

UPOTREBA BILJNIH PROTEINA U PREHRANI KALIFORNIJSKIH PASTRVA (*ONCORHYNCHUS MYKISS* RICH.)

Z. Teskeredžić, D. A. Higgs, B. S. Dosanjh, J. R. McBride,
E. Teskeredžić

Sažetak

U ovom su istraživanju upotrijebljene tri vrste koncentrata proteina uljane repice (KPUR) kao djelomična ili potpuna zamjena za haringino brašno u hrani za kalifornijske pastrve. Sve su hrane sadržavale oko 43 % proteina, 18 % masti i imale 3,9 kcal metaboličke energije/g na osnovi suhe težine. Tim trima vrstama proteina zamijenjeno je haringino brašno u količini od 33,3 %, 66,6 % i 100 %. Finstim, sredstvo koje se upotrebljava za povećanje apetita, bio je dodan u sve hrane u količini od 1,5 %. Svaka od 10 eksperimentalnih hrana upotrebljavana je za prehranu 74 – 77 komada kalifornijskih pastrva početne prosječne težine 4,3 g, koje su držane u 800 – litarskim bazenima pri temperaturi vode od 10 do 10,3 °C pri protoku vode od 7,5 l/min, kroz 84 dana pokusa, a kod prirodnog fotoperioda. Riba je u svim grupama hranjena ručno do sitosti triput na dan.

Zamjena 66,6 % haringinog brašna u osnovnoj hrani bilo kojim od ispitivanih koncentrata proteina nije štetno djelovala na rast, apetit i konverziju hrane, kao ni na mortalitet i zdravlje riba. Zamjena ukupnog proteina ribljega brašna svakom od triju vrsta koncentrata proteina uljane repice nije smanjila tek, ali je znatno smanjila prirast i efikasnost hrane.

Proces defitinizacije (tj. odstranjenje fitinske kiseline) koncentrata proteina uljane repice znatno je smanjio kvalitetu proteina toga koncentrata.

Na osnovi dobivenih rezultata moguće je, uz daljnja istraživanja, uspješno zamijeniti ukupnu količinu ribljega brašna KPUR – om u prehrani kalifornijskih pastrva, što bi pomoglo smanjenju troškova u proizvodnji riba, a time pridonijelo i nižoj cijeni finalnoga proizvoda.

Dr. Zlatica Teskeredžić, dr. Emin Teskeredžić, Institut »Ruđer Bošković«, Centar za istraživanje mora — Zagreb, Laboratorij za istraživanje i razvoj akvakulture, Bijenička 54, Hrvatska.

D. A. Higgs, B. S. Dosanjh, J. R. McBride, Department of Fisheries and Oceans, West Vancouver Laboratory, 4160 Marine Drive, West Vancouver, B. C., Canada.

UVOD

U intenzivnoj akvakulturi riba oko 40 – 50 % cijene proizvodnje ribe otpada na hranu, jer je upravo za intenzivnu proizvodnju nužna upotreba dobro izbalansirane i visokokvalitetne hrane. Da bi se postigla njezina visoka hranidbena vrijednost, potrebno je da ona sadrži i do 50 % ribljeg brašna vrhunske kvalitete, ovisno o vrsti i dobi ribe koja se uzgaja. Budući da kvaliteta ribljega brašna često varira, jednako kao i njegova cijena, zanimljivo je pronaći odgovarajuću zamjenu iz drugih izvora, ali s podjednakim hranidbenim svojstvima.

