

## ČVRSTOĆA PELETIRANE HRANIDBENO-LJEKOVITE SMJESE ZA RIBE

### PELLET FIRMNESS OF NUTRITIVE AND MEDICINAL FEED FOR FISH

**N. Voća, Tajana Krička, Ž. Jukić, Vanja Janušić, Ana Matin, Duška Ćurić**

Izvorni znanstveni članak  
Primljeno: 2. studeni 2006.

#### SAŽETAK

U ovom radu se pratila proizvodnja peletirane hranidbeno – ljekovite smjese za ribe, koja se upotrebljava za liječenje nekih bakterijskih i nekih bolesti koje su prouzročene crvima, s posebnim naglaskom na dobivenu čvrstoću pelete. Primjenom rezultata istraživanja, predloženo je rješenje s kojim bi proizvodnja peleta postala rentabilnija i ekološki prihvatljivija. Manji udio lomljenih peleta odlazio bi ponovno na peletiranje, a primjena isključivo cijelih peleta doprinijela bi kvalitetnijoj hranidbi i liječenju riba kao i smanjenju zagađenja okoliša.

Ključne riječi: hranidbeno-ljekovita smjesa, peleta, čvrstoća, ribe

#### UVOD

U hranidbi riba koristi se vlažna, suha i miješana hrana koja prema hranidbenoj vrijednosti može biti dopunska i potpuna. Izbor i priprema hrane ovise o načinu uzgoja, vrsti i kategoriji ribe te intenzitetu uzgoja. Sve vrste riba imaju svoje karakteristike s gledišta potreba hranjivih tvari. One ovise o uzrastu riba, temperaturi vode, gustoći nasada u ribnjaku i načinu pripreme hrane (peletiranje, ekstrudiranje, ekspaniranje) (Dumanovski, 2004).

Peletiranje se može definirati kao termo-plastičan proces oblikovanja istiskivanjem, u kojem se fino razdijeljene čestice brašnaste sirovine formiraju u kompaktne pelete, pogodne za rukovanje. Hranidba riba peletiranim krmnim smjesama ima niz prednosti, a neke od njih su poboljšana konverzija hrane, sprečavanje selektivne hranidbe, sprečavanje segregacije sirovina u manipulaciji i transportu, povećanje gustoće mase te poboljšanje manipulativnih karakteristika (Putier, 1993).

Proizvodnja peletirane hrane za ribe novijeg je datuma. Međutim, danas se na tržištu u Europi i

SAD-u nalazi mnogo proizvođača peletirane hrane za ribe, koji proizvode i nude čitav asortiman peleta različitih karakteristika i namjena. Na većini uzgajališta pastrva, riba se hrani peletiranim krmnim smjesama, a to je omogućilo industrijsku proizvodnju pastrvskog mesa. U SAD-u se gotovo 70% hrane koja se troši u ribnjacima daje u obliku peleta. S gledišta ekonomičnosti, lakoće hranjenja, jednostavne primjene, pelete su u industrijskoj proizvodnji ribljeg mesa postale nezamjenjive (Booth et al., 2000) Veći broj istraživanja pokazao je da se s peletama postiže znatno bolje iskorištenje hrane od klasične hranidbe, nekada i do 50% (Svihus et al., 2005).

---

Mr. sc. Neven Voća, Prof. dr. sc. Tajana Krička, Vanja Janušić, dipl. ing., Ana Matin, dipl. ing., Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport, Svetošimunska 25, Zagreb; Doc. dr. sc. Željko Jukić, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za specijalnu proizvodnju bilja, Svetošimunska 25, Zagreb; Prof. dr. sc. Duška Ćurić, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo, Pierottijeva 6, Zagreb, Croatia.

