

## DJELOTVORNOST LINOLENSKE KISELINE (18:3 $\omega$ 3) IZ PELETIRANE HRANE NA KVANTITATIVNO-KVALITATIVNI SASTAV MIŠIĆNIH MASTI INTENZIVNO UZGAJANOG LINJAKA (TINCA TINCA L.)

## EFFICIENCY OF LINOLEIC ACID (18:3 $\omega$ 3) FROM PELETED FEED ON QUANTITATIVE AND QUALITATIVE COMPOSITION OF MUSCLE FAT OF INTENSIVELY REARED TENCH (TINCA TINCA L.)

**A. Opačak, I. Bogut, I. Stević, Katica Canecki**

Izvorni znanstveni članak  
UDK: 639.3. : 636.085.14.  
Priljeno: 18. srpanj 1996.

### SAŽETAK

U radu je istražen utjecaj različite razine linolenske masne kiseline (18:3 $\omega$ 3) u hrani na kemijska svojstva i sastav mišićnih masti linjaka (Tinca tinca L.).

Istraživanje je provedeno na šest pokusnih skupina riba s po tri ponavljanja. Prosječna individualna nasadna masa linjaka iznosila je 32,5 g\*kom<sup>-1</sup>. Riba su hranjene peletiranom krmnom smjeso s 45% bjelanečvina. Hrana za kontrolnu skupinu sadržavala je ukupno 0,39% linolenske kiseline iz ingredijenata, dok je u istu tu krmnu smjesu za P<sub>1</sub> pokusnu skupinu riba ugrađeno 0,50% linolenske kiseline, za P<sub>2</sub> 0,75%, za P<sub>3</sub> 1,00%, za P<sub>4</sub> 1,25% te P<sub>5</sub> pokusnu skupinu 1,50% ove esencijalne kiseline.

Kakvoća mišića (bez kože i međumišićnih kostiju) linjaka nakon eksperimentalnog dijela istraživanja, utvrđena je kemijskim analizama, a sastav masti na masne kiseline plinskom kromatografijom. Prosječna završna individualna masa kretala se od 193,3 g\*kom<sup>-1</sup> u kontrolnoj, do najviše 211,3 g\*kom<sup>-1</sup> u P<sub>5</sub> pokusnoj skupini.

Sadržaj linolenske kiseline u hrani od 0,39% u kontrolnoj do 1,88% u P<sub>5</sub> pokusnoj skupini, izvršila je diferencijaciju u kakvoći mišića linjaka te gradi mišićnih masti obzirom na masne kiseline između pojedinih pokusnih skupina.

Utvrđeno je osjetno smanjenje vode u mišićima za 1,34%. Sve do razine 1,39% linolenske masne kiseline u hrani, masti su se smanjile za statistički vrlo značajnih (P<0,01) 14,71%, bjelanečvine su porasle za 5,64% (P<0,95), dok se pepeo neznatno mijenjao. Iznad te koncentracije sve do 1,88% linolenske kiseline u hrani nisu utvrđene statistički značajne razlike u ovim pokazateljima između različitih pokusnih skupina (P>0,05).

Obzirom na masne kiseline u mastima mišića pokazalo se da porastom linolenske masne kiseline u hrani od 0,39% do 1,88%, raste njen sadržaj u

mišićima od  $2,8\% \pm 0,3$  u kontrolnoj do  $10,8 \pm 0,7\%$  u P<sub>5</sub> pokusnoj skupini ( $P < 0,05$ ) te sadržaj najznačajnije polinezasićene masne kiseline za ribe, docosaheksaenske (22:6 $\omega$ 3) i to od  $3,4\% \pm 0,2\%$  do  $11,8\% \pm 0,2\%$  ( $P < 0,05$ ). Isto tako znatno niži sadržaj ovih te ostalih polinezasićenih masnih kiselina u mišićju kontrolne skupine, kao i povećani sadržaj mononezasićene, oleinske (18:3 $\omega$ 1) te eicosatrienoinske (20:3 $\omega$ 9) masne kiseline, pokazuje da je 0,39% linolenske kiseline u hrani nedovoljna količina za intenzivni uzgoj linjaka i da minimalna količina ove masne kiseline u hrani mora iznositi 0,9%.

Ključne riječi: linolenska kiselina, linja, peletirana hrana, mišići, sastav masti

## UVOD

Sastav i količina masti tkiva i organa riba uvjetovani su, osim kvantitativnim - genetskim svojstvima svake pojedine vrste, i paragenetskim čimbenicima. Količina i sastav prehrambenih masti i masnih kiselina značajno određuje kompoziciju tkivnih masti riba. Povećavaju se u tijelu s razmjernim povećanjem njihovog sadržaja u hrani (Ogino, i sur., 1976).

Dodavanje masti u hranu za pastrve i šarane, redovito vodi k povećanju sadržaja masti u tijelu. Uz to, masti kod šarana poboljšavaju sposobnost preživljavanja (Steffens, 1993), ali također određuju i sastav masnih kiselina u tkivima (Farkas i sur., 1977). Pozitivna korelacija prehrambenih i tjelesnih masti utvrđena je i kod drugih vrsta riba (Cowey i sur., 1975; Takeuchi i sur., 1979; Bromiley, 1980; Kiessling i sur., 1989).

Masne kiseline se iz hrane, nakon probave i apsorpcije, mogu odlagati u tijelu riba u izvornom ili transformiranom obliku. Najviše se odlažu kao rezervna mast u masnim depoima, adipoznom tkivu, jetri, kao i drugim trbušnim organima (Farkas i sur., 1977; Henderson, 1987; Csengeri, 1993).

Utjecaj masti iz hrane na sastav tjelesnih masti odstupa između triglicerida i fosfolipida. Prehrambene masti znatno više djeluju na sastav masnih kiselina fosfolipida, nego kod neutralnih masti (Voštani ester), Sinnhuber (1969). Pojedina tkiva u ribe sadrže i do 58% fosfolipidne frakcije.

Status esencijalnih  $\omega^3$  i  $\omega^6$  serije masnih kiselina u hrani je vrlo bitan, jer upravo on ima veliki učinak na masno-kiselinski sastav fosfolipida riba (Farkas i

sur., 1980). Važno je također napomenuti da se određena razina esencijalnih masnih kiselina u riba održava i onda kada ribe gladuju (Takeuchi i Watanabe, 1982), što opet ima svoju određenu vremensku granicu.