Dosadašnja istraživanja s kalifornijskim pastrvama (Yurkowski i sur., 1978) i chinook – lososom (Higgs i sur., 1982), a u vezi sa zamjenom ribljeg brašna brašnom biljnog podrijetla, pokazala su da koncentrat proteina uljane repice (KPUR) može nadomjestiti 24 % preteina hrane, i to djelomičnom zamjenom ribljega brašna. Međutim, dosadašnjim istraživanjima nije ustanovljeno s koliko bi se KPUR – a moglo zamijeniti riblje brašno bez štetna utjecaja na ribu. Štoviše, nije provedeno nijedno istraživanje da bi se procijenilo da li bi hranidbena vrijednost KPUR – a mogla biti poboljšana odstranjenjem sadržaja fitinske kiseline (defitinizacija), koja se normalno nalazi u uljanoj repici, a štetno djeluje na neke organe u riba (Dosañh i sur., 1984).

Naime, fitinska kiselina (hexafosfat myoinositola) vrlo negativno djeluje kod niskih vrijednosti pH jer ima vrlo jak afinitet za proteine. Posljedično tome, velika koncentracija fitinske kiseline u hrani može smanjiti rast, efikasnost hrane, iskoristivost proteina i Zn kod salmonida (Higgs i sur., 1988). Nadalje, zamjena ribljega brašna biljnim proteinima može uzrokovati smanjenje potroška hrane, i to zbog smanjenja apetita, što su Yurkowski i sur. (1978) zapazili kod kalifornijskih pastrva kad su u pokusima riblje brašno potpuno zamijenili koncentratom proteina uljane repice.

Svrha je ovog rada bila da se procijeni mogućnost primjene triju vrsta koncentrata proteina uljane repice (KPUR), i to:

- nedefitiniziranog koncentrata – netretirane kontrole
- nedefitiniziranog koncentrata – tretirane kontrole smrzavanjem i
- defitiniziranoga koncentrata,

kao djelomična ili totalna zamjena za riblje brašno u hrani za kalifornijske pastrve.

MATERIJAL I METODE RADA

U pokusu je primijenjeno deset eksperimentalnih hrana, koje su sadržavale oko 43 % proteina, 18 % lipida i imale 3,9 kcal metaboličke energije/g na osnovi suhe težine. Riblje je brašno u osnovnoj hrani bilo zamijenjeno s 33,3 %, 66,6 % i 100 % svakom od triju vrsta KPUR – a. Svakom odgovarajućom hranom hranjene su po dvije skupine riba u kojima je bilo od 74 do 77 komada kalifornijskih pastrva prosječne početne težine 4,2 – 4,4 g, a rezultati su dani kao njihov međusobni prosjek. Da bi se izbjegla bilo koja mogućnost smanjenja potroška hrane progre-

sivnom zamjenom sadržaja ribljega brašna svakom od triju vrsta KPUR— a, u hranu je dodan Finstim, sredstvo za poboljšanje apetita, u količini od 1,5 %.

Riba je držana u 800—litarskim bazenima, pri temperaturi vode od 10,0 do 10,3 °C, količini otopljenog kisika od 9,9 do 10,6 mg/l, s prosječnim protokom od 7,5 l/min. Istraživanje je rađeno kroz vrijeme od 84 dana, a uz prirodni fotoperiod. Temperatura vode i količina otopljenog kisika mjereni su sondom — L. G. Nester Company, USA.

Korištene tri vrste KPUR— a imale su gotovo podjednaki osnovni kemijski sastav te je količina proteina bila oko 60 %, masti 7 %, pepela 7 %, dok je vlage bilo samo 3 %.

Sve su grupe riba hranjene odgovarajućom hranom ručno do sitosti, i to triput dnevno uz praćenje ponašanja, potroška hrane i mortaliteta. Svaka tri tjedna sva je riba pojedinačno mjerena (dužina u mm, a težina u g). Na početku i na kraju pokusa uzeti su slučajno odabrani uzorci riba (po 10 komada) radi određivanja kemijskog sastava cijelih riba. On je određen primenom Industrial Method No 334 — 74 W/B (specijalna metoda na Technicon autoanalizatoru II) za određivanje proteina, a metodu Blight & Dyer (1959) za određivanje lipida. Količina je pepela određena spaljivanjem uzoraka u mufolnoj peći na 600 °C/2 sata, a količina vlage sušenjem uzorka na 105 °C kroz 16 do 20 sati.

