

MODUL 1: PROCJENA ODBACIVANJA RIBARSKOG ULOVA KAO PROIZVODA S DODANOM VRIJEDNOŠĆU

Prof. Dr. Ozgur ALTAN*
Assoc. Prof. Dr. Ilker AYDIN**

EGE University Faculty of Fisheries
*Department of Aquaculture
**Department of Fishing Technology
Bornova-Izmir, TURKIYE

SADRŽAJ

1. Pojašnjenje pojmova odbačenog ribarskog ulova i ribljeg brašna	
1.1. Odbačeni ribarski ulov	
1.2. Riblje brašno	
1.2.1. Koraci u proizvodnji ribljeg brašna	
1.2.2. Sastav proizvoda	
2. Korištenje odbačenog ribarskog ulova u obliku sirove hrane	
2.1. Globalni prikaz industrije hrane za kućne ljubimce	
2.2. Raznolikost vrsta hrane za kućne ljubimce	
2.2.1. Suha i konzervirana hrana	
2.2.2. Sirova hrana – Biloški odobrena sirova hrana (BARF)	

2. Sažetak

Za dobro upravljanje ribarstvom važno je smanjenje prilova i stope odbačaja. Širom svijeta, ekonomski gubitci, kao i ekološki učinci na biološku raznolikost, predstavljaju izuzetno ozbiljne probleme. Inženjeri ribarstva proveli su brojna istraživanja kako bi smanjili ove učinke, posebno u vezi sa selektivnošću ribolovne opreme. Može se tvrditi da, unatoč pozitivnim rezultatima mnogih od ovih studija, praktični uspjeh ribara ograničen je komercijalnim razmatranjima. Zbog prirode ribolova temeljenom na više vrsta pridnenim mrežama kočama, uhvaćeno je preko 40 različitih vrsta riba svakim potezom, posebno u Mediteranskim vodama. Među njima, značajan dio ukupnog ulova čine vrste koje se odbacuju iz drugih razloga, ne samo komercijalnih. Trideset i pet posto svjetskog ulova dolazi iz ribarstva, a veliki dio se rasipa ili gubi. S obzirom na to, sada je ključno razviti strateške odgovore na rastuću globalnu populaciju i iscrpljenost izvora hrane. Da bi se primijenio projekt MARIPET, namjera je pružiti upute o potencijalnoj uporabi napuštenih ribarskih proizvoda kao hrane za kućne ljubimce donošenjem na obalu.

1 Pojašnjenje pojmova odbačenog ribarskog ulova i ribljeg brašna

1.1 Odbačeni ribarski ulov

Riječ "odbacivanje" odnosi se specifično na čin vraćanja uhvaćenih vrsta životinja natrag u more umjesto zadržavanja istih. Financijska održivost ribarstva, kao i održivo iskorištavanje morskih bioloških resursa i ekosustava, sve su ozbiljnije pogođene odbacivanjem, što predstavlja značajan gubitak resursa. Procjenjuje se da se godišnje diljem svijeta odbaci između 7 i 10 milijuna tona ribarskog ulova. Ribari ga odbacuju iz različitih razloga, a količina koleba ovisno o području, vrstama i ribolovu. Ova neefikasna praksa se namjerava obustaviti putem zajedničke ribarstvene politike Europske unije. Od svog uvođenja 2015. godine, "obveza iskrcaja" je u potpunosti na snazi od siječnja 2019. Iako se ulovi koji se moraju "iskrcati" prema utvrđenim kriterijima ne mogu izravno koristiti kao hrana za ljude, mogu se koristiti kao sirovina u proizvodnji ribljeg brašna i hrani za kućne ljubimce kao proizvod s povećanom dodanom vrijednošću. Cilj je eliminirati odbacivanje poticanjem ribara na selektivniji lov i izbjegavanje nepoželjnih ulova [1]. Iako proizvodi koji se moraju "iskrcati" prema utvrđenim standardima nisu pogodni za izravnu konzumaciju ljudi, mogu se koristiti kao sirovine za proizvodnju visokokvalitetnog ribljeg brašna i hrane za kućne ljubimce. Ovaj modul pokriva pretvorbu takve ribe u riblje brašno i potencijalnu primjenu sirovine u sektoru hrane za kućne ljubimce.

