynchus mykiss*). Tehnologija mesa, 50, 3–4, 179–188.
- Stolyhwo A., Kolodziejska I., Sikorski Y. E., 2006.** Long chain polyunsaturated fatty acid in smoked Atlantic mackerel and Baltic sprats. Food Chemistry, 94, 585–595.
- Sveinsdóttir K., Martinsdóttir E., Green-Petersen D., Hyl-dig G., Schelvis R., Delahunty C., 2009.** Sensory characteristics of different cod products related to consumer preferences and attitudes. Food Quality and Preference, 20, 120–132.
- Šumić Z., 2008.** Masne kiseline. Tehnologija hrane, Internet magazin. <http://www.tehnologijahrane.com/hemija-hrane/masne-kiseline>
- Tarr H. L. A., 1954.** Microbiological deterioration of fish post mortem, its detection and control. Bacteriol Review, 18, 1, 1–15.
- Trbović D., Marković Z., Petronijević R., Milijašević M., Spirić D., Vranić D., Spirić A., 2013.** Promene hemijskog i masnokiselinskog sastava mesa šarana u toku poluintenzivnog uzgoja. Tehnologija mesa, 1, 39–47.
- Valfre F., Caprino F., Turchini G. M., 2003.** The Health Benefit of Seafood. Veterinary Research Communications, 27,1, 507–512.
- Vranić D., Trbović D., Đinović J., Mažić Z., Spirić D., Miličević D., Spirić D., 2010.** Nutritivna vrednost kalifornijske pastrmke (*Oncorhynchus mykiss*) i šarana (*Cyprinus carpio*) iz akvakulture. Tehnologija mesa, 52, 2, 159–168.
- Zatsick N. M., Mayket P., 2007.** Fish oil – Getting to the heart of it. The Journal for Nurse Practitioners, 104–109.

## Polyunsaturated fatty acids in the fish meat and their significance for human health

*Pavličević Nataša, Baltić Ž. Milan, Dimitrijević Mirjana, Karabasil Neđeljko, Đorđević Vesna, Marković Radmila, Grbić Slaven*

*Summary: Proper nutrition is very important for the quality of life. Nutritional and health significance of the use of fish and fish products in the diet is one of the reasons for the continuous increase in demand for such products in the market. What makes fish as a food stuff, particularly attractive for the consumer is, in addition to favourable contents of protein, minerals and vitamins, the fact that it is a very rich source of fatty acids, of which some are considered essential because they can not be synthesized in the body. It has been found that fish fat contains 17-21% of saturated and 79-83% of unsaturated fatty acids. Significant quantities of following unsaturated fatty acids are present in fish meat: linoleic, linolenic, arachidonic acids, EPA (eicosapentaenoic acid; EPA) and DHA (docosahexaenoic acid; DHA), which are considered to be essential, because, as cofactors of metabolism, they have a function in maintaining a favorable health status of the human organism.*

**Key words:** fish meat, polyunsaturated fatty acids, human health.

Rad primljen: 26.03.2014.

Rad prihvaćen: 4.04.2014.