Sadržaj tjelesnih masti nekih suptropskih šaran-skih vrsta je 2-17%, dok neke indijske i korejske vrste imaju svega 0,8 - 1,2% masti u sirovoj tjelesnoj masi (Kim i sur., 1986). Neke komercijalno važne vrste riba (*Oncorhynchus kisutch*, *Ictalurus nebulosus*, *Salvelinus fontinalis*, *Tilapia nilotica*, *Carassius carassius*, *Poecilia reticulata*) sadrže u mišićima 0,7 - 5% masti (Daikoku i sur., 1982).

Kalifornijska pastrva ima u prosjeku 5,7% masti u mišićima, a atlanski losos i do 10% (Henderson, 1987). Zanimljivo je istaći da relativne proporcije masnih klasa variraju tijekom migracija, odnosno mrijesta. To obilježje prati anadromne i katadromne ribe selice, jer troše velike količine energije za prijelaz tisuća kilometara puta na kraju kojeg se mrijeste i ugibaju (losos, jegulja).

Šaran (*Cyprinus carpio* L.), kao i neke druge slatkovodne vrste riba (*Salvelinus mamaycush*, *Coregonus clupeaformis*), može u mišićima sadržavati i preko 10% sirove masti. Kod jegulje (*Anguilla japonica*) sadržaj masti kreće se do 22% od tjelesne mase (Kim i sur., 1986).

Umjesto uzgajanje ribe, na bazi ugljikohidrata, masti i bjelančevina, uz prisutne greške hranidbe (prekomjerno hranjenje, užegnutost masti), sklone su različitim oboljenjima i poremećajima u jetri, bubrezima, crijevima, kao i ostalim organima trbušne šupljine (Fijan, 1982). Ove pojave u prirodi nisu uobičajene.

U znanstvenim istraživanjima najvažniji pokazatelji nedostatka esencijalnih masnih kiselina su stupanj rasta, djelotvornost hrane i preživljavanje pojedine vrste riba (Kanazawa i sur., 1980). Losos, hranjen hranom deficitarnom na linolnoj i linolenskoj masnoj kiselini, osim reduciranog rasta, ispoljava i umanjenu pigmentaciju (Nicolaidis i sur., 1962). Takva hrana kod pastrva uzrokuje eroziju i degeneraciju peraja, promjenu boje zadnjeg dijela tijela, fiziološke i psihološke (stres-sindrom) poremećaje i krutost tijela (Castell i sur., 1972b).

Uz navedeno, manjkavost esencijalnih masnih kiselina u hrani, kod pastrva narušava i sastav tijela, pojedinog tkiva ili organa. Očituje se u porastu mišićne vode, povećanju respiracijskog omjera jetre, smanjenju sadržaja hemoglobina u krvi te smanjenju sadržaja bjelančevina i masti u tijelu (Watanabe i sur., 1976), a kod lososa pokazuje nadutu i blijedu jetru, kao i visoki sadržaj 20:3 $\omega$ 9 masne kiseline u njoj (Takeuchi i sur., 1979d). Deficitarna hrana na masnim kiselinama  $\omega^3$  i  $\omega^6$  serije kod pastrva, kao i šarana, rezultira povećanjem 20:3 $\omega$ 9 masne kiseline u "de novo" sintezi i mortaliteta, te miokarditisom (Castell, 1972a; Takeuchi i Watanabe, 1977b). Simptomi nedostataka masnih kiselina kod japanske jegulje u biti su slični onima u šarana (Takeuchi i sur., 1980). Povećanje ili prekomjerna količina esencijalnih masnih kiselina u hrani, uzrokuje usporavanje rasta pojedine vrste ribe i stvara nepovoljne hranidbene koeficijente (YU i sur., 1979):

Osim u hranidbi riba, nezasićene masne kiseline  $\omega^3$  serije važne su i za prehranu ljudi jer smanjuju opasnost od nakupljanja masti u krvi i sprečavaju oboljenja krvožilnog sustava (snižavaju razinu ukupnog kolesterola u krvi, sprečavaju agregaciju trombocita, povećavaju razinu zaštitnog HDL-kolesterola, snižavaju tlak, smanjuju viskozitet i povećavaju cirkulaciju krvi), Schacky (1987), Fijan (1988), Knapp (1989), Farkas (1990), Romics (1990), Szollar (1990), Berka (1991).

## MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

Ustanovljeno je 6 pokusnih skupina s po 3 ponavljanja. U svaki od ukupno 18 kaveza (pojedinačne dimenzije 1x1x1,2 m) nasadeno je po 100 komada dvogodišnjeg mlađa linjaka ( $L_2$ ) iz iste populacije, prosječne individualne mase od 32,0  $\pm$  0,5 g. Kontrolna skupina mlađa je hranjena peletiranom hranom s 45% bjelančevina, dok je u preostalih pet pokusnih skupina u ovu hranu ugrađeno po 0,5% ( $P_1$ ), 0,75% ( $P_2$ ), 1,00% ( $P_3$ ), 1,25% ( $P_4$ ) i 1,50% ( $P_5$ ) linolenske masne kiseline (18:3 $\omega$ 3).

Kemijski sastav krmnih smjesa (tablica 1) za kontrolnu i pokusne skupine riba utvrđen je na osnovi hranidbenih potreba mlađa omnivornih vrsta riba (Tacon, 1990).

Tablica 1. Kemijski sastav peletirane riblje hrane za kontrolnu i pokusne skupine riba u %

Table 1. Chemical composition of the peleted fish feed for control and experimental groups of fish %

Komponenta - Component	Pokusna hrana - Experimental feed					
	Kontrolna Control	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$
Suha tvar - Dry matter	90.53	91.04	91.05	91.15	91.15	91.25
Sirove bjelančevine - Crude protein	45.10	45.15	45.08	44.95	44.97	44.98
Sirova mast - Ether extract	5.10	5.53	5.81	6.10	6.27	6.45
Sirova vlaknina - Crude fibre	2.10	2.06	2.06	2.05	2.05	2.05
Pepeo - Ash	10.14	10.20	10.17	10.15	10.16	10.25
NET - N-free extractives	28.09	28.10	28.93	27.80	27.70	27.52

Ugradnja linolenske kiseline i peletiranje riblje hrane obavljena je u TSH "Valpovka" u Valpovu, a prema metodologiji Zavoda za poljoprivrednu

tehnologiju, skladištenje i transport, Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Analize riblje hrane na masne kiseline (tablica 2), kao i kemijski sastav mišića (tablica 3) i masnih kiselina u mišićima (tablica 5) izvršene su u Institutu za akvakulturu (Haltenyésztési Kutató Intézet) u Szarvasu, Republika Mađarska. Ekstrakcija masti obavljena je prema metodi Folch i sur., (1957). Analiza masnih kiselina izvedena je upotrebom JEOL G 1100 plinskog kromatografa. Za utvrđivanje kemijskog sastava mišićnog tkiva korištene su uobičajene analitičke metode.