1.2 Fish Meal

1. Riblje brašno je proteinski brašnasti materijal. Proizvodi se kuhanjem, prešanjem i sušenjem, a zatim mljevenjem cijele ribe ili nepoželjnih dijelova ribe kako bi se dobilo riblje brašno. Ono se proizvodi od malih, pelagičnih, oceanskih vrsta kao što su menhaden, haringe, inćuni i srdele. Male ribe se usitnjavaju u prah, a ulje i voda se istiskuju. Preostali čvrsti dijelovi se kuhaju i usitnjavaju u brašno. Voda se odvaja od preostale tekućine kako bi se dobilo riblje ulje kao nusproizvod proizvodnje ribljeg brašna [2].

Riblje brašno predstavlja glavni izvor proteina u hrani koja se koristi u akvakulturi, a istovremeno je i njezin ograničavajući čimbenik, konvencionalno se koristi i kao dodatak hrani za stoku. Kod karnivornih vrsta riba, budući je udio sirovih proteina između 65-72%, hrana za akvakulturu uglavnom ovisi o ribljem brašnu kao glavnom izvoru proteina iz više razloga; zbog izvrsnog sastava esencijalnih aminokiselina, visokog sadržaja proteina, bolje probavljivosti hranjivih tvari i odsutnosti antinutricionističkih faktora (ANF) [3]. Uključivanje ribljeg brašna kao glavnog izvora proteina u složeniju hranu za akvakulturu je

opasnost koja prijeti proizvođačima hrane zbog ovisnosti o njemu. Stoga stručnjaci traže alternativne sirovine koje mogu zamijeniti riblje brašno bez štetnih učinaka na karakteristike riba [4]. U međuvremenu, brašno od otpada ribe je lako dostupno, jeftinije je od ribljeg brašna, smatra se prikladnom i održivom zamjenom ribljeg brašna u komercijalnoj hrani za akvakulturu [5].

Riblje brašno se također proizvodi od prilova, odnosno neciljanih vrsta i otpada nastalog tijekom procesiranja ulova namijenjenog ljudskoj prehrani. Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda (FAO) procjenjuje da je 17,7 milijuna tona globalnog ulova namijenjeno proizvodnji ribljeg brašna [6]. Ova se količina naziva redukcijsko ribarstvo. According to The Marine Ingredients Organization (IFFO), the usual yields of fish meal from live fish are 22.5% and 4.8%, respectively. Prema The Marine Ingredient Organisation (IFFO), uobičajeni prinosi ribljeg brašna iz živih riba iznose 22,5% i 4,8%, redom. Ribolovna smanjenja od 17,7 milijuna tona u 2018. godini rezultirala su smanjenjem procijenjuje se 3,98 milijuna tona ribljeg brašna. Otprilike 5,2 milijuna tona ribljeg brašna proizvedeno je 2018. godine [7]. To ukazuje da je oko 1,22 milijuna tona ribljeg brašna dobiveno iz neželjenog ulova, dijelova ribe i drugog otpada nastalog tijekom procesiranja.

Okvirno 97% svjetske proizvodnje ribljeg brašna se koristi u životinjskoj hrani, pri čemu hrana za akvakulturu zahtijeva najviše (69%), slijedi hrana za svinje (23%) i hrana za perad (5%). Više od polovice ribljeg brašna koje se koristi u akvakulturi je u hrani za losose i rakove [6].