Na kraju pokusa uzete su iz svake skupine po tri kalifornijske pastrve za histološku pretragu organa: jetre, bubrega, tireoideje i alimentarnoga trakta.

Dnevni prirast (specific growth rate — SGR = %/dan) izračunan je primjenom formule $SGR = (e \text{ slope} - 1) \times 100$, a potrošak hrane (apetit) izračunan je za svaki 21 dan tako da je prosječna dnevna količina suhe hrane podijeljena s brojem riba $\times 100$. Konverzija hrane izračunana je kao omjer potrošene hrane i prirasta ribe.

REZULTATI I RASPRAVA

Kalifornijske pastrve hranjene trima vrstama koncentrata proteina uljane repice (KPUR) u pokusu koji je trajao 84 dana nisu pokazivale veće razlike u prirastu, apetitu, konverziji hrane i mortalitetu (< 3% od početnog broja u svakoj skupini) u skupinama u kojima je 66 % ribljeg brašna zamijenjeno nedefitiniziranim ili defitiniziranim KPUR— om u odnosu na rezultate dobivene kod skupine riba koja je hranjena osnovnom hranom — 1 (tabl. 1).

Potpunom zamjenom ribljega brašna svakom od triju vrsta koncentrata proteina nije smanjen apetit u odnosu na osnovnu hranu, vjerojatno zbog prisutnosti Finstima koji je u količini od 1,5 % dodan u sve hrane. Zapravo je apetit riba bio u pozitivnoj korelaciji s postocima količine svakog od KPUR— a u eksperimentalnim hranama. Nasuprot tome, prirast je bio znatno smanjen, a konverzija hrane povećana (tabl. 1).

Proces defitinizacije KPUR— a znatno je smanjio kvalitetu proteina, koji je pripremljen od visokokvalitetne uljane repice odstranjenjem neproteinskih komponenata topljivih u uljima i vodi (Jones, 1979). Čak su i kalifornijske pastrve hranjene hranama koje su sadržavale nedefitinizirani — tretirani koncentrat pro-

teina u količini od 66 % i 100 % općenito pokazale slabije rezultate nego odgovarajuće kontrole, koje su hranjene nedefitiniziranim netretiranim KPUR – om (tabl. 1; sl. 1).

S obzirom na kemijski sastav kalifornijskih pastrva, na kraju pokusa gotovo nije bilo znatnijih razlika ni utjecaja eksperimentalnih hrana pojedinih grupa, što je vidljivo na sl. 2.

