

KORIŠĆENJE SAVREMENIH TEHNOLOŠKIH POSTUPAKA U PROIZVODNJI HRANE ZA RIBE RAZLIČITIH FIZIČKIH KARAKTERISTIKA

RADE JOVANOVIĆ*, DRAGOSLAV MILISAVLJEVIĆ**, JOVANKA LEVIĆ***,
SLAVICA SREDANOVIĆ***, BOJAN ANĐELIĆ*

**Institut za primenu nauke u poljoprivredi, 1000 Beograd,
Bulevar Despota Stefana 68b*

***FSH „Komponenta” 35230 Čuprija, Cara Lazara bb*

****Institut za prehrambene tehnologije, 21000 Novi Sad, Bulevar Cara Lazara 1*

USING MODERN TECHNOLOGICAL METHODS FOR PRODU- CING FEED FOR DIFERENT FISH TYPES

Abstract

In order to produce fish feed which can satisfy the nutritive requirements and the ever stricter legislation on environment protection, it is necessary to maintain appropriate physical properties of the finished product. When referring to the physical properties of fish feed, we usually think about shape, particle size, their specific weight or bulk density and water stability. Technological production methods are the decisive factor for obtaining these properties, in addition to the well balanced nutritive demands and the adequate quality of raw materials. The goal of this paper is to point out the most important parameters of technological procedures for fish feed processing which are immediately related to the physical properties of the feed. This is presented through examples of specific products which are used by the “FSH Komponenta” company from Čuprija in Serbia in order to offer potential solutions for certain demands in the fish feed industry.

Ključne reči: fish food, densty, particle size, stability

UVOD

Proizvodnja hrane za ribe, poslednjih godina, beleži najbrži rast u industrijskoj proizvodnji hrane za životinje. Intenzivan uzgoj, što gotovo po pravilu podrazumeva veliki broj jedinki na određenoj površini ribnjaka ili u određenoj zapremini vode, pored eko-

nomičnosti u ishrani, postavlja nove zahteve u pogledu sastava i fizičkih karakteristika hrane za ribe u nameri da se minimizira zagađenje vode ostacima nekonzumirane ili nesvarene hrane. Hrana za ribe mora biti formulisana tako da se obezbedi optimalna kombinacija hranljivih sastojaka i adekvatan sadržaj energije za svaku vrstu i kategoriju riba u skladu sa njenim fiziološkim potrebama i uslovima uzgoja, vodeći računa o ukupnim troškovima. Povećanje svarljivosti i usvajanja hrane i smanjenje količina nekonzumirane hrane utiče znatno na smanjenje zagađenja vode i u uslovima intenzivnijeg uzgoja riba. Takođe je bitno da hrana bude izbalansirana u skladu sa proizvodnim potencijalima riba. Što je hrana bolje izbalansirana po usvojivosti i količini manje je i zagađenje vode.

Da bi hrana za ribe zadovoljila nutritivne zahteve i sve strožije propise vezane za zaštitu životne sredine, neophodno je i postići i odgovarajuće fizičke karakteristike industrijski pripremljene hrane za ribu. Pored određenih vrste hraniva, hemijskog sastava i međusobno izbalansiranih komponenata svakako da na fizičke karakteristike odlučujući uticaj ima tehnološki proces proizvodnje koji se sprovodi u industrijskim postrojenjima za proizvodnju hrane za životinje.

Cilj ovog rada je da ukaže na najvažnije parametar tehnološkog procesa proizvodnje hrane za ribe, koji je direktno povezan sa postizanjem određenih fizičkih karakteristika, kao i da ponudi neka od mogućih rešenja za specifične zahteve u ishrani riba.

Fizičke karakteristike hrane za ribe

Pod pojmom fizičkih karakteristika najčešće podrazumevamo oblik i veličinu granula, njihovu gustinu, odnosno nasipnu masu i stabilnost odnosno sposobnost da se što manje rastvaraju i da što duže zadrže kompaktnost u vodi.