Teško je procijeniti količinu divlje ribe ugrađenu u tonu hrane, jer dosta tipova hrane ne sadrži riblje brašno ili ulje, neke sadrže samo riblje brašno, neke samo riblje ulje, a neke oboje. Većina proizvođača hrane nije voljna otkrivati postotke ili izvore ribljeg brašna i ribljeg ulja korištenih u njihovim formulacijama. Izvor je bitan jer riblje ulje i brašno koji su dobiveni iz otpada prilikom obrade ribe većina autora ne smatra doprinosom korištenju divljih populacija. Postotci ribljeg brašna i ribljeg ulja dobivenih iz otpada prilikom obrade ribe mogu se oduzeti od ukupnih postotaka. Riblje brašno i riblje ulje su koprodukti dobiveni iz divljih riba, a omjer ribljeg brašna prema ribljem ulju u formulaciji određuje može li se svo riblje ulje smatrati povezanim s ribljim brašnom. Ako omjer iznosi ili premašuje 4.69 (omjer između postotka ribljeg brašna i postotka ribljeg ulja dobivenih iz divljih riba), svo riblje ulje se može smatrati koproduktom ribljeg brašna uključenog u hranu.

1.2.1 Koraci u proizvodnji ribljeg brašna

Lov: Većina riba koje se koriste za proizvodnju ribljeg brašna namijenjenog hrani za životinje su male, masne ribe koje brzo rastu i koje nisu veoma tražene za ljudsku konzumaciju. Za njihovo lov koriste se ribarske mreže s veličinama oka koje propisuje vlada. Vladine kontrole određuju vrijeme i mjesto lova

kako bi se osiguralo da se kvote poštuju. Mnogi brodovi imaju tragače koji omogućuju satelitsko praćenje. To pomaže vladi da prati je li ribolov u tijeku unutar određenih zona i vremena. Brodovi se često pregledavaju prilikom iskrcaja. Prati se vrsta, veličina, lokacija i vrijeme ulova. Kako bi se riba očuvala svježom i hladnom te spriječilo oštećenje, obično se koristi rashlađena morska voda.

Obrada: Kada riba stigne u tvornicu, izmjeri se i uzmu se uzorci. Većina članova IFFO-a uzima uzorke u ovom trenutku kako bi provjerili svježinu ribe, koja se prati pomoću TVN (total volatile nitrogen); ribarima se može platiti na temelju težine ulova i njegove TVN (svježine) kako bi se potaknulo iskrcavanje visokokvalitetne sirovine. Riba se obično prvo kuha kako bi se koagulirao protein i omogućilo oslobađanje dijela ulja, pri temperaturu od 85°C do 90°C. Ovaj proces također ubija mikroorganizme (vidi dijagram). Čisti transporteri, spremnici i jame za pohranu, kratko vrijeme skladištenja i smanjene temperature minimiziraju mikroorganizme i kvarenje koje mogu uzrokovati. Niže temperature također smanjuju aktivnost enzima ribe (autoliza), još jedan oblik kvarenja. Kuhana riba zatim prolazi kroz prešu gdje se istiskuje tekućina, a čvrsti dijelovi idu prema sušilici (press-cake). Tekućina se prelijeva kako bi se uklonili dodatni čvrsti dijelovi. Zatim se centrifugira kako bi se izdvojilo ulje i odvojila vodenasta faza (stickwater), ona prolazi kroz evaporatore kako bi se smanjio volumen (koncentrirao). Ova koncentrirana tekućina (nazvana stickwater jer ima tendenciju da bude viskozna i ljepljiva) vraća se čvrstom dijelu (press-cake) koji ulazi u sušilicu. Tipična sušilica sadrži spirale kroz koje prolazi pregrijana para. Ove spirale podižu temperaturu na 90°C (kontrolira se protokom itd.) kako bi se osušila do otprilike 10% vlage nakon hlađenja. Sušilice niskih temperatura, poput indirektnih vrućeg zraka ili vakuumske sušilice, rade na nižim temperaturama. Riblje ulje se može dalje pročišćavati kako bi se uklonile čvrste nečistoće; koriste se posebni filtri gdje je to prikladno kako bi se uklonile neke masno topljive nečistoće. Naprednije rafiniranje koristi se za proizvodnju bistre i bezmirisne tekućine za farmaceutske/nutraceutičku upotrebu, npr. za kapsule.

