

Balık Üretiminde Yem Veriminin Artırılması ve Rakamsal Olarak İfade Edilmesi

Murat Yiğit¹, Ümüt Yiğit²

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Çanakkale, Türkiye
² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Sinop, Türkiye

Abstract: *Increasing feed efficiency in cultured fish and evaluation of artificial diets.* In the present text, some calculations for evaluation of artificial diets in order to increase feed efficiency have been reviewed. As feed expenses up to 60 % are usual in fish culture, maximum gain with a minimum feed cost will lead a big step towards a better progress in aquaculture development. Success in fish culture is related with nutritional criterion. Due, formulation of species specific diets increasing weight gain and minimizing nitrogenous excretion as well as uneaten feed, is the main goal in fish nutrition. The decrease of nitrogenous end products to a minimum level is important since higher nitrogen excretion means higher protein catabolism in fish. Since protein ingredients are the most expensive components of artificial diets, evaluation of diets as well as determining protein retention and efficiencies is highly essential.

Key Words: Feed conversion rate, protein efficiency, apparent net protein retention, artificial diets, optimum protein to energy ratio.

Özet: Bu derlemede, yem verimliliğinin artırılması ve optimum yemlerin elde edilebilmesi için kullanılan bazı hesaplama yöntemleri özetlenmiştir. Balık yetiştiriciliğinde üretim giderlerinin %60'ına varan kısmını yem masraflarının oluşturduğu düşünülürse, minimum masrafla maksimum ürün almak, balık üretimini şüphesiz olumlu yönde etkileyecektir. Üretimde başarı veya başarısızlık yem kriterleri ile doğrudan orantılıdır, dolayısıyla balık yetiştiriciliğinde maksimum düzeyde ağırlık artışı sağlamak ve dışkı materyali, amonyak-nitrojen, üre-nitrojen veya yenmemiş yemden oluşan atım ürünlerini minimize etmek amacıyla, balık türüne uygun ve kaliteli rasyonların hazırlanması balık beslemenin esas amacını oluşturmaktadır. Balık tarafından boşaltılan azotun yüksek olması daha fazla protein parçalanması anlamına gelmesi nedeniyle, nitrojenli atım ürünlerinin minimuma indirilmesi önemlidir. Rasyonun en pahalı kısmını proteinlerin oluşturduğu düşünülürse, yemin balık tarafından ne kadar değerlendirildiği ve proteinlerin balık vücudunda hangi oranda tutulduğu veya atıldığıın belirlenmesi son derece önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yem değerlendirme sayısı, protein değerlendirme oranı, net protein verimliliği, yapay yemler, optimum protein-enerji oranı.

Giriş

Her türlü su ürünleri üretiminde en önemli kriterlerin başında gelen yem masrafları, yem fiyatlarının arttığı özellikle bu günlerde birçok üreticiyi zor durumda bırakmaktadır. Günümüzdeki ekonomik güçlüklerin aşılması için her yolu deneyen balık üreticileri artık yemi hazır almak yerine kendileri üretme yolunu tercih etmektedirler. Yavru balık üretiminde

çoğu zaman uygun yavru yemlerin bulunamaması nedeniyle, üretim maliyeti yüksek olan canlı yemlere (fitoplankton ve zooplankton) gereksinim duyulmaktadır. Genellikle piyasadaki yemler en fazla üretimi yapılan balık türlerine yönelik üretilmekte, ancak bu yemler çoğu zaman diğer türler için de kullanılmaktadır. Halbuki bir tür için üretilmiş yemler bir başka tür için optimumun çok altında olabilir. Dünyadaki gelişmeler Türkiye'de

çok hızlı bir şekilde takip edilmekle birlikte ve talebe uygun yemlerin piyasada rahatlıkla bulunmasına karşın, bazı üreticilerin bu noktaya fazla dikkat etmedikleri görülmektedir. Optimumun altında olan büyütme ve fingerling yemleri balıkta daha az ağırlık artışı ve daha fazla atım ürünü oluşturacaktır. Hem üretim maliyetinin yükselmesi hem de ortamın kirlenmesi bakımından dikkat çekici olan bu atım ürünleri dışkı materyali, amonyak-nitrojen, üre-nitrojen veya yenmemiş yem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, optimumun altında olan yemler maddi yönden zararlı olduğu kadar çevresel yönden de zararlı etkilere yol açmaktadır. Bu bağlamda, balıklarda ağırlık artışını maksimuma çıkarırken atım ürünlerinin minimize edilmesine yönelik yemlerin hazırlanması esas amaç olmalıdır.