Oblik i veličina granula hrane treba da budu prilagođeni stepenu razvoja i veličini ribe kao i njenom prirodnom načinu hranjenja. Podrazumeva se da ukoliko je granula hrane za ribe previše velika ili previše mala riba je neće konzumirati. Negrulisana smeša se ne može koristiti za ishranu riba, jer se hranljive materije nepotrebno rasipaju segregacijom, dezintegracijom kao i rastvaranjem hranljivih materija u void i najkvalitetnija granula se često puta raspadne u vodi pre nego što je riba pojede. Ovako neracionalno rasipanje izuzetno vrednih komponenti, koje pored direktnih gubitaka izaziva i zagađenje vode a time ugrožava opstanak riba u staništu usled smanjenja sadržaja kiseonika. Ove negativne posledice mogu se uspešno prevazići proizvodnjom čvrstih u vodi postojanih granula odnosno odgovarajućom formulacijom i tehnologijom proizvodnje hrane za ribe (R a i z, 1999).

Podrazumeva se da hrana za ribe treba da bude prilagođena prirodnim zahtevima i načinu života za svaku vrstu riba. Riba grabljivica (npr. pastrmka i losos) „love“ hranu dok ona polako tone, pa iz tih razloga hrana namenjena ovim vrstama treba da bude u formi granula koje plivaju ili polako tonu, dok ribe koje se hrane na dnu ribnjaka čekaju da hrana padne do dna nerastvorena i kompaktna pa iziskuju duže postojane i brzo tonuće granule. To da li će proizvedena hrana za ribe tonuti ili plivati zavisi pre svega od specifične mase, odnosno gustine. Plivajuće pelete imaju specifičnu masu od 900-1000 g/dm³, a tonuće od 1000-1200 g/dm³. U praksi je merenje specifične mase dosta komplikovano pa se gustina granula najčešće određuje preko nasipne mase u g/l. Ova vrednost u velikoj meri zavisi od veličine granula, poroznosti kao i obuhvaćenog vazduha, a na to da li će granule plivati ili tonuti utiče i temperatura kao i tvrdoća vode

(salinitet). Naknadno omašćivanje može značajno da doprinese stabilnosti proizvedenih granula i da utiče na njihovu gustinu. (L u c h t,2001).

U tabeli 1. navedeni su zahtevi za nasipnu masu u zavisnosti od moći plivanja (R o k e y, 2006).

Tabela 1. Međusobni odnos nasipne mase i moći plivanja hrane za ribe.

		Nasipna masa - Bulk Density (g/l)	
		Morska voda 20° C, salinitet 3% Sea water 20° C, 3% salinity	Sveža voda 20° C Fresh water 20° C
Moć plivanja granula Granules buoyancy			
Brzo tonuće sinking	Fast	> 640	> 600
Sporo tonuće sinking	Slow	580 - 600	540 - 560
Neutralno plivanje buoyancy	Neutral	520 - 540	480 - 520
Plivajuće	Floating	< 480	< 440

Za precizno definisane zahteve za kvalitet hrane za ribe neophodna su multidisciplinarna istraživanja biologa, nutricionista, veterinara, uzgajivača i brojnih drugih stručnjaka dok tehnolozima preostaje zadatak da sve ove zahteve objedine kroz tehnološki proces.

MATERIJAL I METODE

I pored činjenice da se velike količine riblje hrane još uvek proizvode konvencionalnom tehnikom peletiranja, proces ekstrudiranja nalazi sve veću primenu u ovoj proizvodnji zahvaljujući pre svega brojnim prednostima koje pruža. Ekstrudiranje hrane za ribe je doživelo mnogobrojne promene i nagli uspon jer su razvijene nove tehnologije kao odgovor na nove formulacije, zahtevane fizičke karakteristike i enormno povećanje proizvodnje.

Tehnološki proces proizvodnje hrane za ribe obuhvata osnovne tehnološke operacije karakteristične za klasične procese proizvodnje hrane za životinje kao što su prijem sirovina, mlevenje, prosejavanje, proporcioniranje, mešanje, pakovanje i procese kondicioniranja, sušenja ili hlađenja, drobljenja i prosejavanja karakteristične za proizvodnju peletirane hrane. Nakon ovih operacija u savremenim postrojenjima za proizvodnju riblje hrane vrši se naknadno omašćivanje, potom hlađenje, sušenje, dodatno prosejavanje i na kraju pakovanje u odgovarajuću ambalažu. Kod hrane za ribe posebna pažnja se posvećuje mlevenju jer se kao preduslov za postizanje homogenosti i garantovanog sastava na nivou granule zahteva veliki broj izuzetno sitnih čestica u doziranoj količini komponenata (S r e d a n o v i ć i sar. 1997). Ono što je novo i karakteristično u proizvodnji hrane za ribe vezano za procese ekstrudiranja i naknadnog zamašćivanja.