Rukovanje: Riblje brašno ne sadrži ugljikohidrate. Pri suhoj tvari od 90%, ne podržava rast mikroorganizama. Međutim, može pokupiti mikroorganizme iz stranih materijala. Higijena tijekom cijelog procesa izuzetno je važna, a kontrolira se korištenjem detaljnih shema navedenih u nastavku. Tijekom rukovanja ribljim brašnom, čistoća je ključna kako bi se osiguralo da ne dođe do unakrsne kontaminacije. Riblje brašno se može pohraniti u vrećama od 25 kg, jedne tone ili u rasutom stanju u skladištima, čekajući prijevoz. Tvornice za proizvodnju ribljeg brašna moraju rukovati samo ribom - ne mogu obrađivati materijale niti jedne druge životinje. U mnogim zemljama, uključujući Europsku uniju i Japan, postavljene su izuzetno stroge kontrole kako bi se pratilo riblje brašno i osiguralo da je slobodno od materijala kopnenih životinja, u skladu s kontrolama drugih sirovina. Većina tvornica za proizvodnju ribljeg brašna ima implementirane sheme analize opasnosti i kritičnih kontrolnih točaka (HACCP) kako bi osigurala sigurnu proizvodnju i zajamčenu kvalitetu. To uključuje vanjske inspektore koji osiguravaju da su kritične kontrolne točke ispravno identificirane, a kontrole pažljivo praćene i zabilježene, npr. temperatura proizvoda, vlažnost, broj mikroorganizama, itd. Svako odstupanje izvan granica tolerancije istražuje se i brzo rješava uz potpunu dokumentaciju za buduću referencu.

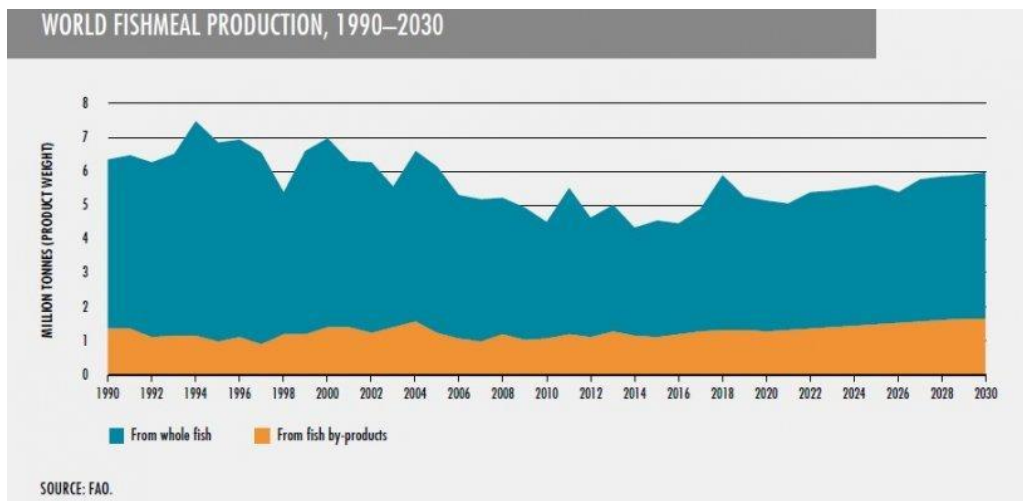
Proizvođači koji opskrbljuju tržišta unutar Europske unije potiču se da usvoje shemu osiguranja kvalitete Međunarodnog saveza za standardizaciju hrane (IFSA). Ova shema obuhvaća osiguranje kvalitete od sirovine kroz tvornicu, skladištenje, prijevoz do krajnjeg korisnika. Uključuje niz standarda poput nizozemskog GMP+ i britanskog Femas, a očekuje se da će postati glavna shema osiguranja kvalitete za sirovine diljem Europe i drugdje.