Balıklarda metabolizmanın başlıca son ürünleri su, karbondioksit, amonyak ve bunun yanı sıra az miktarda üre, kreatin, kreatinin ve ürik asit şeklinde sıralanabilir. Yağlar ve karbohidratlar metabolizasyon ile doğrudan su ve karbondioksite ayrıştırılır. Proteinler, peptidler ve aminoasitler deamine edilerek amonyağa dönüşürken, karbon halkaları oksidasyon ile karbondioksite ve suya dönüştürülür. Nükleikasitler (DNA ve RNA) başlıca kreatin ve kreatinine dönüştürülür (Wedemeyer, 1996).

Ticari yemlerle beslenen alabalıklar, tüketilen her 1 kg yeme karşılık 25-35 g amonyak üretir. Dolayısıyla, balık havuzlarında total amonyağın bir kaç saat içerisinde 10 mg/L veya daha fazla orana ulaşabildiği bildirilmektedir (Wedemeyer, 1996).

Yemdeki protein-enerji dengesine bağlı olarak, Japon pisi balıklarında (*Paralichthys olivaceus*) yemle birlikte tüketilen azotun, %2.60-4.25'inin 5 saat içerisinde boşaltıldığı bildirilmektedir (Yiğit ve diğ., 2004). Bu orana göre pisi balıkları, tüketilen her 1 kg proteine

karşılık 26-43 g amonyak üretmektedir.

Kalkan balığında (*Psetta maxima*) ise, kullanılan protein kaynağına ve kalitesine bağlı olarak, nitrojen boşaltım miktarları 3.64 ve 4.48 mg-N/100 g balık/6saat arasında değişmiş ve su ortamına boşaltılan nitrojenin toplam nitrojen tüketimine oranı (NE/NI) %5.75 ile %7.52 arasında bildirilmiştir (Yiğit ve diğ., 2003). Bu orana göre iyi kalitede protein kaynağı içeren yemlerle beslenen kalkan balıkları, tüketilen her 1 kg proteine karşılık yaklaşık 57 g amonyak üretmektedir.

Yiğit ve diğ. (2002), rasyondaki yağ ve protein:enerji (P:E) oranlarını sırayla 12%-25 mg/kJ, 13%-24 mg/kJ, 17%-22 mg/kJ ve 26%-19 mg/kJ olan yemlerle beslenen alabalıklarda, total nitrojen boşaltım oranlarını sırayla 96.44, 90.58, 69.49 ve 70.19 mg/g olarak belirlemişlerdir. Alabalık rasyonlarında iyi kalitede yağ kaynaklarının kullanılması halinde, protein ve P:E oranının %47 ve 25 mg/kJ'dan %44 ve 19 mg/kJ'a indirgenebileceği ve bu durumun balığın büyüme performansına hiç bir olumsuz etki etmeyeceği gibi, total nitrojen boşaltımını da yaklaşık %27 oranında azaltabileceği bildirilmiştir (Yiğit ve diğ. 2002).