Ekstrudiranje predstavlja metod kuvanja obrađivanog materijala trenjem ili frikcijom i kao tehnološki postupak u proizvodnji visokokvalitetne hrane za ribe nema alternativu. Po-

stupak ekstruzije izvodi se po principu potiskivanja materijala, koji se obrađuje, snažnim pužem kroz cilindar, iz kojeg se tretirani material istiskuje u obliku mlaza. Zahvaljujući konstruktorskim karakteristikama ovog uređaja postupkom ekstruzije sprovodi se veliki broj operacija poput: mlevenja, hidratacije, rezanja, homogenizacije, mešanja, disperzije, kompresije, termičke obrade, destrukcije mikroorganizama, inaktivacije antinutritivnih materija, denaturacije proteina, želatinizacije, sabijanja, ekspandiranja, povezivanja čestica, oblikovanja, formiranja porozne structure kao i delimične dehidratacije (K i n g, 2001). Ekstruzionim kuvanjem na principu "visoka temperatura - kratko vreme" postižu se višestruke poželjne promene kod tretiranog materijala, poput veće svarljivosti, a kod leguminoza inaktivacija nepoželjnih sastojaka – tripsin inhibitor, lipoksigenaza. Usled izuzetno kratkog vremena izlaganja obrađivanog materijala visokoj temperaturi ne dolazi do značajnijeg oštećenja aminokiselina i vitamina (J o v a n o v i ć i sar. 2001). Kontrolisanjem fizičkih parametara prilikom procesa ekstrudiranja poput temperature, vlažnosti i pritiska, koji utiču na nivo ekspanzije, obezbeđuje se plutanje ili tonjenje granula.

U hrani za ribe masti su najbogatiji izvor energije i masnih kiselina, a neophodne su i kod unošenja i korišćenja u njima rastvorljivih vitamina. Kod proizvodnje visokoenergetske hrane za ribe, podrazumeva se visok nivo masti u granulama, što predstavlja poseban tehnološki problem (J o v a n o v i ć i sar. 2005). Ovaj problem dodavanja većih količina masti rešava se uz pomoć uređaja za naknadno oblaganje pod vakuumom (vacuum core coating), sistemom koji omogućava raspoređivanje ulja po celokupnoj zapremini granule (S r e d a n o v i ć i sar. 2002).

Da bi se ispunili svi navedeni zahtevi u proizvodnji visokokvalitetne hrane za ribe potrebno je dosta praktičnog iskustva i poznavanja karakteristika pojedinih hraniva u pojedinim tehnološkim postupcima. Nutricionisti i tehnolozi uz dobru saradnju sa operaterom na ekstruderu, mogu u velikoj meri da utiču na fizičke karakteristike granula kao i da obezbede kontrolisanu proizvodnju u skladu sa postavljenim ciljevima.

REZULTATI I DISKUSIJA

Korišćenjem konvencionalnih tehnoloških procesa za proizvodnju hrane za ribe, peletiranja i ekstrudiranja, moguće je proizvesti aglomerate veličine nekoliko milimetara koji se onda drobljenjem i prosejavanjem podešavaju na potrebnu veličinu. Jednopusnim ekstruderima se može postići veličina aglomerata od 2,5 mm uz prihvatljiv kapacitet i potrošnju energije, a dvopusnim i do 1,5 mm, ali uz relativno mali kapacitet. Pošto postoje zahtevi da se proizvedu još sitnije granule homogeno izmešane hrane za larve 500- 1500µm pa čak i sitnije razvijaju se novi tehnološki procesi koji će i to moći da ispune. Dodatni problem predstavlja potreba da se obezbedi dovoljan broj čestica svih sirovina i dodataka neophodnih za postizanje homogenosti formulisane hrane na nivou tako malog aglomerata odnosno obroka, a da se pri tome sastojci ne izgube kao prašina. Tako npr. mlevenje hrane za larve podrazumeva postizanje veličine čestica od 250-300µm (C l a y t o n, 2004). Za postizanje ujednačenije raspodele veličina čestica povoljnije je mleti svaku komponentu, jer se različite sirovine i čestice različite krupnoće ne ponašaju isto u procesu mlevenja. Klasičnim mlinom čekićarom se vrlo teško mogu dobiti dovoljno sitne čestice, čak i uz dobru aspiraciju teško se može izbeći zasvođavanje materijala i postići adekvatno čišćenje sita.