1.2.2 Sastav proizvoda

Budući da se riblje brašno proizvodi od ribe iz koje je uklonjena određena količina vode i ulja, njegov sastav odražava sastav sirove ribe. Proizvođači ribljeg brašna posvećeni su provođenju ovog procesa s minimalnim promjenama u nutritivnoj vrijednosti. Sirovina se brzo obrađuje i uglavnom hladi kako bi se spriječilo kvarenje.

Standardno riblje brašno često se naziva "fair average quality" (FAQ) kada je faza sušenja izravni vrući zrak, i idealno je za perad, preživače i omnivorne ribe. Za karnivorne ribe, rakove i prasad, posebni proizvodi su prikladniji. Iako su skuplji zbog potrebe za još svježijom sirovinom i posebnim sušenjem, pokazali su se ekonomičnima za ove osjetljivije vrste.

Figure 1. Globalna projekcija proizvodnje ribljeg brašna do 2030 [6]



Standardno riblje brašno obično ima 64% do 67% sirovih proteina s do 12% masti. Posebni proizvodi obično imaju više proteina - od 68% do 72%. Također imaju niži sadržaj amina, što odražava svježiju sirovinu, npr. maksimalno 1000 ppm histamina. Za standardne/FAQ proizvode obično nisu potrebna ograničenja amina i stoga se uglavnom ne navode.

Za posebne proizvode ribljeg brašna provodi se nježnija obrada. Potrebne su posebne sušilice, obično indirektno vrući zrak ili vakuumsko sušenje. Poseban proizvod koji se suši na niskim temperaturama naziva se "low-temperature" (LT) ili Super Prime brašno. Ako posebne sušilice nisu dostupne, može se proizvesti poseban proizvod koji je nešto manje probavljiv - za dva ili tri jedinice manje, kako je određeno kod riba. Za provjeru nježnog sušenja, topivost pepsina je približan vodič. Za posebne

proizvode, trebala bi biti preko 92%. Probavljivost određena u ciljanoj životinji je pouzdanija metoda, ali skuplja. Trebala bi biti 89% ili više za LT/super prime proizvode. Za standardna brašna, topivost pepsina će obično biti preko 85%.

2 Korištenje odbačenog ribarskog ulova u obliku sirove hrane

Odbačena riba se može iskoristiti kao sirovina za izradu sirove hrane, ponekad nazvane "zdravlje iz mora", koja sve više dobiva široko priznanje u prehrani domaćih mačaka i pasa. Prije nego što koristimo ribu kao sastojak sirove hrane, trebali bismo prvo raspraviti o stanju prehrambene industrije koja opskrbljuje prehrambene potrebe kućnih ljubimaca diljem svijeta.

2.1 Globalni prikaz industrije hrane za kućne ljubimce

S pojavom pandemije COVID-19 2020. godine, uz rad od kuće i zatvaranjem ljudi u svoje domovine, primećena je značajna aktivnost širom sveta. Zadnjih godina je utvrđeno da najmanje 88 milijuna kućanstava širom svijeta ima barem jednog kućnog ljubimca, od kojih je 25% mačaka i 25% pasa. Količina hrane proizvedene za prehranu ovih životinja dostigla je 8,5 milijuna tona godišnje, što se procijenjuje na 102,6 milijarde dolara. U proračunima je utvrđeno da se sektor povećava za 2,6% godišnje [8].