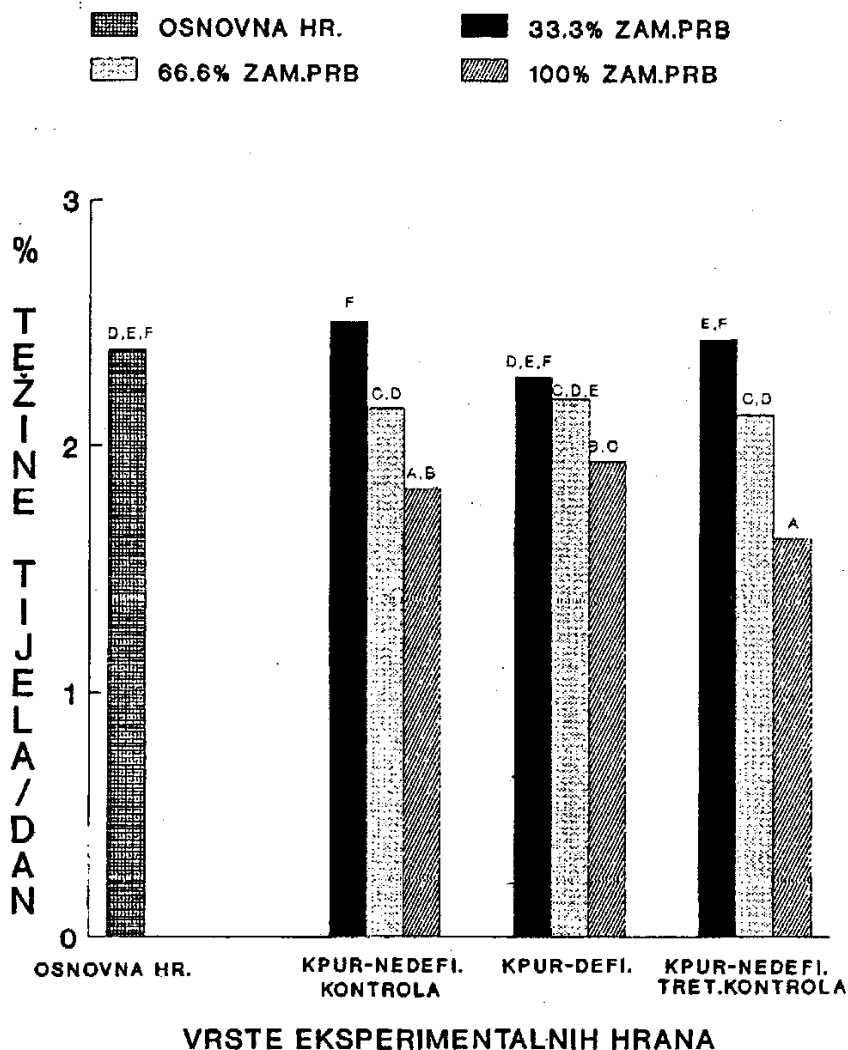
Rezultati patohistoloških pretraga upućuju na to da nije bilo patoloških promjena na kontroliranim organima (jetra, bubreg, alimentarni trakt), no promjene su ustanovljene na tiroideji. Iz prikaza na sl. 3. uočljivo je da je količina epitelnih stanica folikula tiroideje bila u izravnu odnosu prema postotku svake od triju vrsta koncentrata proteina uljane repice. Znatno je povećanje, međutim, bilo zapaženo samo za one skupine kalifornijskih pastrva koje su bile hranjene najvišim postotkom svake grupe nedefitiniziranog KPUR – a. To je vjerojatno posljedica dodatne povećane aktivnosti tiroideje kao odgovor na količinu probavljenog glukosinolata na jedinicu težine tijela, iako se smatra da KPUR sadrži manje količine glukosinolata (antitireoidne komponente), vlaknine i NET – a (ugljikohidrata) nego brašno canole (Jones, 1979; Higgs i sur., 1990).

Tablica 1. Utjecaj eksperimentalnih hrana na apetit, konverziju hrane i dnevni prirast (SGR)