Efekat peletiranja zavisi od sastava, kvaliteta i porekla komponenti, vlage, temperature, stanja matrice i umešnosti operatera, odnosno tehnološkog procesa u celini

(R a i z, 1999). U proizvodnji visokokvalitetne hrane za ribe peletiranje se sve više napušta, obzirom da ne omogućuje proizvodnju plutajućih i sporo tonućih granula, a zbog otiranja peleta i prašine (obično oko 1-3%) što je često razlog slabije tražnje na tržištu (L u c h t, 2001). Drugi važan problem je što sadržaj masti u peletiranim granulama obično ne prelazi 10% što je daleko ispod energetske potrebe pastrmke i lososa. Peletirane granule se čak ni zamašćivanjem pod vakuumom ne primaju mast obzirom da nisu porozne (R a i z, 1999). Zapravo hrana za ribe se proizvodi kao tonući ili plutajuća izborom komponenti u formulaciji i načinu kuvanja u ekstruderu (R a i z, 2000). Takođe je dokazano da visok sadržaj celuloze ili nerastvorljivih proteina smanjuje elastičnost materijala unutar ekstrudera što se negativno odražava na ekspanziju proizvedenih granula, dok je sadržaj skroba presudan za proizvodnju čvrstih stabilnih granula. Porastom temperature tokom ekstruzije, skrobna zrnca vezuju vodu i na oko 116°C pucaju, dolazi do želatinizacije i stvara se stabilan skrobni gel, čvrstog matrixa, koji povećava čvrstinu granule. Ukoliko bi se dalje nastavilo značajnije sa podizanjem temperature tokom ekstruzije došlo bi do delimične konverzije skroba u dekstrin što bi u velikoj meri uticalo na apsorpciju vode potrebne za želatinizaciju i na čvrstoću i gustinu proizvedenih granula (C l a y t o n, 2002).

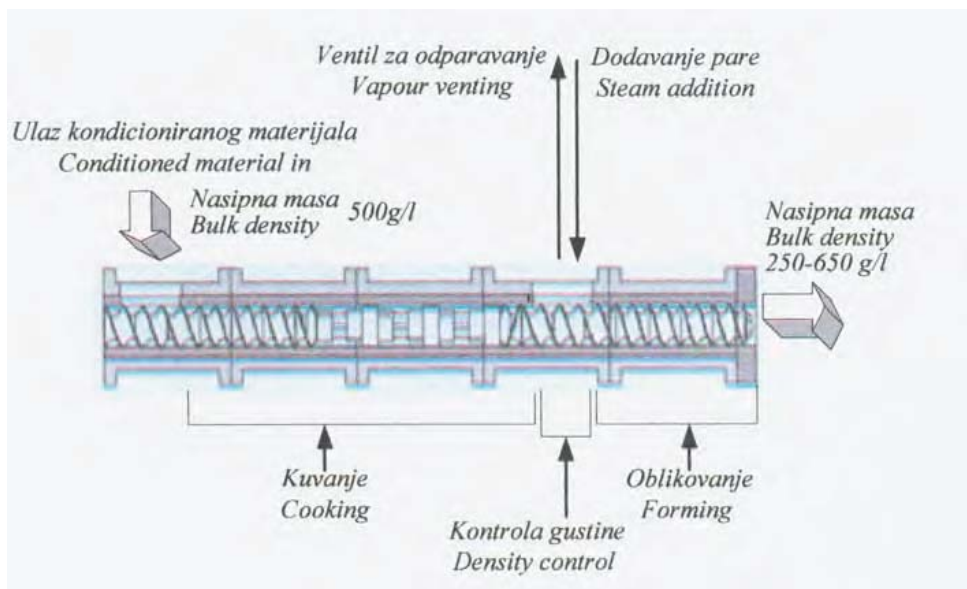
Tokom procesa ekstrudiranja hrane za ribe na gustinu se može uticati promenom pritiska i temperature odnosno karakteristikama ekstrudera (konfiguracijom puža i cevi ekstrudera, promenom brzine obrtanja puža, nage motora, otvora matrice na izlazu) kao i količinom i kvalitetom dodate pare i vode (R a i z, 2000; C l a y t o n, 2002).