2.2. Raznolikost vrsta hrane za kućne ljubimce

2.2.1. Suha i konzervirana hrana

Bilo bi korisno razmotriti prehrambenu industriju pod tri glavna naslova. Prvi od njih je sektor suhe hrane. Zahvaljujući današnjim tehnologijama za proizvodnju miješane hrane, hrana proizvedena metodom nazvanom ekstruzija pod određenom temperaturom i pritiskom skladišti se u željenoj veličini pakiranja i nudi na prodaju. Kada se promatraju proizvodni stupnjevi, opskrbljivanje sirovinama, mljevenje radi dovođenja sirovina na istu veličinu, miješanje koje osigurava homogenu distribuciju sirovina, dodavanje vitaminskih i mineralnih premiksa koji podržavaju ispunjavanje nutritivnih potreba životinje, kondicioniranje u kojem se dodaju vodena para i ulje, kuhanje u uređaju za oblikovanje hrane nazvanom ekstruder, sastoji se od stupnjeva koji omogućuju da hrana dođe do sobne temperature, i na kraju pakiranja da stigne do korisnika. Osnovni koraci proizvodnje prikazani su na slici 2.

Slika 2. Koraci u proizvodnji suhe hrane



Source: <https://www.feedpelletplants.com/pet-food-processing-technology.html>

Na drugom mjestu, moguće je spomenuti konzervirane proizvode, koji se također mogu definirati kao mokra hrana. U ovom tipu proizvoda može se reći da se hrana za životinje obrađuje toplinskom obradom i štiti različitim prehrambenim kemikalijama. Mokra hrana se proizvodi različitim postupkom nego suha hrana. Općenito, nusproizvodi mesa, povrće, žitarice, minerali i masti miješaju se s vodom i želirajućim sredstvima, a zatim melju u pire. Zatim se djelomično kuha u tunelu s parom kako bi se stvrdnula, a proizvodi se režu noževima na kocke. Na taj način proizvod izgleda kao pravi komad mesa i puni se umakom ili gelom te se stavlja u konzervu ili posudu, zatim se posuda zatvara i kuha u tlačnom loncu oko dva sata kako bi se osigurala sterilizacija. Zbog tih uvjeta obrade, vrlo je teško proizvesti potpuno nutritivno izbalansiranu mokru hranu, i obično je potrebno nadopuniti je dodatkom u dnevnoj prehrani.

Mačke i psi se prirodno hrane sirovom hranom. Mnogi dodatci koji nisu prisutni u prirodnoj prehrani ovih stvorenja, kao i potporni elementi poput tehnologije prerade hrane, koriste se u sastavima suhe i mokre hrane, čije su tehnologije proizvodnje navedene u prethodnim odjeljcima. S druge strane, u proizvodnji sirove hrane ne može se koristiti toplinska obrada, dodatci hrani ili probavni dodatci, a navodi se da hranjenje na ovaj način pozitivno utječe na zdravlje i životni vijek životinje. U sirovu hranu koja se proizvodi primjenom hladnog lanca i principa HACCP u skladu s prehrambenim potrebama mačaka i pasa uključeni su proizvodi životinjskog porijekla poput goveđeg mesa i masti, jetre od govedine, dušnika od govedine, slezene teleta, piletine, tripice, inćuni, vimena goveda i jaja. Također su dostupni proizvodi od povrća i voća, poput maslinovog ulja, riže, jabučnog octa, cikle, brokule, mrkve, tikvica, tikve, zelenih jabuka i špinata, te potpuno prirodni proizvodi poput cimeta, kurkume i kima. U procesima poput miješanja i pakiranja ovih proizvoda, ne smije se narušiti hladni lanac, a zahtijeva se hladni lanac i kako bi proizvodi bili dostavljeni krajnjem potrošaču; potrošači bi trebali čuvati ove proizvode u zamrzivaču na -18°C.

Strukturne razlike između suhe hrane i sirove hrane prikazane su u tablici 1. Najvažnije razlike između hranjenja sirovom hranom i hranjenja suvom i mokrom hranom su sljedeće:

- Zdravlje životinja se maksimizira kada vlasnici kućnih ljubimaca pređu na sirovu hranu;
- Poremećaji povezani s unutarnjim bolestima, posebno otkazivanjem organa, uglavnom se eliminiraju;
- Prosječni životni vijek životinja povećava se.