Uzgoj šarana (*Cyprinus carpio*) u našim uvjetima će biti još dugo glavna vrsta u ribnjačarstvu. Šarani polagano uzimaju i traže hranu te se može reći da im je za to potrebno najmanje 30 minuta do 1 sata, za razliku od pastrva koje hranu pojedu u roku od nekoliko minuta. Zato hrana za šarane mora biti tako izrađena da se u vodi ne raspadne kroz vrijeme duže od jednog sata. To je posebno važno ako se hrani dodaju ljekoviti pripravci kada bolesna riba uzima hranu znatno sporije od zdrave ribe. Hrana proizvedena u tvornicama stočne hrane treba biti prilagođena uzrastu riba, s tim da ju je potrebno peletirati (Dumanovski, 2004)

Krmne smjese za ribe trebaju zadovoljiti njihove potrebe za energijom i odgovarajućim hranjivim tvarima. Za sastav tih peletiranih smjesa upotrebljavaju se kukuruz, pšenica, ječam, zob, lupina, bob, soja, grahorice, pivski trop, sladne klice, melasa, pogače uljarica, ostaci prehrambene industrije kao i određeni vitaminski premiksi (De Silva i Anderson, 1995).

Potpuna dodatna hrana uz energetske potrebe mora zadovoljavati i veći ili manji dio ostalih hranidbenih potreba riba (sadrže više od 15% bjelanjčevina uravnoteženog sastava i odgovarajuće količine esencijalnih masnih kiselina, vitamina i minerala). Ljekovitim peletiranim smjesama liječe se kod riba bakterijske infekcije i crijevne invazije. Ovakve pelete se izrađuju u specijaliziranim mješanicama stočne hrane. Za pastrve ili šarane u krmnu smjesu dodaje se prije peletiranja određena doza lijeka (Hertrampf i Piedad-Pascual, 2000; Dumanovski 2004).

Prednosti ovakve hranidbe riba su višestruke:

- dnevni obrok se može lakše i jednostavnije proračunati
- hrana se može uvijek nabaviti,
- hranidba se može automatizirati,
- ribe rastu ujednačenije (izbjegnuto sortiranje),
- gubici i dekomponiranje hrane su puno manji.

Sve ove prednosti ovise najviše o mehaničkim karakteristikama peleta (sklonost lomu peleta) te treba težiti proizvodnji takvih peleta koje će imati zadovoljavajuću čvrstoću. Tako bi se poboljšao koeficijent konzumacije i smanjilo onečišćenje vode u ribnjaku, što su važni čimbenici koji vode prema industrijskoj proizvodnji ribljeg mesa.

Cilj ovog rada je istraživanje kakvoće peleta, hranidbeno-ljekovite smjese, proizvedenih u sustavu za peletiranje Tvornice stočne hrane u Republici Hrvatskoj. Zbog stalnog povećanja proizvodnje peletirane hrane potrebno je kontrolirati proizvodnju u Tvornici stočne hrane kako bi proizvedene pelete imale sve potrebne fizikalne karakteristike u hranidbi riba. Kako bi se utvrdila njezina fizikalna kakvoća prilikom prodaje i distribucije na tržište potrebno je odrediti otpornost na lom proizvedenih hranidbeno-ljekovitih peleta s ciljem optimalizacije procesa peletiranja u samoj tvornici stočne hrane.

## MATERIJALI I METODE

Za potrebe istraživanja otpornosti na lom peleta peletirana je hranidbeno – ljekovita smjesa, koja se koristi kao specijalni dodatak u hranidbi namijenjen liječenju trakavičavosti (Botriocefaloza, Kavioza i Kariofiloza) u mlađa i odraslih šarana i ostalih biljojednih riba. Promjer peleta je 3,5 mm, a postupak peletiranja se može promatrati kroz nekoliko faza: miješanje i homogenizacija, kondicioniranje, peletiranje, sušenje i hlađenje te prosijavanje.