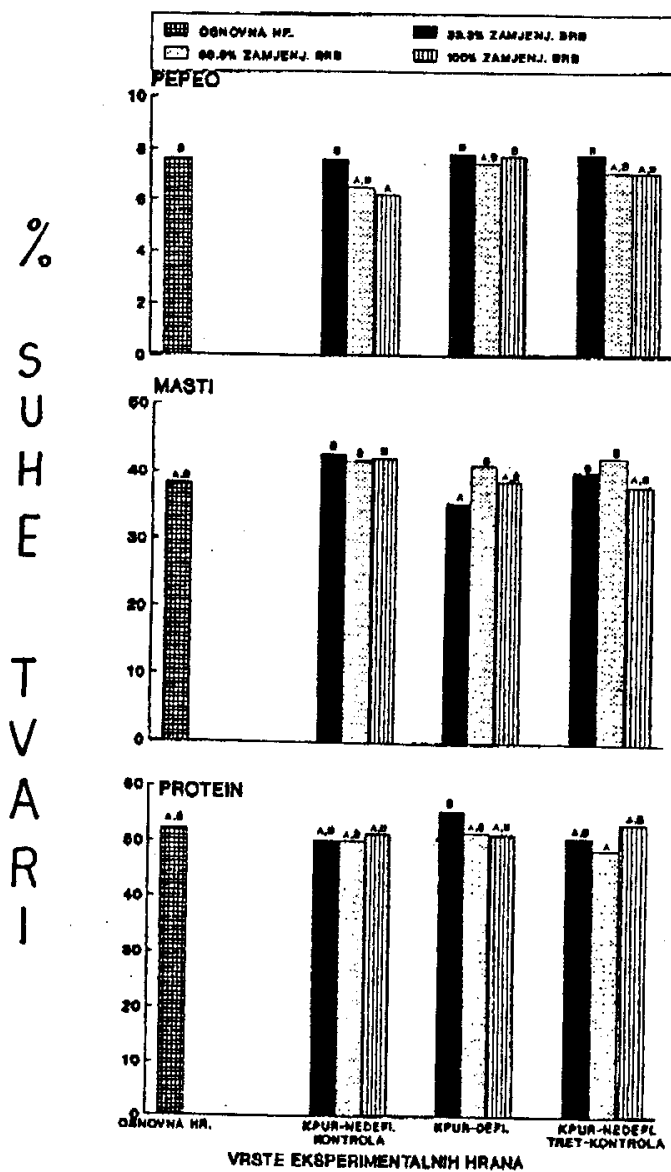
Hrana	% zam- jene rib- ljeg brašna	KPUR ¹	Apetit dan 0 — 21	(g) ² dan 63 — 84	konvezija hrane (kg/kg)	SRG ² (%/d)	Kol. rib. brašna (g/kg hr.)
1	0	—	4,38	3,67(a,b)	1,6(d,e)	2,39(d,c,f)	320,0
2	33,3	ndef. cont.	4,48	3,34(a)	1,5(f)	2,51(f)	213,3
3	66,6	ndef. cont.	4,37	3,43(a)	1,8(c,d)	2,15(c,d)	106,7
4	100	ndef. cont.	4,20	4,54(c,d)	2,4(b)	1,83(a,b)	—
5	33,3	defiti.	4,14	3,48(a)	1,7(d,e)	2,28(d,e,f)	213,3
6	66,6	defiti.	4,28	3,71(a,b)	1,8(c,d)	2,19(c,d,e)	106,7
7	100	defiti.	4,44	4,36(b,c,d)	2,3(b)	1,94(b,c)	—
8	33,3	ndef. tr. con.	4,04	3,36(a)	1,5(e,f)	2,44(e,f)	213,3
9	66,6	ndef. tr. con.	4,44	3,87(a,b,c)	2,0(c)	2,13(c,d)	106,7
10	100	ndef. tr. con.	4,34	5,04(d)	3,0(d)	1,63(a)	—