Razmatrajući ove razlike, može se pretpostaviti da će svaki vlasnik kućnog ljubimca željeti hraniti svoje ljubimce sirovom hranom. Unatoč tim pozitivnim čimbenicima, prikladno je spomenuti teškoće u proizvodnji i konzumaciji sirove hrane.

Opća opskrba sirovinama: Sirovine od odbačenih riba i kopnenih životinja (goveđa jetra, vimena goveda, slezena i neki proizvodi od iznutrica) koje se koriste u sirovoj hrani često nisu dostupne svaki dan u godini i u istoj količini.

Transport sirovina: Navedeni proizvodi su podložni brzom mikrobiološkom i bakteriološkom kvarenju. Oni se moraju transportirati koristeći hladni lanac bez iznimke.

Skladištenje sirovina: Potrebne su hladne atmosfere na temperaturama od +4°C, 0°C, -18°C i -40°C dok se ne upotrebljavaju u proizvodnji.

Dostava proizvoda krajnjem potrošaču - vlasniku ljubimca: Mora se transportirati hladnim lancem u roku od najviše 24 sata, smrjavajući se na -40°C.

Uvjeti čuvanja vlasnika ljubimca: Zamrzivač za skladištenje na -18°C, hladnjak za 0°C ili +4°C.

Odležavanje i upotreba sirove hrane: Trebalo bi izvaditi iz -18°C i odlediti na +4°C u roku od 36 sati. Nakon odležavanja, proizvod se ne može ponovno smrjavati. Dnevna stopa upotrebe iznosi 2-3% prosječne žive mase životinje.

Tablica 1. Osnovne sličnosti i razlike između sirove i suhe hrane

Kriteriji	Sirova hrana	Suha hrana
Tehnologija proizvodnje	Sirovina, mljevenje i miješanje	Ekstruzija
Gubitak hranjivih tvari zbog toplinske obrade tijekom proizvodnje	-	+
Sadržaj žitarica	-	+
Dostupnost energije, proteina i masti	Maksimalna razina	Srednja razina
Probavljivost hrane	Maksimalna razina	Srednja razina
Povećanje mišićne mase	Visoko	Nisko
Prisutnost aditiva u sadržaju	-	+
Zdravlje unutarnjih organa	Visoko	Nisko
Dnevna količina izmeta	1	2 - 4
Mogućnost pojave alergijskih problema	-	+
Količina mlijeka i proteina kod odraslih jedinki	Visoka	Srednja
Sadržaj proteina (%)	35 - 45	25 - 28
Razina omega 3 i 6	Visoka	Niska
Linjanje i miris	Vrlo malo	Visoko
Uvjeti čuvanja	Zamrzivač-hladnjak	Hladno, suho i bez vlage

Literatura

1. European Commission, https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/fisheries/rules/discarding-fisheries_en).
2. Saleh, N.E., Wassef, E.A., Abdel-Mohsen, H.H. 2022. Sustainable Fish and Seafood Production and Processing. Academic Press, pp: 259-291. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824296-4.00002-5>.
3. Masagounder, K., Ramos, S., Reimann, I., Channarayapatna, G. 2016. Optimizing nutritional quality of aquafeeds in Aquafeed Formulation, pp: 239-264.
4. Daniel, N., 2018. A review on replacing fish meal in aqua feeds using plant protein sources. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies 2018; 6(2): 164-179.
5. Baeza-Ariño, R., Martínez-Llorens, S., Nogales-Mérida, S., Jover-Cerda, M., Tomás-Vidal, A. 2016. Study of liver and gut alterations in sea bream, *Sparus aurata* L., fed a mixture of vegetable protein concentrates. Aquac. Res., 47 (2016), pp. 460-471, 10.1111/are.12507.
6. FAO. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
7. IFFO (The Marine Ingredients Organization). 2017. Fish Meal Production. <https://www.izzo.com/production> (Access: May 2023).
8. Chaudhary, T., 2022. Pet Food Market Research. www.marketresearchfuture.com (Access: June 2023).