Riba je hranjena ručno, a dnevni obroci utvrđivani su uz primjenu hranidbenih tablica za šarana (Csengeri, 1992) te na osnovi kontrolnih ribolova i fizikalno-kemijskog stanja vode.

Rezultati promatranih svojstava riba obrađeni su statističkim metodama (Barić, 1965, Olson, 1988). Obrada rezultata izvršena je na PC računalu, uporabom programa Excel 5.0 for Windows.

**Tablica 2. Sadržaj masnih kiselina u peletiranoj hrani za kontrolnu i pokusne skupine riba (%)**  
**Table 2. Content of fatty acids in pelleted feed for control and experimental groups of fish (%)**

Masna kiselina - Fatty acid	Pokusna hrana - Experimental feed					
	Kontrolna Control	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>
14:0	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
16:0	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
16:1 $\omega$ 7	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
18:0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
18:1 $\omega$ 9	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
18:2 $\omega$ 6	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
18:3 $\omega$ 3	0.39	0.90	1.14	1.38	1.64	1.88
20:5 $\omega$ 3	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
22:6 $\omega$ 3	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
Ukupno $\omega$ 3 - Total $\omega$ 3	0.91	1.42	1.66	1.90	2.16	2.40
Ukupno $\omega$ 6 - Total $\omega$ 6	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
Ukupno zasićenih - Total saturated	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42
Ukupno nezasićenih - Total unsaturated	3.59	4.10	4.35	4.58	4.83	5.08

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

Rezultati istraživanja kemijskih pokazatelja (vode, masti, bjelančevina i pepela) mišića linjaka prikazani su na tablici 3 i grafikonu 1.

U mišićima kontrolne skupine riba, hranjenom s hranom koja je sadržavala ukupno 0,39% linolenske kiseline, iz ingredijenata, bez posebnog dodatka, utvrđen je sadržaj vode 77,24%, masti 1,31%, bjelančevina 14,98% i pepela 1,11%. Dodatkom 0,5% linolenske kiseline u hranu kojom je hranjena P<sub>1</sub> pokusna skupina sadržaj vode, bjelančevina i pepela se u mišićima i statistički

beznačajno povećao ( $P > 0,05$ ), dok je povećanje količine masti statistički opravdano na razini od 5%.

Sve skupine riba od P<sub>1</sub> do P<sub>5</sub> koje su hranjene hranom u kojoj se količina linolenske kiseline postupno povećavala za 0,25% (od 0,5-1,5%), imale su u sadržaju vode i masti trend opadanja, dok je količina bjelančevina bila u porastu. Količina pepela je zadržala vrlo ujednačene vrijednosti u svim pokusnim skupinama, između kojih nije bilo statistički opravdanih razlika ( $P > 0,05$ ).

U sadržaju masti, P<sub>1</sub> i P<sub>2</sub> pokusne skupine riba u mišićima su sadržavale statistički značajno veće

količine masti na 5% razini, a ostale pokusne skupine (P<sub>2</sub>, P<sub>4</sub> i P<sub>5</sub>) na 1% razini u odnosu na kontrolnu skupinu. Općenito, glede sadržaja masti, porastom tjelesne mase raste i sadržaj masti u cijelom tijelu ribe (Steffens, 1974; Takeuchi i sur., 1979d; Viola i sur., 1992). Porastom individualne mase li-

njaka pod utjecajem različite razine linolenske kiseline iz hrane, u mišićima je utvrđeno statistički značajno (P<0,01) smanjenje ukupne masti za 14,71%, što je u skladu s istraživanjima Watanabe i sur., (1974b), Watanabe i sur., (1975), Takeuchi i Watanabe (1979c).

**Tablica 3. Kemijski sastav mišića linjaka (%) nakon hranjenja tijekom 18 tjedana u kavezima s različitim razinama linolenske kiseline u hrani uz 45% bjelančevina**

**Table 3. Chemical composition of the tench fillets (%) after 18 weeks of feeding incages with different levels of linoleic acid in the food, with 45% of proteins**

Pokazatel Indicator %	Statistički parametar Statistical parameter	Pokusne skupine - Experimental groups					
		Kontrolna - Control	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>
Voda - Water	$\bar{x}$	77.24	77.31	77.12	76.59	76.28	76.18
	$\pm S$	0.09	0.08	0.06	0.14	0.17	0.04
Masti Fatt	$\bar{x}$	1.31	1.36	1.27	1.19	1.17	1.16
	$\pm S$	0.06	0.05	0.017	0.04	-	0.05
Bjelančevine Proteins	$\bar{x}$	14.98	14.90	15.29	15.73	15.77	15.79
	$\pm S$	0.05	0.09	0.035	0.12	0.05	0.035
Pepeo Ash	$\bar{x}$	1.11	1.10	1.12	1.11	1.12	1.12
	$\pm S$	0.06	0.05	0.06	0.03	0.02	0.04

Obzirom da je kod tih pokusnih skupina utvrđen porast bjelančevina za 5,64% u mišićima pretpostavlja se da je ukupni sadržaj masti u hrani bio nizak i iznosio je 5,10% do 6,45% u odnosu na sadržaj bjelančevina od 45%, pa je linolenska kiselina iz hrane na toj razini ukupnih međudnosa energetski utjecala ne značajnu izgradnju mišićnih bjelančevina koji kvalitativno čine najveći dio tjelesnih bjelančevina ribljeg organizma (Suzuki, 1981).