Peletiranje je izvedeno na peletirki Ballarini & Figli tipa CuB/300-S s okretnom matricom postavljenom u vertikalni položaj. Nominalni kapacitet je 4 t/h i instalirane snage 45kW. Korištena je matrica debljine 30 mm s dijametrom otvora 3,5 mm (numerički odnos 8,6 : 1). Temperatura osnovne pare tijekom peletiranja bila je 170 °C uz tlak od 588,6 kPa, dok je temperatura reducirane pare bila 135 °C uz tlak od 294,3 kPa. Debljina matrice bila je 30 mm, a promjer 3,5 mm. Vrijeme hlađenja bilo je 8 minuta.

Istraživani peletirani ljekovito – hranidbeni dodatak uglavnom se koristi za hranidbu šaranskih riba. Može se davati u brašnastom stanju u obliku tijesta ili pomoću plutajuće vreće, ali se daje u peletiranom obliku zbog poznatih prednosti peleta nad brašnatom hranom. Na tablici 1 date su komponente istraživane smjese.

Prije peletiranja na punjenju usipnog koša uzeti su uzorci pšeničnog brašna za osnovnu kemijsku i granulometrijsku analizu. Vrijednosti kemijske analize brašna prikazane su na tablici 2, a vrijednosti granulometrijske analize prikazane su na tablici 3.

**Tablica 1. Komponente istraživane hranidbeno-ljekovite smjese****Table 1. Investigated parameters of nutritive and medicinal feed mixture**

Komponenta - Component	Udio - Share (%)
Pšenično brašno - Wheat flour T 1150	92,2
Antihelmitik - Anthelmintic	1,8
Vezivo - Adhesive	6

**Tablica 2. Kemijska analiza uzorka brašna prije miješanja smjese****Table 2. Chemical analysis of flour before feed mixing**

Uzorak Sample	Vlaga Moisture (%)	Pepeo Ash (%)	Bjelančevine Protein (%)	Mast Fat (%)	Vlakno Fibre (%)	NET (%)
Pšenično brašno Wheat flour	12,85	1,19	11,47	1,24	0,71	72,3

**Tablica 3. Granulometrijske karakteristike uzoraka brašna prije miješanja smjese****Table 3. Granulometric properties of flour samples before mixing**

Otvor sita Griddle perforation $d_i$ (mm)	Masa uzorka zaostalih na situ Sample mass on griddle $x_i$ (g)	$x_i$ (%)	Masa uzorka nakon propada kroz sito Sample mass after griddling (%)	$\log d_i$	$x_i \log d_i$	$(\log d_i - \log d_s)$	$x_i (\log d_i - \log d_s) E_2$
2.000	0,00	0,00	100,00	3,3010	0,0000	1,4135	0,0000
1.250	0,00	0,00	100,00	3,0969	0,0000	1,2094	0,0000
630	0,00	0,00	100,00	2,7993	0,0000	0,9118	0,0000
315	0,65	0,65	99,35	2,4983	1,6239	0,6108	0,2425
160	46,76	46,45	52,91	2,2041	103,0647	0,3166	4,6877
Dno - Bottom	53,26	52,91	0,00	1,6021	85,3257	-0,2854	4,3393
Zbroj - Total	100,67	100,00			190,0143		9,2695

Osnovni kemijski sastav brašna određen je sljedećim metodama:

- vlaga uzorka dobivena je standardnom etalonskom metodom za određivanje vlažnosti uzorka do konstantne vlažnosti,

- sirovi pepeo je određen sagorijevanjem uzorka na temperaturi od 550 - 600 °C do konstantne mase,

- određivanje sirovih bjelančevina napravljeno je standardnom metodom po Kjeldahlu,

- sirova mast određena je Soxletovom metodom pomoću ekstrakcije etera,

- količina vlakana određena je Schärer – Kurschnerovom metodom.