¹ KPUR — koncentrat proteina uljane repice

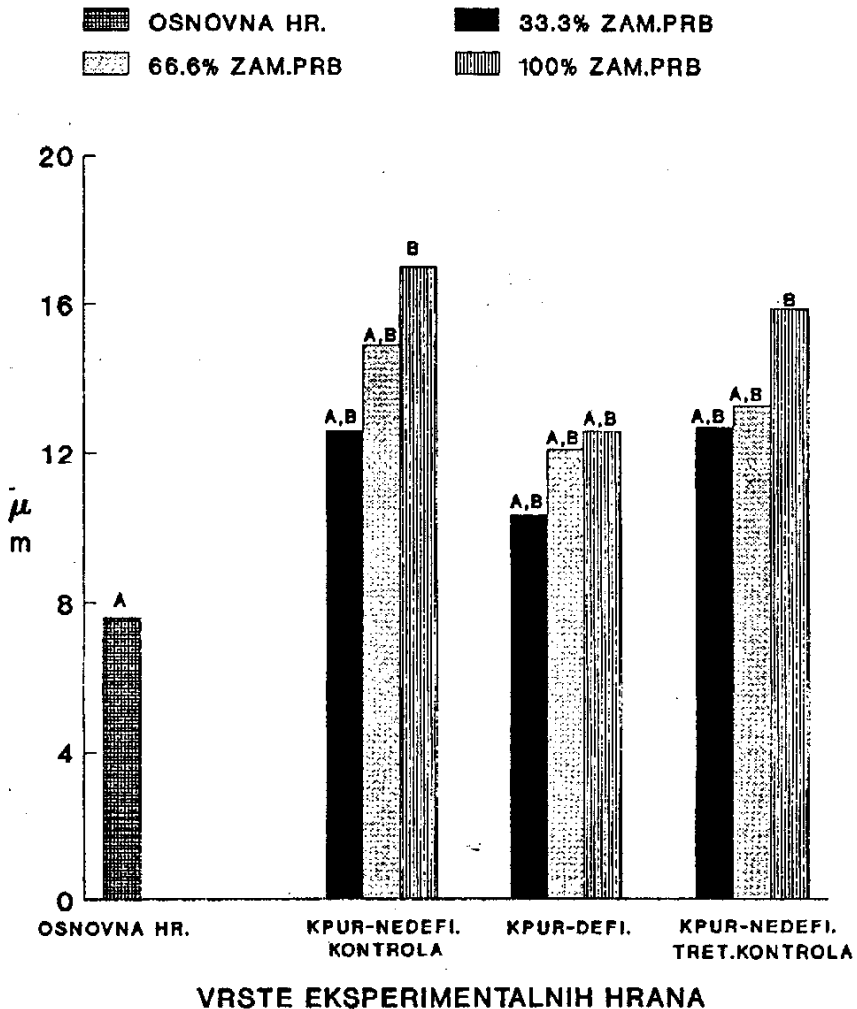
² Grupe u pojedinim kolonama s istom oznakom nisu se znatno razlikovale (Newman — Keulsov test s P = 0, 05)



SLIKA 1. Prikaz dnevnog prirasta kalifornijskih pastrva (kroz 84 dana) hranjenih trima pripravcima proteina uljane repice. Grupe s istim oznakama nisu se međusobno razlikovale (Scheffeov test s $P = 0,05$).



SLIKA 2. Prosječne vrijednosti kemijskog sastava kalifornijskih pastrva na kraju pokusa.



SLIKA 3. Utjecaj različitih pripravaka proteina uljane repice na količinu epitelnih stanica folikula tireoideje u kalifornijskih pasturva na kraju pokusa. Skupine s istim oznakama nisu se znatno razlikovale (Newman – Keulsov test s $P = 0,05$)

ZAKLJUČAK

S obzirom na postignute rezultate u ovom pokusu može se zaključiti da se količina ribljega brašna u hrani za kalifornijske pastrve može smanjiti na količinu od 11 % na osnovi suhe tvari primjenom nedefitiniziranih ili defitiniziranih KPUR bez štetnog djelovanja, a potpuna je zamjena ribljega brašna KPUR – om moguća ako se:

- 1) unaprijedi metodologija odstranjenja fitinske kiseline,
- 2) odstrani ukupna količina glukosinolata i
- 3) optimalizira količina i odnos proteina i energije hrane, kao i esencijalnih aminokiselina.

Međutim, smanjenje potroška ribljeg brašna sa sadašnjih 30 do 50 % na 11 % na osnovi suhe težine pomoglo bi smanjenju troškova proizvodnje riblje hrane, a time i pojeftinjenju ribe kao finalnog produkta ove proizvodnje. Za današnje stanje naše privrede ovo je vrlo značajna i korisna spoznaja.

Summary

UTILIZATION OF PLANT PROTEINS IN FEEDING OF RAINBOW TROUT, *ONCHORHYNCHUS MYKISS* RICH.