Naime, poznato je da se za taj proces troše značajne količine ATP-a, koji se stvara na unutrašnjim membranama mitohondrija oksidacijom molekula goriva procesom oksidativne fosforilacije (Stryer, 1991). Važno je također napomenuti da veća koncentracija visokonezasićenih masnih kiselina u membrani, uz povećanu temperaturu, omogućava pojačano strujanje metabolita kroz membranu, što se u fiziološkim zahtjevima linjaka tijekom rasta, pod utjecajem neuroendokrine regu-

lacije, pokazalo vrlo specifičnim u preraspodjeli mišićnih masti.

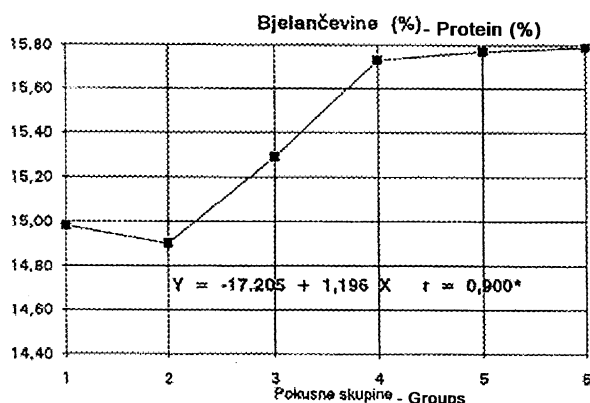
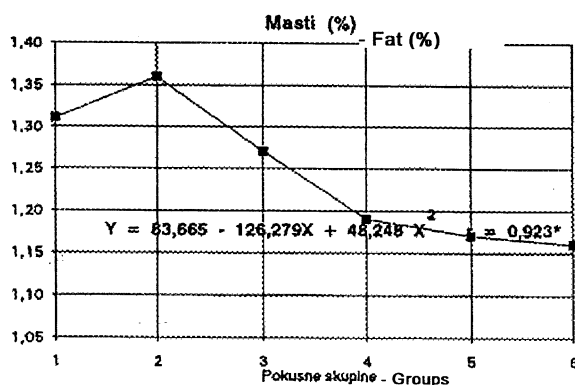
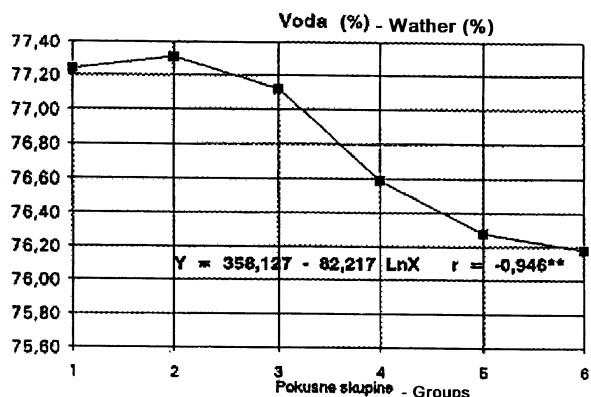
Bjelančevine u organizmu riba predstavljaju glavni, prirodni izvor ugljika koji je neophodan za sintezu masnih kiselina, iako relativni doprinos energije iz ugljikohidrata i bjelančevina u tom procesu treba tek utvrditi (Henderson, 1987).

Istovremeno je onemogućena transformacija bjelančevina u masti što bi, kako smatra Viola (1979), bila rastrošnost u smislu utroška energije iz bjelančevina jer se C ostaci aminokiselina degradiraju i masne kiseline sintetiziraju iz acetyl-CoA, dok bi izlučeni dušični predstavljao čisti gubitak energije.

Dodatak esencijalne masne kiseline kao energetskog izvora u hranu od velikog je značaja u postizanju učinkovitog iskorištenja bjelančevina, odnosno njihove uštede (Watanabe, 1981), što se potvrdilo i u provedenim istraživanjima.

**Grafikon 1. Povezanost razine linolenske kiseline u hrani i kemijskog sastava fileta linjaka**

**Graph 1. Correlation between linoleic acid level in feed and chemical composition of the tench filets**



Promjene u sastavu masti mišića, obzirom na važnije masne kiseline (tablica 5), očito su pod utjecajem hrane i različite razine linolenske kiseline, kao što se to pokazalo i u brojnim ranijim istraživanjima. (Castell i sur., 1972, Watanabe i Takashima 1974, Yone i Fujii 1975, Farkas i sur., 1977, Bogut, 1995).

Hranidbom s različitim razinama linolenske (18:3ω3) esencijalne masne kiseline u hrani odrazilo se na količinu ove kiseline u mišićima linjaka gdje se deponirala u izvornom obliku (Csengeri, 1993) proporcionalno povećanju njenog sadržaja u hrani (0,39 - 1,88%). Najniža ustanovljena količina linolenske kiseline (2.8±0,3%) je u kontrolnoj skupini koja je hranjena s hranom koja je sadržavala 0,39% linolenske kiseline. Statistički značajno veću (P<0,01) razinu imale su sve pokusne skupine u odnosu na kontrolnu i to P<sub>1</sub> za 53,37%, P<sub>2</sub> za 196,4%, P<sub>3</sub> za 214,3%, P<sub>4</sub> za 239,9%, P<sub>5</sub> za 285,7%.

**Tablica 4. Statistička značajnost razlika kemijskih pokazatelja kakvoće mišića između pokusnih skupina linjaka**

**Table 4. Statistical significance of the differences in chemical quality parameters between experimental groups of tench**