Granulacijski sastav brašna određuje se na sljedeći način: uzorak mase od 100 grama stavlja se na slog sita standardnih otvora: 2; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16 mm. Prosijavanje uzorka provodi se na tresilici koju pokreće elektromotor, pri čemu broj okretaja iznosi 220 o/min. Samo prosijavanje traje 10 minuta. Ostatak se na svakom situ izvaže te se dobiveni podaci unose na granulometrijsku tablicu.

Granulacija pokazuje veliki postotak vrlo sitnih čestica, što znači da će smjesa raspolagati s vrlo

velikom površinom za apsorpciju vlage (pare) u kondicioneru. To će rezultirati boljim kondicioniranjem, a samim time i boljom kakvoćom peleta.

Istraživanje dinamičke izdržljivosti – loma peleta izvodi se pomoću pravokutne kazete čije su stranice dužine 300, a širine 127mm. Dijagonalno unutar kazete stavljena je pregrada širine 50, a dužine 228 mm. Kazeta se okreće oko osi koja prolazi kroz sjecište dijagonale većih stranica.

Uzorak prosječne mase oko 550 grama se prosije na situ čiji su otvori 0,7 do 0,9, promjer peleta (2,8 mm). Odredi se masa propada i cijelih peleta te lom uzorka nakon stroja gdje je uzorkovan. Zatim se uzorak cijelih peleta stavlja u kazetu i okreće 10

minuta brzinom od 50 o/min. Nakon 500 okretaja kazeta se otvara, uzorak se ponovno prosijava na istom situ i važe propad odnosno masa cijelih peleta. Lom se računa tako da se stavi u omjer masa cijelih peleta nakon okretanja u kazeti s masom prije okretanja.

#### REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM

U procesu peletiranja ukupno je analizirano 30 uzoraka odnosno po 10 uzoraka na glavnim segmentima proizvodnje (peletirka, hladnjak, natresač) na kojima dolazi do loma peleta. Rezultati istraživanja prikazani su na tablicama 4, 5 i 6.

**Tablica 4. Vrijednost lomljenih uzoraka nakon peletiranja i nakon pokusa na lomilici (prosječna temperatura peleta 70 °C s prosječnom vlažnošću od 14,65%)**

**Table 4. Breakage susceptibility of pellets after pelleting and after investigation on breakage tester (70 °C - average temperature of pellets; 14.65% - average moisture)**

Broj uzorka Sample number	Masa uzorka Sample mass (g)	Masa peleta Pellet mass (g)	Masa propada Loss (g)	Masa propada Loss (%)	Masa uzorka Sample mass (g)	Lom na lomilici Breakage Susceptibility in breakage tester (g)	Lom na lomilici Breakage Susceptibility in breakage tester (%)
1	566,10	563,60	2,50	0,44	557,37	2,83	0,51
2	566,70	563,10	3,60	0,64	554,50	3,83	0,69
3	570,70	567,20	3,50	0,61	559,37	3,43	0,61
4	572,71	569,20	3,50	0,61	562,50	2,97	0,54
5	570,00	565,50	4,50	0,79	558,03	3,40	0,60
6	570,60	567,60	3,00	0,53	560,97	3,30	0,59
7	564,70	561,50	3,20	0,57	556,07	2,73	0,49
8	574,60	572,10	2,50	0,44	564,93	3,07	0,54
9	573,30	569,60	3,70	0,65	561,70	3,47	0,61
10	571,20	569,00	2,20	0,39	561,37	3,40	0,60
Srednja vrijednost - Average			3,220	0,567		3,243	0,578
Standardna devijacija Standard deviation			0,691	0,120		0,337	0,059
Koeficijent varijacije Variation coefficient			21,456	21,246		10,390	10,147
Maksimum - Maximum			4,500	0,790		3,830	0,690
Minimum - Minimum			2,200	0,390		2,730	0,490

Iz tablice 4 vidljivo je da uzorak izuzet nakon peletirke sadrži 0,567% lomljenih peleta, a nakon istraživanja provedenih u lomilici, sadržaj lomljenih peleta iznosi 0,578%. Budući da su pelete na izlazu iz peletirke vruće i vlažne (temperature oko 70 °C i 14,65% vlage) one se zbog udarca lako deformiraju i stoga uzorak nakon istraživanja u lomilici pokazuje veći postotak loma.