Larval yemlerin hazırlanması daha hassas çalışmaları gerektirmektedir. Özellikle deniz balıkları üretiminde, larval dönemin ilk aşamalarında canlı yem ile besleme kaçınılmaz bir zorunluluktur. Yapay üretim sistemlerinde yumurtadan çıkarılan larvalar balık yoğunluğu yüksek olan ve su kalitesi son derece kontrol altında tutulan su ortamında ilk besin olarak rotifer almakta, bunu takiben de artemia ve daha sonra mikrogranül yemler ile beslenmektedir. Yapay ortamlarda ölüm oranları başlıca ilk beslemede karşılaşılan sorunlar ve hastalık nedeniyle %50 üzerinde görülebilmektedir (Rice ve diğ., 1994). Larvalar için yüksek kaliteli yapay yemlerin hazırlanması su kalitesini

iyileştirebileceği ve dolayısıyla hastalıkların da önüne geçebileceği gibi, canlı yemlerin yüksek orandaki maliyetini de azaltabilecektir.

Yem Kalitesinin Rakamsal İfadesi

İyi kalitede fingerling ve yetişkin balık karma yemleri kolaylıkla piyasadan temin edilebilmektedir. Kontrol yemleri hazırlanarak balıklarda büyüme performansı basit yemleme denemeleri ile tayin edilebilir. Tüketilen yemin ne ölçüde değerlendirildiği yem değerlendirme sayısı (YDS), protein değerlendirme oranı (PDO) veya net protein verimliliği (NPV) verileri ile kolaylıkla hesaplanabilir. Üretici için en basit yem verimliliği ölçme yöntemi, uluslararası ifadeyle “feed conversion rate, FCR” olarak ifade edilen yem değerlendirme sayısının (YDS) belirlenmesidir. YDS şu formül yardımıyla hesaplanabilir;

$$YDS = \text{yem tüketimi (g)} / \text{ağırlık artışı (g)}$$

Yine uluslararası ifadeyle “feed conversion efficiency, FCE” olarak bilinen yem değerlendirme randımanı (YDR) da;

$$YDR = \text{ağırlık artışı (g)} / \text{yem tüketimi (g)}$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Bu durumda;

$$YDR = 1/FCR; YDR \times YDS = 1$$

bulunur ki buradan hareketle, “feed efficiency, FE” olarak bilinen ve yem değerlendirme randımanının yüzde olarak ifadelendirilmesi diyebileceğimiz, yüzde yem değerliliği (YD) ise;

$$YD = 100 \times (1/YDS)$$

formülü ile elde edilir (Koshio ve diğ., 1993; Aral ve diğ., 1999; Yiğit ve Aral, 1999; Anguas-Velez ve diğ., 2000;

Gaylord ve Gatlin, 2000; Li ve diğ., 2000; Yiğit ve diğ., 2002, 2004).

Genellikle YDS hesaplamalarında pratik olması bakımından yaş yem üzerinden hesaplama yapılmaktadır. Her ne kadar yemin nem içeriği büyümeyi etkilemiyorsa da, YDS değeri üzerinde etki etmektedir. Dolayısıyla farklı yemlerin sağlıklı bir şekilde karşılaştırılabilmesi için bu nokta göz önünde tutularak YDS değerinin kuru ağırlık üzerinden hesaplanması daha doğru olacaktır.

Rasyon hazırlanırken, en pahalı yem maddelerini yüksek protein içeren yem maddeleri oluşturmaktadır. Bu nedenle, rasyona gereğinden fazla katılan protein, hem maliyeti artıracak hem de enerji metabolizması için proteinlerin parçalanması sonucu ortaya çıkan fazla oranda azotlu atım ürünleri ortamın su kalitesini bozarak balık üzerinde olumsuz etki yapacaktır. Bu nedenle yemlerde optimum protein düzeyini belirlemek için protein dönüşüm oranının (PDO) hesaplanması gerekmektedir. Uluslararası ifadeyle “protein efficiency ratio, PER” olarak bilinen protein verimliliği şu şekilde hesaplanabilmektedir;

$$PDO = \text{ağırlık artışı (g)} / \text{protein tüketimi (g)}$$

Burada,

$$\text{Protein tüketimi} = \text{tüketilen yem (g)} \times \text{yemdeki ham protein miktarı (g)}$$

Aşağıda PDO ile ilgili verilen örnekte kullanılan rakamlar ve değerler, Yiğit ve diğ. (2002)’ye göre verilmiştir.