Pokusne skupine Groups	Statistička značajnost kemijskih pokazatelje kakvoće fileta linjaka			
	Voda Water	Mast Fat	Bjelančevine Protein	Pepeo Ash
Kontrola : P <sub>1</sub>	0.07 <sup>NS</sup>	0.05*	0.08 <sup>NS</sup>	0.01 <sup>NS</sup>
K:P <sub>2</sub>	0.12 <sup>NS</sup>	0.04*	0.31**	0.01 <sup>NS</sup>
K:P <sub>3</sub>	0.65 <sup>NS</sup>	0.12**	0.75**	0.01 <sup>NS</sup>
K:P <sub>4</sub>	0.96 <sup>NS</sup>	0.15**	0.79**	0.01 <sup>NS</sup>
K:P <sub>5</sub>	1.04 <sup>*</sup>	0.14**	0.81**	0.01 <sup>NS</sup>
P <sub>1</sub> :P <sub>2</sub>	0.19 <sup>NS</sup>	0.09**	0.39**	0.02 <sup>NS</sup>
P <sub>1</sub> :P <sub>3</sub>	0.72 <sup>NS</sup>	0.17**	0.83**	0.01 <sup>NS</sup>
P <sub>1</sub> :P <sub>4</sub>	1.03 <sup>*</sup>	0.10**	0.87**	0.02 <sup>NS</sup>
P <sub>1</sub> :P <sub>5</sub>	1.13 <sup>**</sup>	0.19**	0.89**	0.01 <sup>NS</sup>
P <sub>2</sub> :P <sub>3</sub>	0.53 <sup>NS</sup>	0.08**	0.44**	0.00 <sup>NS</sup>
P <sub>2</sub> :P <sub>4</sub>	0.84 <sup>NS</sup>	0.11**	0.48**	0.01 <sup>NS</sup>
P <sub>2</sub> :P <sub>5</sub>	0.94 <sup>NS</sup>	0.10**	0.50**	0.01 <sup>NS</sup>
P <sub>3</sub> :P <sub>4</sub>	0.31 <sup>NS</sup>	0.03 <sup>NS</sup>	0.04 <sup>NS</sup>	0.01 <sup>NS</sup>
P <sub>3</sub> :P <sub>5</sub>	0.41 <sup>NS</sup>	0.02 <sup>NS</sup>	0.06 <sup>NS</sup>	0.01 <sup>NS</sup>
P <sub>4</sub> :P <sub>5</sub>	0.10 <sup>NS</sup>	0.01 <sup>NS</sup>	0.02 <sup>NS</sup>	0.00 <sup>NS</sup>

\*\* P<0.01

\* P<0.05

NS nije signifikantno

Ako se analizira udio ove esencijalne masne kiseline u mišićima P<sub>2</sub> i P<sub>3</sub> te P<sub>3</sub> i P<sub>4</sub> pokusnim skupinama onda je vidljivo da su utvrđene razlike (0,5% i 0,1%) statistički neopravdane (P>0,05). P<sub>4</sub> pokusna skupina u odnosu na P<sub>2</sub> te P<sub>5</sub> u odnosu na P<sub>4</sub> pokusnu skupinu linjaka imale su statistički opravdano veći (P<0,05) sadržaj linolenske masne kiseline u mišićima.

Ukupan rezultat ovih promjena u porastu linolenske kiseline u mišićima s njenim sadržajem u hrani, utjecao je i na biosintetske promjene i saržaj visokonezasićenih masnih kiselina  $\omega^3$  serije, eicosa-pentaenske (20:5 $\omega$ 3) i docosaheksaenske (22:6 $\omega$ 3) kao glavnih produkata desaturacije i elongacije linolenske kiseline (Mead i sur., 1960, Lee i sur., 1967, Castell i sur., 1972, Yu i Sinhuber, 1975, Watanabe i sur., 1974, Farkas i Csengeri 1977).

Ribe koje primaju putem hrane dovoljne količine esencijalne masne kiseline stimulatивно odlažu dugolančane polinezasićene masne kiseline u tkivu. Ova se zakonitost potvrdila i u provedenim istraživanjima gdje je kontrolna skupina sadržavala 21,5 $\pm$ 0,6% ukupnih polinezasićenih masnih kiselina (PUFA), a sve ostale skupine riba, imale su statistički značajno veću količinu PUFA (P<0,05 i P<0,01), gdje je najzastupljenija docosaheksaenska 22:6 $\omega$ 3 (DHA) koja je, kako navode Farkas i sur., (1977) i najznačajnija masna kiselina u biološkoj propusnosti membrana te procesima prilagođavanja riba na vanjske čimbenike. Potrebna su daljnja istraživanja za razumijevanje svih biokemijskih i fizioloških fenomena u ribi kojima je uzrok  $\omega^3$  serija masnih kiselina.

**Tablica 5. Sadržaj važnijih masnih kiselina u mišićima linjaka nakon 18 tjedana hranidbe sa 45% bjelančevina i različitim razinama linolenske kiseline u hrani.**

**Table 5. Composition of the important fatty acids in the filets of tench after 18 weeks of feeding with 45% of proteins and different levels of linoleic acid in the feed**

Masne kiseline Fatty acids	Pokusne skupine - Experimental groups					
	Kontrola Control	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>
14:0	2.4 $\pm$ 0.2	2.2 $\pm$ 0.4	2.3 $\pm$ 0.4	2.6 $\pm$ 0.6	2.3 $\pm$ 0.5	2.4 $\pm$ 0.2
16:0	16.8 $\pm$ 0.9	17.1 $\pm$ 0.6	19.7 $\pm$ 0.6	22.6 $\pm$ 0.2	27.7 $\pm$ 0.4	21.5 $\pm$ 0.3
18:0	2.05 $\pm$ 0.4	2.3 $\pm$ 0.4	2.9 $\pm$ 0.3	2.8 $\pm$ 0.7	2.7 $\pm$ 0.4	2.2 $\pm$ 0.2
18:1 $\omega$ 9	28.3 $\pm$ 1.2	22.8 $\pm$ 0.9	23.1 $\pm$ 1.1	23.1 $\pm$ 0.5	22.7 $\pm$ 0.4	22.8 $\pm$ 0.6
18:2 $\omega$ 6	4.3 $\pm$ 0.5	4.4 $\pm$ 0.3	4.7 $\pm$ 0.4	4.7 $\pm$ 0.3	4.2 $\pm$ 0.4	4.5 $\pm$ 0.5
18:3 $\omega$ 3	2.8 $\pm$ 0.3	4.3 $\pm$ 0.2	8.3 $\pm$ 0.2	8.8 $\pm$ 0.1	9.5 $\pm$ 0.6	10.8 $\pm$ 0.7
20:2 $\omega$ 6	0.4 $\pm$ 0.1	+	+	0.5 $\pm$ 0.3	0.5 $\pm$ 0.3	0.6 $\pm$ 0.2
20:3 $\omega$ 9	3.3 $\pm$ 0.2	1.3 $\pm$ 0.2	1.2 $\pm$ 0.3	1.2 $\pm$ 0.2	1.25 $\pm$ 0.2	1.4 $\pm$ 0.7
20:3 $\omega$ 6	0.85 $\pm$ 0.1	0.9 $\pm$ 0.3	1.2 $\pm$ 0.8	1.1 $\pm$ 0.4	1.2 $\pm$ 0.6	1.3 $\pm$ 0.5
20:4 $\omega$ 6	1.4 $\pm$ 0.7	1.7 $\pm$ 0.4	1.6 $\pm$ 0.5	1.6 $\pm$ 0.4	1.5 $\pm$ 0.7	1.7 $\pm$ 0.3
20:5 $\omega$ 3	2.9 $\pm$ 0.2	4.2 $\pm$ 0.4	5.5 $\pm$ 0.8	5.7 $\pm$ 0.7	5.8 $\pm$ 0.6	5.95 $\pm$ 0.4
22:5 $\omega$ 3	1.8 $\pm$ 0.4	2.2 $\pm$ 0.2	2.4 $\pm$ 0.7	2.6 $\pm$ 0.1	2.5 $\pm$ 0.2	2.9 $\pm$ 0.7
22:6 $\omega$ 3	3.4 $\pm$ 0.2	4.8 $\pm$ 0.3	6.2 $\pm$ 0.3	8.5 $\pm$ 0.2	10.6 $\pm$ 0.3	11.8 $\pm$ 0.2
Ukupno zasićenih Total saturated	24.25 $\pm$ 0.5	21.6 $\pm$ 0.5	24.9 $\pm$ 0.4	28.0 $\pm$ 0.5	22.7 $\pm$ 0.4	26.1 $\pm$ 0.2
Ukupno mono nezasićenih Total mono unsaturated	28.3 $\pm$ 1.2	22.8 $\pm$ 0.9	23.1 $\pm$ 1.1	23.1 $\pm$ 0.5	22.7 $\pm$ 1.2	22.8 $\pm$ 0.6
Ukupno poli nezasićenih Total poly unsaturated	21.5 $\pm$ 0.6	23.8 $\pm$ 0.5	31.1 $\pm$ 0.5	34.7 $\pm$ 0.4	37.05 $\pm$ 0.5	40.95 $\pm$ 4