Tablica 5 prikazuje istraživanja loma uzorka izuzetog nakon hladnjaka. Srednja vrijednost loma istraživnog uzorka bila je 0,78 %. Iako se pe-

tama koje dolaze iz peletirke, u hladnjaku snizila temperatura i vlažnost (s temperature od 70 °C na 26 °C i s 14,65 % na 13,25% vlažnosti) one su pokazale povećanje loma zbog nepovoljnog djelovanja pužnog transportera na čvrstoću peleta, odnosno otpornost peleta na lom. Pužni transporter svojim radom uzrokuje lom i lomi pelete. Cijele pelete uzorka nakon hladnjaka poslije istraživanja u lomilici dale su veći postotak loma nego pelete uzorka nakon peletirke i taj podatak nepovoljno utječe na primjenu pužnog transportera.

**Tablica 5. Vrijednost lomljenih uzorka nakon hladnjaka i nakon pokusa na lomilici (prosječna temperatura peleta 26 °C s prosječnom vlažnošću od 13,25%.**

**Table 5. Breakage susceptibility of pellets after cooling and after investigation in breakage tester (26 °C - average temperature of pellets; 13.25% - average moisture)**

Broj uzorka Sample number	Masa uzorka Sample mass (g)	Masa peleta Pellet mass (g)	Masa propada Loss (g)	Masa propada Loss (%)	Masa uzorka Sample mass (g)	Lom na lomilici Breakage Susceptibility in breakage tester (g)	Lom na lomilici Breakage Susceptibility in breakage tester (%)
1	558,70	553,80	4,90	0,88	564,40	3,20	0,58
2	573,10	571,60	4,50	0,78	563,97	3,33	0,59
3	563,50	562,80	3,90	0,69	555,30	3,33	0,59
4	575,60	574,50	4,10	0,71	566,37	3,47	0,60
5	573,00	568,30	4,70	0,82	561,67	2,97	0,53
6	567,20	565,50	4,70	0,82	558,57	3,00	0,53
7	593,70	592,70	4,00	0,67	581,43	3,63	0,62
8	569,60	568,60	4,50	0,79	560,90	3,30	0,58
9	572,80	572,00	4,80	0,83	563,70	3,43	0,60
10	565,50	564,30	4,60	0,81	556,97	3,30	0,58
Srednja vrijednost - Average			4,470	0,780		3,296	
Standardna devijacija Standard deviation			0,350	0,068		0,201	
Koeficijent varijacije Variation coefficient			7,825	8,737		6,112	
Maksimum - Maximum			4,900	0,880		3,630	
Minimum - Minimum			3,900	0,670		2,970	

**Tablica 6. Vrijednost loma uzorka nakon natresača i nakon pokusa na lomilici (prosječna temperatura peleta 25 °C s prosječnom vlažnošću od 13,20%).****Table 6. Breakage susceptibility of pellets after Roto-shaker and after investigation on breakage tester (25 °C - average temperature of pellets; 13.20% - average moisture)**