Örneğin, ortalama ağırlıkları 181 g olan 50 adet alabalığın farklı protein ve enerji oranlarına sahip yemlerle 70 gün süreyle beslendiğini düşünelim. Yaklaşık %46 protein ve %13 yağ (P:E= 24mg protein/kJ) içeren yemle beslenen balıkların ortalama olarak 355 g ağırlığa ulaştığını düşünelim. Günlük yem tüketimi ise, 4.10 g/balık olarak belirlenmiş olsun.

Yetmiş günlük üretim döneminde PDO değeri:

$$\text{PDO} = (355 \text{ g} - 181 \text{ g}) / (4.10 \text{ g} \times 0.46 \times 70 \text{ gün}) = 1.31 \text{ şeklinde elde edilir.}$$

Aynı işletmede yemdeki protein oranı %46'dan %44'e düşürülüp, yağ içeriği %13'ten %17'ye yükseltilmiş olsun. Dolayısıyla balıklara P:E oranı 24 mg protein/kJ yerine 22 mg protein/kJ olan yemler verildiğinde, balıkların günlük olarak 4.10 g/balık yerine 4.34 g/balık yem tüketmiş olsun. 70 günlük periyot sonunda balıkların daha fazla ağırlık artışı sağlayarak 392 g ağırlığa ulaştığını düşünelim. Bu durumda PDO değeri:

$$\text{PDO} = (392 \text{ g} - 181 \text{ g}) / (4.34 \text{ g} \times 0.44 \times 70 \text{ gün}) = 1.57 \text{ olarak elde edilecektir.}$$

Yemin iyi kalitede olduğunu söyleyebilmek için, YDS'nin nispeten düşük değerde olması tercih edilirken, PDO değerlerinin ise yüksek olması tercih edilmektedir. Yemdeki protein oranı gerekli düzeyin altında veya gerekenden fazla ise, her iki durumda da PDO değeri düşük çıkar. Balık yemlerinde optimum protein ve enerji düzeyi, bir başka ifade ile P:E oranı türlere göre değişir ve PDO değeri maksimuma ulaştığında, sözkonusu balık türü için optimum P:E protein oranı elde edilmiş olur.

Yemde PDO değerinin yüksek olması, yemdeki sindirilebilir enerjinin (SE) muhtemel olarak yeterli olduğunu göstermektedir (Watanabe ve diğ., 1987 a,b).

Yemle birlikte tüketilen proteinin verimlilik derecesi, bir başka ifade ile tüketilen proteinden ne kadarının balık vücudunda tutulduğu ise, yüzde net protein verimliliği (NPV) (uluslararası ifadesiyle; net protein utilization-NPU veya apparent net protein retention-ANPR) ile belirlenebilmektedir ve; NPV,

%= (balıktaki g protein kazancı/g protein tüketimi, kuru)x100. Burada,

Balıktaki g protein kazancı= [(deneme sonu canlı ağırlık (g) x deneme sonu balıkta protein oranı %, yaş örnekte)–(deneme başı canlı ağırlık (g) x deneme başı balıkta protein oranı %, yaş örnekte)] formülü ile elde edilebilmektedir.

Balıktaki gram protein kazancını hesaplayabilmek için de, üretim başı ve sonunda balık vücudundaki protein oranı kuru ağırlık cinsinden bilinmelidir. Aradaki fark balıktaki protein kazancını yani balık vücudunda tutulan protein miktarını verecektir (Watanabe ve diğ., 1987a; Watanabe ve diğ., 1987b; Koshio ve diğ., 1993; Alam ve diğ., 2001; Watanabe ve diğ., 2001; Yiğit ve diğ., 2002).

Aşağıda NPV ile ilgili verilen örnekte kullanılan rakamlar ve değerler Yiğit ve diğ., (2002)'ye göre verilmiştir.