+ prisutna u tragovima

+ present in trace

Ovaj pokusni uzgoj linjaka ukazuje da lino-lenska kiselina mora biti nadomještena hranom uz minimanlnu količinu od 0,9% što je približno jednako potrebama šarana (Watanabe i sur. 1974, Takeuchi i Watanabe, 1977, Csengeri i sur., 1978, Takeuchi, 1993).

### ZAKLJUČAK

1. Kemijska svojstva mišića linjaka, obzirom na hradnibu tijekom 18 tjedana s različitim razinama linolenske kiseine u hrani i 45% bjelančevina, pokazuju da postupno povećanje linolenske kiseline od 0,39% do 1,88% statistički značajno ( $P < 0,05$ ) snižava sadržaj vode za 1,34% između  $P_5$  kao najniže i  $P_1$  pokusne skupine kao najviše vrijednosti, dok između ostalih pokusnih skupina nisu utvrđene statistički značajne razlike u sadržaju vode ( $P > 0,05$ ). U sadržaju masti u mišićima je utvrđeno statistički značajno ( $P < 0,01$ ) smanjenje ukupne masti između najviše i najniže utvrđene razine za 14,71%. Sadržaj bjelančevina u mišićima u kontrolnoj i  $P_1$  pokusnoj skupini iznosio je 14,98% odnosno 14,90% ( $P > 0,05$ ), a sve ostale skupine su u odnosu na njih imale statistički vrlo značajno veće ( $P < 0,01$ ) količine bjelančevina u mišićima 5,64%. Utjecaj različite razine linolenske kiseline u hrani na sadržaj pepela u mišićima nije se pokazao statistički značajnim ( $P > 0,05$ ).

2. U pogledu sadržaja važnijih masnih kiselina u mišićima linjaka, najzastupljenija zasićena masna kiselina je palmitinska (16:0) koja je varirala između  $16,8\% \pm 0,9\%$  u kontrolnoj do  $27,7\% \pm 0,4\%$  u  $P_4$  pokusnoj skupini. Od mononezasićenih najzastupljenija je oleinska (18:1) masna kiselina i kretala se od najviših vrijednosti  $28,3\% \pm 1,2\%$  u kontrolnoj skupini do najnižih vrijednosti  $22,7\% \pm 1,2$  u  $P_4$  pokusnoj skupini. Sadržaj ukupnih polinezasićenih masnih kiselina kretao se od  $21,5\% \pm 0,6\%$  u kontrolnoj do  $40,95\% \pm 0,4\%$  u  $P_5$  pokusnoj skupini. Najzastupljenija visokonezasićena masna kiselina je docosaheksasaenska (22:6 $\omega$ 3) koja je u kontrolnoj skupini iznosila  $3,4\% \pm 0,2\%$  dok su sve ostale skupine linjaka u mišićima imale statistički značajno veću količinu ove masne kiseline ( $P < 0,01$ ). Najveći sadržaj utvrđen je u pokusnoj skupini  $P_5$  i iznosio je  $11,8\% \pm 0,2\%$ .

### LITERATURA

1. Barić, S. (1964): Statističke metode primjenjene u stočarstvu, Agronomski glasnik, 14, 11-12, 761-884.
2. Berka, R. (1991): Bilkovinna a energeticka složka krmiva vyžive rib., Bulletin VURH, Vodnany, 27, 50-55.
3. Bogut, I. (1995): Utjecaj linolenske kiseline (18:3 $\omega$ 3) na biotehnološke rezultate uzgoja somovskog mlađa (Silurus glanis) u kaveznim uvjetima, Disertacija 1-169, Poljoprivredni fakultet Osijek.
4. Bromiley, P.J. (1980): Effect of dietary protein, lipid and energy content on the growth of turbot (Scophthalmus maximus L.), Aquaculture 19, 359-369.
5. Castell, J.D., R.O. Sinnhuber, J.H. Wales, D.J. Lee, (1972a): Essential fatty acids in the diet of rainbow trout growth, feed conversion and some gross deficiency symptoms J. Nutrition 102, 77-85.
6. Castell, J.D., D.J. Lee, R.O. Sinnhuber, (1972b): Essential fatty acids in the diet of rainbow trout, lipid metabolism and fatty acid composition. J. Nutrition 102, 93-99.
7. Cowey, C.B., J.M. Owen, J.W. Adron, C. Middleton, (1976): Studies on the nutrition of marine flatfish. The effect of different dietary fatty acids on the growth and fatty acid composition of turbot (Scophthalmus maximus) Br. J. Nutrition, 36, 479-486.
8. Csengeri, I., T. Farkas, F. Majoros, J. Olah, M. Szalay, (1978): Effect of feeds on the fatty acid composition of carp (Cyprinus carpio L.) Aquacultura Hungarica 1, 24-34.
9. Csengeri, I. (1992): Feeding tables for carp (Cyprinus carpis), internal data.
10. Csengeri, I. (1993): Dietary effects in the fatty acid metabolism of cammon carp. Workshop on the fatty acid metabolism in the carp, summary, 6-9 September Budapest.
11. Daikoku, T., I. Yano, M. Masui, (1982): Comp. Biochem, Physiology 73A, 167-174.
12. Farkas, T., I. Csengeri, F. Majoros, J. Olah (1977): Metabolism of fatty acids in fish. I. Development of essential fatty acid deficiency in the carp, Cyprinus carpio. Aquaculture 11, 147-157.
13. Farkas, T., I. Csengeri, F. Majoros, J. Olah (1980): Metabolism of fatty acids in fish. III Combined effect of enviromental temperature and diet on formation and deposition of fatty acids in the carp (Cyprinus carpo L.) Aquaculture 20, 29-40.