Dakle vlažnost i temperature su su dve najlakše podesive varijable ekstrudiranja koje utiču na intenzitet procesa i fizičke karakteristike proizvedenih granula (R a i z, 2000). Dodavanje vode posebno se odražava na stepen ekspanzije i izgled proizvoda. Količina dodate vode u ekstruder značajno varira u zavisnosti od upotrebljenih sirovina, hemijskog sastava i zahtevane gustine gotovog proizvoda (K a i n g, 2001). Više vode čini material elastičnijim i omogućuje oslobađanje pare kroz poroznu strukturu za vreme ekspanzije. Sa druge strane previše visoka vlažnost može često puta biti uzrok lomljenja granula.

Temperatura materijala se postiže kondicioniranjem uz dodatak zasićene pare i dejstvom specifične mehaničke energije tj smicanjem izazvanim obrtanjem spirale puža u cevi. Kondicioniranje parom inicira želatinizaciju skroba, olakšava rad ekstrudera, povećava njegov kapacitet i ekspanziju (K a i n g, 2001). Pritisak u ekstruderu zavisi od njegove konstrukcije i može se povećati izmenom konfiguracije puža odnosno ubacivanjem segmenata koji imaju kraći korak spirale. Redosled ovih segmenata zavisi od vrste hrane koja se proizvodi (R a i z, 2000).

Usavršavanjem u oblasti proizvodnje ekstrudera uglavnom se čine u pravcu proizvodnje uređaja koji će biti u mogućnosti da bez promene konfiguracije proizvedu hranu različitih nasipnih masa. Kao što je prikazano na slici 1. u cilju postizanja kontrolisane gustine u rasponu od 250-600 g/l duž ekstrudera, je u najsavremenijim ekstruderima, moguće formirati radne zone u kojima se material kuva, oblikuje ili mu se podešava gustina. Podešavanje gustine granula, smanjenjem ili povećanjem temperature postignute smicanjem u zoni kuvanja, postiže se promenom temperature i otpuštanjem pare iz materijala u ekstruderu. Temperatura se smanjuje ispuštanjem pare ili vakuumom, a povećava dodatnim ubrizgavanjem pare u cev ekstrudera. Sve ove tehnološke operacije se preduzimaju radi postizanja kontrolisane ekspanzije (M u n z, 2004; R a i z, 2006). Cev ekstrudera koja ima otvor za ventiliranje omogućuje da se na tom mestu u zadnjoj

fazi ekstruzije nakon kuvanja dodaju neki od termoosetljivih sastojaka (C l a y t o n, 2002).



Slika 1. Šema ekstrudera sa sistemom kontrole gustine

Što se tiče debljina matrica odnosno dužine kanala kroz koji na kraju izlazi material iz ekstrudera i tu važi pravilo da se dobiju gušći proizvod tj. Brže tonuća granula, ako je taj kanal duži (K a i n g, 1999).

Dehidracioni efekti su veliki od momenta izlaska granula iz ekstrudera, kaada iz materijala oslobođenog od ekstruzionog pritiska ispari oko 50 % prisutne vode i dolazi do naglog otpuštanja toplote. Za proizvodnju pojedinih vrsta hrane potrebno je i dodatno sušenje kako bi se postigao nivo vlage ispod 10%. Uobičajeno je da se proizvedene granule suše polako kako bi se na taj način omogućila migracija vlage iz unutrašnjosti, na temperaturi koja ne prelazi 100°C kako ne bi došlo do smanjenja aktivnosti termolabilnih sastojaka. Granula se obično oblažu masnoćom dok su još tople jer tada imaju veću moć absorpcije, a potom se hlade do temperature koja je samo do 4C viša od sobne temperature i na taj način se izbegava kondenzacija vlage i kvarenje (K a i n g, 1999).

Oblaganje pod vakuumom zahteva dobru ekspanziju sa dovoljno vazduha unutar granule kako bi ona mogla da primi dovoljno ulja, ali i da istovremeno ima dovoljno veliku specifičnu masu kako bi se ponašala kao sporotonući proizvod. Procenat masti koji se dodaje pomoću vakuma direktno je zavisnosti od strukture same granule, Poznato je da ekstrudirani proizvodi imaju više pora, pa samim tim, mogu primiti i znatno veći sadržaj nego pelete. Naknadnim doziranjem pod vakuumom može se dozirati i do 30% masnoća na dobro ekspanzirani čvrst ekstrudat. Obično se ulje dodaje pri temperaturi od 40-50°C, što je iznad temperature očvršćavanja masti, pa se usled niskog viskoziteta olakšava doziranje (J o v a n o v i ć i sar. 2005).