Broj uzorka Sample number	Masa uzorka Sample mass (g)	Masa peleta Pellet mass (g)	Masa propada Loss (g)	Masa propada Loss (%)	Masa uzorka Sample mass (g)	Lom na lomilici Breakage Susceptibility in breakage tester (g)	Lom na lomilici Breakage Susceptibility in breakage tester (%)
1	562,80	562,20	0,60	0,11	555,57	2,97	0,53
2	566,30	566,00	0,30	0,05	558,43	3,30	0,58
3	568,80	568,50	0,30	0,05	591,60	3,07	0,54
4	558,10	557,70	0,40	0,07	550,53	3,10	0,56
5	558,50	558,20	0,30	0,05	551,67	3,07	0,54
6	565,20	564,80	0,40	0,07	558,03	3,00	0,54
7	557,30	556,90	0,40	0,07	549,93	3,10	0,56
8	570,60	570,20	0,40	0,07	563,17	3,07	0,54
9	565,70	565,10	0,60	0,11	558,47	3,00	0,53
10	571,30	571,00	0,30	0,05	546,40	3,00	0,53
Srednja vrijednost - Average			0,400	0,070		3,068	0,545
Standardna devijacija Standard deviation			0,115	0,023		0,094	0,016
Koeficijent varijacije Variation coefficient			28,868	32,991		3,061	3,027
Maksimum - Maximum			0,600	0,110		3,300	0,580
Minimum - Minimum			0,300	0,050		2,970	0,530

Uzorak izuzet nakon natresača pokazuje 0,07% loma, što je i razumljivo jer se pelete na natresaču podvrgavaju separaciji. Sve lomljene čestice peleta manje od 2,5 mm odlaze ponovno na peletiranje, a cijele pelete u skladište predviđeno za skladištenje do transporta. Postotak lomljenih peleta od 0,07% uzrokovan je neprilagođenosti sita. Cijele pelete su nakon istraživanja na lomilici dale 0,545 lomljenih peleta.

### ZAKLJUČAK

Na osnovi istraživanja utjecaja glavnih segmenata linije za peletiranje (peletirka, hladnjak, i natresač) na čvrstoću odnosno lom hranidbeno-ljekovitih peleta može se zaključiti:

1. Najveći lom nastaje u fazi hlađenja, a prije prosijavanja. U toj fazi lom je za 37,6% veći od loma nakon peletirke. Visoki postotak loma u toj fazi rezultat je lomljenja peleta pužnim transporterom. Da bi isključili negativni utjecaj lomljenja pužnim transporterom bilo bi dobro isti zamijeniti beskonačnom gumenom trakom.
2. Postojeće separacijsko – vibracijsko sito za separiranje sitnijih čestica peleta potrebno je dovesti u stanje ravnoteže, kako bi obavljalo funkciju odvajanja u potpunosti.
3. Potrebno je istražiti mogućnost nadogradnje, odnosno proširenja kondicionera, kako bi smjesa predviđena za peletiranje bila duže izložena djelovanju vodene pare.

## LITERATURA

1. Booth, A. M., L. A. Geoff, R. Warner-Smith (2000): Effects of grinding, stem conditioning and extrusion of a practical diet on digestibility and weight gain of silver perch, *Bidyanus bidyanus*; *Aquaculture*, 182, 287-299.
2. De Silva, S. S., T. A. Anderson (1995): *Fish Nutrition in Aquaculture*; Chapman and Hall. London, UK.
3. Dumanovski, F. (2004): Hranidba riba i potrebe za hranjivim tvarima u aqua- i mari- kulturi, Priručnik o proizvodnji i upotrebi stočne hrane, Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb, 623-638.
4. Hertrampf, J. W., F. Piedad-Pascual (2000): *Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds*; Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.
5. Putier, F. (1993): Product quality and thermal treatment. *Feed mix.* 1(2), 34-37.
6. Svihus, B., A. K. Uhlen, O. M. Harstad (2005): Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch, *Animal Feed Science and Technology*, 122 (3-4), 303-320.

## SUMMARY

This paper deals with pellet production of nutritive and medicinal feed mixture for fish, used in treatment of Botriocelalose disease of carp, with an emphasis on firmness of the obtained pellets. By applying the results of this investigation, pellet production could become economically and ecologically more acceptable. Smaller portion of broken pellets would be brought back into the pellet production while exclusive usage of whole pellets could contribute to more qualitative feeding and treatment of fish together with a decrease in pollution of the environment.

Key words: nutritive and medicinal feed, pellet, firmness, fish