14. Farkas, T., I. Csengeri, (1990): A Magyarországi halak zsirjanak összetetele kulonos tekintettel az omega-3 szerkezetu polyen zsirsavakra. A medicus universalis terapias melléklete, Maote, 5 aprilis 1990, 10-11.
15. Fijan, N. (1982): Bolesti i neprijatelji riba, Slatkovodno ribarstvo, 439-513, Ribozajednica i Jumena.
16. Fijan, N. (1988): Zdravlje riba. Ribarstvo J. 43, 79-80.
17. Folch, J., M., Lees, G.H. Sloane-Stanley, (1957): A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. J. Biol. Chem. 226, 497-509.
18. Henderson, R.J., D.R. Tocher, (1987): The lipid composition and Biochemistry of Freshwater fish. Prog. Lipid Res. 26, 281-347.
19. Kanazawa, A., S. Teshima, M. Sakamoto, M.A. Awal, (1980): Requirements of Tilapia zillii for essential fatty acids. Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries 46, 1353-1356.
20. Kim, K.S., E.H. Lee, (1986): Bull. Korean Fish, Soc. 19, 195-211.
21. Knapp, H.R. (1989): Omega 3-fatty acids, endogenous prostaglanis and blood pressure regulation in humans, Nutrition Rev., 47, 301-33-13.
22. Lee, D.J., J.N. Roehm, T.C. Yu, R.O. Sinnhuber, (1967): Effect of  $\omega^3$  fatty acids on the growth rate of rainbow trout. J. Nutrition 92, 8.
23. Mead, J.F., M. Kayama, R. Reisser, (1960): Biogenesis of polyunsaturated acids in fish. J. Amer. Oil Chem. Soc. 37, 438.
24. Nicolaidis, N., A.H. Woodall, (1962): Impaired pigmentation in chinook salmon fed diets deficient in essential fatty acids. J. Nutr. 78, 431-437.
25. Ogino, C., J.Y. Chiou, T. Takeuci, (1976): Effects of dietary energy sources on the utilization of proteins by rainbow trout and carp. Bull. Jap. Soc., Fisheries 42, 213-218.
26. Olson, C.L. (1988): Statistics, Making Sence of Data, Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, USA:
27. Romics, L. (1990): Az omega-3 (n-3) zsirsavak jelentosege a megelozesben es a gyógyitasban. A medicus universalis terapias melleklete, MAOTE, 5. aprilis 1990, 17-19.
28. Schacky, C. (1987): Prophylaxis of atherosclerosis with marine  $\omega^3$  fatty acids. Annal, Interna. Med. 107, 890-899
29. Sinnhuber, R.O. (1969): The role of fats. Academic Press, New York, London, 245-261.
30. Steffens, W. (1974): Chemical composition and nutritive value of carp flesh. Nahrung, 18, 789-794.
31. Steffens, W. (1993): Protein sparing effect and nutritive significance of lipid supplementation in carpdiets. Summary, Workshop on the fatty acid metabolism in the carp, International symposium on the carp, Budapest 6-9 September.
32. Stryer, L. (1991): Biokemija, Školska knjiga, Zagreb.
33. Suzuki, T. (1981): Fish and Krill Protein Processing Technology. Applied Science Publishers, London.
34. Szollar, L. (1990): Az  $\omega$ -3 zsiravak hatasainak biokemiai es korelettani elemzese. A medicus universalis terapias melleklete, MAOTE, 5. aprilis 1990, 11-14.
35. Tacon, G.I. (1990): Standard Methods for the Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp, Argent Laboratories Press, Redmond, Washington USA.
36. Takeuchi, T., T. Watanabe (1977b): Effect of EHA and DHA in pollack liver oil on growth and fatty acid composition of rainbow trout. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish 43, 947-953.
37. Takeuchi, T., T. Watanabe, C. Ogino (1979a): Availability of carbohydrate and lipid as dietary energy sources for carp. Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries 45, 977-982.
38. Takeuchi, T., T. Watanabe, C. Igino (1979d): Digestibility of hydrogenated fish oil in carp and rainbow trout. Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries 45, 1521-1525.
39. Takeuchi, T., S. Arai, T. Watanabe, Y. Shimma, (1980): Requirement of eel (*Anguilla Japonica*) for essential fatty acids. Bull. Jap. Soc. Fisheries 46, 345-353.
40. Takeuchi, T., T. Watanabe, (1982): The effects of starvation and environmental temperature on proximate and fatty acid compositions of carp and rainbow trout, Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries 48, 1307-1316.
41. Takeuchi, T. (1993): Essential fatty acid requirements in the carp, Summary, Workshop on the fatty acid metabolism in the carp, International symposium on the carp, Budapest 6-9 september.
42. Turk, M. (1995): Hrvatsko slatkovodno ribarstvo u godini 1994, Ribarstvo 53, 3, 105-118.
43. Viola, S., E. Lahav, H. Angeoni (1992): Reduction of feed protein levels and of nitrogenous excretions by lysine supplementation in intensive carp culture. Aquat. Living resour., 5, 277-285.