This study was undertaken to assess the merits of three sources of rapeseed protein concentrate, (RPC; undephtinazed, untreated control; undephtinazed, solvent treated control; dephtinazed) as partial or total replacement of steam – dried whole herring meal in a dry basal diet for rainbow trout. All diets had about 43 % protein, 18 % lipid and 3,9 kcal of metabolizable energy/g on a dry weight basis. The three RPC sources each comprised about 19,2, 38,9 and 58,9 % of dietary protein by replacement of 33, 3, 66, 6 and 100 % of herring meal protein. The appetite enhancer Finnstim was included in all diets at 1,5 %. Each of 10 test diets was fed to duplicate groups of 74 – 77 trout (initial mean wt 4,3 g) held in 10 – 10,3 °C well water, with flow rate of 7,5 l/min on a natural photoperiod for 84 days. All groups were fed their prescribed diet by hand to satiation three times daily.

Rainbow trout growth rate, appetite, feed efficiency, mortality and health were not compromised when either the undephtinized control or dephtinized RPC sources were substituted for 66 % of the herring meal protein in the basal diet. Replacement of all the fish meal protein with each RPC source did not depress appetite, but did significantly reduce growth rate and feed efficiency. The procedure used to dephtinaze RPC significantly reduced the quality of the RPC so that the benefits of phytate removal were diminished. Strategies which may result in successful total replacement of fish meal by RPC in trout diets are provided.

ZAHVALA

Zahvaljujemo J. Jonesu, Ontario, koji nam je osigurao KPUR, firmi Alko, Finska, gdje je izvršena njegova defitinizacija. Ujedno zahvaljujemo Helen Dye za kompjutersku izradu grafikona.

LITERATURA

- Bligh, E. G. and Dyer, W. J. (1959): A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 911 – 917.
- Dosanjh, B. S., Higgs, D. A., Plotnikoff, M. D., McBride, J. R., Markert, J. R., Buckley, J. T. (1984): Efficacy of canola oil, pork lard and marine oil singly and in combination as supplemental dietary lipid sources for juvenile coho salmon (*Onchorhynchus kisutch*). *Aquaculture*, 36: 333 – 345.
- Higgs, D. A., McBride, J. R., Dosanjh, B. S., Clarke, W. C., Archdekin, C., Hammons, A. M. (1988): Nutritive value of plant protein sources for fish with special emphasis on canola products. *Proc. Aquaculture International Congress & Exposition*, Sept. 6 – 9, 1988, Vancouver, B. C. Publ. Aqua. Inter. Cong. B. C. Pavilion Corp.: 427 – 435.
- Higgs, D. A., McBride, J. R., Dosanjh, B. S., Fagerlund, U. H. M. (1990): Potential for using canola meal and oil in fish diets. In: *Fish physiology, Fish toxicology and Fisheries Management*, (R. C. Ryans, ed.), *Proc. International Symposium*, Guanzhou, Peoples Republic of China, Sept. 14 – 16, 1988. EPA /600/9 – 90/011: 88 – 107.
- Higgs, D. A., McBride, J. R., Markert, J. R., Dosanjh, B. S., Plotnikoff, M. D., Clarke, W. C. (1982): Evaluation of Tower and Candle rapeseed (Canola) meal and Bronowski rapeseed protein concentrate as protein supplements in practical dry diets for juvenile chinook salmon (*Onchorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture*, 29: 1 – 31.
- Jones, J. D. (1979): Rapeseed protein concentrate preparation and evaluation. *J. Am. oil Chem. Soc.*, 56: 716 – 721.
- Yurkowski, M., Bailey, J. K., Ewans, R. E., Tabachek, J. – A. L., Ayles, G. B., Eales, J. G. (1978): Acceptibility of rapessed proteins in diets of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Res. Board Can.*, 35: 951 – 962.

Primljeno 10. 6. 1991.