Prosečna prihvatljiva stabilnost hrane za ribe u vodi je oko 4 časa, mada neki proizvodi postižu stabilnost i do 24 časa. Stabilnost granula se u značajnoj meri može povećati dodavanjem vezivnih sredstava.

Zahvaljujući tehnologiji ekstrudiranja uz korišćenje adekvatne dodatne opreme u FSH KOMPONENTA - Čuprija dobijene su granule visoke nutritivne vrednosti i specifičnih fizičkih karakteristika za ishranu svih kategorija pastrmke i šarana uključujući i izuzetno zahtevnu hranu za ishranu riblje mlađi. U asortimanu novih proizvoda svakako treba napomenuti plutajuću granulu za ishranu šarana što predstavlja najsavremenije dostignuće u savremenoj ishrani šarana. Naravno najvažniji segment predstavljalo je dobijanje optimalne formulacije hrane, gde se posebno vodilo računa o svim nutritivnim parametrima značajnim za normalan porast i zdravlje određenih kategorija riba. Do skora je vladalo mišljenje da je šaran riba dna i da konzumira stabilne brzo tonuće granule. U novije vreme na savremenim šaranskim ribnjacima se sve više koristi plutajuća ekstrudirana hrana koja ima izvesne prednosti:

- Mogućnost vizuelne kontrole riba na površini (kod konzumiranja hrane)
- Znatno poboljšana kontrola konzumacije
- Manja potrošnja hrane (veći stepen iskorišćenja)
- Manje zagađenja vode usled većeg iskorišćavanja hrane

Ova hrana se lako aplikuje po vodenoj površini . U slučaju vetra ili talasa hranu je moguće korišćenjem za ovu namenu specijalno pripremljenih hranilica od fleksibilnih plastičnih cevi koje onemogućavaju odnošenje hrane ka obali gde bi iba teže došla do nje. Jedini nedostatak mogu predstavljati ptice ali se taj problem može uspešno rešiti prebacivanjem mreže preko hranilica.

Pozitivna iskustva ove hrane na pojedinim šaranskim ribnjacima u našoj zemlji i okruženju pokazala su da korišćenje ekstrudirane plutajuće hrane za šarana ima brojne prednosti u odnosu na tonuće granule. Treba svakako podsetiti da šaran vrlo brzo privikava na ovakav način ishrane .

Takođe su urađene izuzetno složene procesne probe za dobijanje ekstrudirane hrane za ishranu riblje mlađi (pastrmke i šarana.)U toku istraživanja urađeno je veliki broj procesnih probi na ekstruderu, mlinu za kremblovanje i vakum kouteru i rotacionom situ za prosejavanje Za ishranu pastrmske riblje mlađi proizvedeni su 4 proizvoda: EKSTRUDIRANA HRANA ZA MLAĐ PASTRMKE – drobljen ekstrudat komercijalnog naziva :

KOMPO – TROUT M-1 CRUMBLE veličine čestice **do 0.3 mm** sa **56% proteina**

KOMPO – TROUT M-2 CRUMBLE veličine čestice **do 0.4- 0.9 mm** sa **55% proteina**

KOMPO – TROUT M-3 CRUMBLE veličine čestice **1-1,4 mm** sa **52% proteina**

EKSTRUDIRANA HRANA ZA MLAĐ PASTRMKE pod komercijalnim nazivom **KOMPO TRAUT M-4** veličine pelete 1.5 mm sa 50% proteina. Za formulisanje ovih proizvoda korišćene su komponente visoke nutriivne vrednosti : riblje brašno, sojina sačma, pšenični gluten,kukuruzni gluten, proteinski izolati soje i graška, jaja u prahu, pivski kvasac,pšenično brašno, sintetičke aminokiseline (lizin, metionin i triptofan) riblje ulje, vitaminski kvasac i mineralna predmeša.

U pogledu iznalaženja adekvatnih potpunih smeša za ishranu mlađi šarana u fabrici stočne hrane Komponenta Čuprija nakon dugotrajnih i složenih procesnih proba uvažavajući nutritivne zahteve za ovom kategorijom riba dobijena je EKSTRUDIRANA HRANA ZA MLAĐ ŠARANA brašnaste strukture odnosno proizvodi pod komerci-

jalnim nazivom **KOMPO – CARP M 1, M2 i M3** sa 45% , 42 i 40% proteina. Ovi proizvodi koji se većuspešno koriste u ishrani riba su najbolja potvrda da se primenom savremenih tehnoloških rešenja i najnovijih naučnih dostignuća u našoj zemlji može proizvesti visokokvalitetna riblja hrana.