44. Watanabe, T., F. Takashima, C. Ogino (1974): Effect of dietary methyl linolenate on growth of rainbow trout. Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries 40, 181-188.
45. Watanabe, T., I. Kobayashi, O. Utsue, C. Ogino (1974b): Effect of dietary methyl linolenate on fatty acid composition of lipids in rainbow trout. Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries 40, 387-392.
46. Watanabe, T., T. Takeuchi, C. Ogino (1975): Effect of dietary methyl linoleate and linolenate of carp-II. Bull. Jap. Soc. scient. Fish. 41, 263-269.
47. Watanabe, T., T. Takeuchi (1976): Evaluation of pollock liver oil as a supplement to diets for rainbow trout. Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries 42, 893-906.
48. Watanabe, T., T. Takeuchi, M. Wada, R. Uehara (1981): The relationship between dietary lipid levels and alfa-tocopherol requirement of rainbow trout. Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries 47, 1463-1471.
49. Yone, Y., M. Fujii (1975): Effect of  $\omega$ 3 fatty acid supplement in a corn oil diet on growth and feed efficiency. Bull. Japan. Soc. scient. Fish. 41, 73-77.
50. Yu, T.C., R.O. Sinnhuber (1975): Effect of dietary linolenic acid and linoleic acid upon growth and lipid metabolism of rainbow trout. Lipids 10, 63-81.
51. Yu, T.C., R.O. Sinnhuber (1979): Effects of dietary acids on growth and food conversion efficiency of cho salmon (*O. hisuch*). Aquaculture 16, 31-38.

## SUMMARY

Influence of different levels of linoleic acid (18:3 $\omega$ 3) from feed on chemical characteristic of tench (*Tinca tinca* L.) muscle fat was researched in this paper. The research was carried out on 6 experimental groups of fish with 3 repetitions. Average individual starting weight of tench was 32,5 g\*piece<sup>-1</sup>. Fish was fed with peleted feedstuff containing 45% proteins. Feed for control group contained the total of 0,39% linoleic acid from ingredients, while for eksperimental groups P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub> and P<sub>5</sub> it contained 0,50%, 0,75%, 1,00%, 1,25% and 1,50% respectively.

Muscle quality (without skin and intermuscular bones) of tench, after experimental part of research, has been determined by chemical analysis. Fat composition was determined by gas chromatography.

During the research wich lasted for 18 weeks 9 measurements of productive indicators have been done (each 14 days) for each cage from each group of fish. Beside, physical and chemical characteristics of the water was examined during the researches.

Tench file quality was determined after experimental part of the research by chemical analisys. Fatty acids contained in the fat was determined by gas chromatography. Average final individual weight was from 193,3 g\*piece<sup>-1</sup> in control group to 211,3 g\*piece<sup>-1</sup> in P<sub>5</sub> experimental group.

The content of the linoleic acid in the feed from 0,39% in the control group to 1,88% in P<sub>5</sub> experimental group has differentiated quality of the tench file and structure of the fat concerning fatty acids between eksperimental groups.

It was observed that water content evidently decreased in the muscles, for 1,34%. Until the level of 1,39% of the linoleic fatty acid in feed, fat content was decreased (P<0,01) 14,71%, proteins increased for 5,64% (P<0,05) and ash was insignificantly volatile. Above this concentrations, all until the concentration of 1,88% statistically significant differences have not been observed in this indicators, between experimental groups (P>0,05).

Concerning the fatty acids in the fat it showed up that by the increase of linoleic acid in the feed, the content of this fatty acid in the muscles also increases from 2,8%  $\pm$  0,3 to 10,8%  $\pm$  0,7%. This can be stated for docosahexaenic acid (22:6 $\omega$ 3) as well, which is the most important polyunsaturated fatty acid for fish from 3,4%  $\pm$  0,2% to 11,8 %  $\pm$  0,2%. Significantly lower content of these as well as higher content of monounsaturated, oleinic (18:3 $\omega$ 1) and eicosatrienoic (20:3 $\omega$ 9) fatty acid show that 0,39% of linoleic acid in the feed is insufficient for intensive rear and that minimal amount of this fatty acid in the feed should be 0,9%.

Key words: linoleic acid, tench, peleted feed, muscle, fat content



**PODUZEĆE ZA SKLADIŠTENJE,  
MLINARSTVO I INDUSTRIJSKU PROIZVODNJU  
STOČNE HRANE BJELOVAR**

---

Telefoni: centrala 043 43311, 43309, 43607, direktor 44318, -  
komercijala 43310, 44313, - telefax 43647 - financ. direktor 43211 -  
žiro račun 31200-601-3551

---

**DJELATNOST PODUZEĆA:**

- Industrijska proizvodnja stočne hrane za perad, goveda, svinje, ribe i ostale životinje.
- Mlinarstvo - PROIZVODNJA SVIH TIPOVA PŠENIČNOG BRAŠNA.
- Usluge sušenja i skladištenja pšenice, kukuruza, soje, suncokreta, ječma i drugih žitarica.
- Trgovina na veliko i malo prehrambenim i neprehrambenim proizvodima.
- Vanjskotrgovinski promet.

# KVALITETA NEMA ALTERNATIVU!

## *Methionin*

**RHODIMET NP 99**  
*DL Methionin u prahu*

**RHODIMET AT 88**  
*DL tekući methionin*

## **SMARTAMINE**

*Zaštićeni DL-methionin za preživače*

## *Vitamini*

**MICROVIT A Supra 500**  
**MICROVIT A Supra 650**  
**MICROVIT AD3 Supra 500-100**  
**MICROVIT AD3 Supra 650-325**  
**MICROVIT B2 Supra 80**  
**MICROVIT E Promix 50**  
**MICROVIT B12 Promix 1000**  
**MICROVIT B12 Promix 10000**  
**HYDROVIT AD3E 100-10-40**

**MICROVIT H Promix 2000**  
**MICROVIT H Promix 1000**  
**MICROVIT B3 NIACINAMID**  
**HETRAZEEN - Vitamin K3**  
**NIACINE - Vitamin PP**  
**D-CALPAN Vitamin B5**  
**Vitamin B1**  
**Vitamin B6**  
**Folna kiselina - Vitamin B9**

## *Enzimi*

**ROVABIO BETA-GLUCONASE PF P**  
**ROVABIO BETA-GLUCONASE PF LC**

**ROVABIO XYLANASE TR P**  
**ROVABIO XYLANASE TR LC**