ZAKLJUČAK

Proizvodnja hrane za ribe , tačno definisanog kontrolisanog sastava i fizičkih karakteristika je složen tehnološki proces sa mnogo međusobno povezanih i isprepletanih uticaja. Za obavljanje tehnološkog procesa proizvodnje visokokvalitetne hrane za ribe neophodna je savremena oprema snabdevena merno- regulacionim uređajima kao i veliko znanje i iskustvo nutricionista, tehnologa i samih operatera na pojedinim uređajima. Dobijeni proizvodi iz asortimana hrane za ribe u savremenim domaćim postrojenjima po svojim nutritivnim i fizičkim karakteristikama mogu biti apsolutno konkurentni uvoznj hrani renomiranih svetskih proizvođača riblje hrane.

Zahvalnica:

Istraživanja su finansirana od strane Ministarstva nauke i tehnologije republike Srbije projekat:

LITERATURA

Anonymous: Trout Diets,(2006). www.aquanutro.com/products/foodfish/trout.htm
Đuragić, Olivera, Sredanović, Slavica, Lević, Jovanka (2001). Mogućnost aplikacije tečnih komponenti u stočnu hranu, IX Simpozijum tehnologije stočne hrane, Zlatibor, Zbornik radova, pp.83-89.

Clayton, G (1999). Starter aquafeeds: Breaking the 1.5 mm barrier, Feed International, www.aquafeed.com

Clayton, G. (2002). Better product density control, Feed International, 23:11, pp. 4.
Deutche Normen Din-1060, March (1993).

Feed Manufacturing Technology V, (2005). American Feed Industry Association, Inc., 15001 Wilson Blvd., Suite 1100, Arlington, VA 22209

Jovanović, R, Milisavljević, D, Lević, Jovanka, German, ć, Anokić, N. (2005). Korišćenje savremenih tehnoloških postupaka u proizvodnji visokokvalitetne riblje hrane, XI Međunarodni Simpozijum tehnologije hrane za životinje „Obezbeđenje kvaliteta“, Vrnjačka Banja, , Zbornik radova, pp. 31-37.

Jovanović, R, Milisavljević, D, Slavica Sredanovic,Lević, Jovanka, Olivera Đuragić (2006). Production og fish feed with different physical properties, in press

Kiang, J, K. (1999). The principles of extruding fishfeeds, Feed Tech, 3: 6, pp. 48-49.

Lucht, W, H. (2001). The importance of the product density in the production of fish feed, Feed Tech, 5:1, pp. 31-33.

Munz, K. (2004). Density control of aquatic, Feed Tech, 8:1, pp. 20-22

Official Methods of AOAC International (2000). 17th ed., AOAC International, Gaithersburg, MD.

Reinertsen, H. and Haaland, H.(1995). Sustainable fish farming, Rotterdam, Balke- ma, 307pp

- Riaz, M.* (2000). Extruders in Food Application, Technomic Publishing Co.Inc,
- Riaz, M.*(2006). Making more profit with new technologies for aquafeed, Presentation, . www.tamu.edu/extrusion, pp.75-81.
- Riaz M.* (1999). Pros and cons of extruding and pelleting aquatic feeds, *Feed Tech*, 3:2, pp. 39-41.
- Rokey J, G* (2006). Increasing Aquatic Feed Production through Plant Optimization, Wenger Manufacturing Inc. Publication, pp. 83-88.
- Sauvant, D, Perez, J-M, Tran, G* (2004). Tables of composition and nutritional value of feed materials, INRA, Paris, France, .
- Sredanović, Slavica, Lević, Jovanka, Prodanović, Olivera* (1997). Mlevenje u fabrikama stočne hrane, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 23:4, pp.119-170.
- Sredanović, Slavica, Đuragić, Olivera Lević, Jovanka* (2002). Nove tehnologije davanja tečnosti u hranu za životinje, *PTEP*, 6:1-2, pp.34-38.
- Stevan Hadživukovic* (1989). Statistika, Privredni pregled, Beograd
- Thomas, M. A.F.B. Van der Poel* (1996). Physical quality of pelleted feed, 1. Criteria for pellet quality, *Animal Feed Science Technology*, 61, pp.89-112