Örneğin; yukarıda bahsedilen işletmede, %46 protein ve %13 yağ (P:E=24mg protein/kJ) içeren yemle beslenen alabalıkların, başlangıçta balık vücudundaki protein oranının %19.2 (kuru örnekte %75) ve 70 günlük dönem sonunda %19.6 (kuru örnekte %74) olduğunu düşünelim. Balık etinde su oranını ise başlangıçta 74.5 ve deneme sonunda %73.5 olarak ele alalım. Bu durumda NPV;

$$\text{NPV, \%} = [((355 \times 19.6) - (181 \times 19.2)) / (4.10 \times 70 \times 0.46)] = \%26.4 \text{ olarak hesaplanacaktır.}$$

Aynı işletmede yemdeki protein oranı yine %46'dan %44'e düşürülüp, yağ içeriği de %13'ten %17'ye yükseltildiğinde, yani balıklara P:E oranı 24 mg/kJ yerine 22 mg protein/kJ olan yemler verildiğinde, 70 günlük dönem sonunda balık vücudundaki protein oranını %19.8 (kuru örnekte %73) ve su oranını ise %72.8 olarak ele alalım.

Günlük olarak 4.10 g/balık yerine yine 4.34 g/balık yem tüketilen 70 günlük periyot sonunda balıkların daha fazla ağırlık artışı sağlayarak 392 g ağırlığa ulaştığını düşünelim. Bu durumda NPV;

$$\text{NPV, \%} = \frac{[(392 \times 19.8) - (181 \times 19.2)]}{(4.34 \times 70 \times 0.44)} = \% 32.0 \text{ olarak hesaplanacaktır.}$$

Yukarıda verilen örnekte, alabalık yemlerinde iyi kalitede yağ kaynağı kullanmak koşuluyla yağ oranlarını %13'ten %17'ye çıkararak yemdeki protein miktarının %46'dan %44'e indirilebileceği bildirilmiştir. Bu durum da, yüksek NPV değerine dayanarak, yemdeki yağ katkısının protein tasarruf ettirici etkisiyle açıklanmıştır (Yiğit ve diğ., 2002). Aynı araştırmacılar çalışmalarında yağ katkısını daha da yüksek düzeye çıkararak (%26, P:E= 19mg protein/kJ), protein oranını daha aşağı (%43) çekmeye çalıştıklarında ise, NPV'nin düştüğünü (%28.9) kaydetmişlerdir. Buradan hareketle, yukarıda verilen örnekte, optimum P:E oranının gökkuşağı alabalığı için 22 mg protein/kJ olduğu görülmektedir.

Eğer yem kaybı, dolayısıyla protein kaybının eşit oranda olması durumunda, karşılaştırılan iki farklı yemden NPV değeri düşük olan yemdeki protein kalitesinin, diğerine oranla daha düşük olduğu sonucu çıkarılabilir (Watanabe ve diğ., 1987a).

Sonuç

Balık yetiştiriciliğinde başarı veya başarısızlığın yem kriterleri ile doğrudan orantılı olması nedeniyle balık yetiştiriciliğinde maksimum düzeyde ağırlık artışı sağlamak ve başta protein olmak üzere, yemdeki besin kaynaklarından en iyi düzeyde yararlanmak için, balık türüne uygun kaliteli yemlerin hazırlanması büyük önem taşımaktadır. Balık vücudunda tutulan proteinin maksimum düzeyde ve atılan nitrojenin ise minimum düzeyde olması, kaliteli bir

yemde aranılan özelliklerin başında gelmektedir.

Yem masraflarından kaynaklanan ağır bir yük altında bulunan işletmelerde, kullanılan yemin hangi ölçüde değerlendirildiğinin belirlenmesi, masrafların minimuma indirilmesi bakımından önem teşkil etmektedir.

Yemleme sırasında deneyimli elemanların kullanılması ile yemleme tekniğinin yanlışlığından doğabilecek yem kayıplarını önlemek mümkündür, ancak gözle görülmeyen kayıplar zamanla işletme masraflarını büyük ölçüde etkileyen gizli faktörlerdir.

Protein-enerji oranları optimum düzeyin altında olan yemler, balıkta daha az ağırlık artışı ve daha fazla atım ürünü oluşturacaktır. Bu durumun, sadece balıkta ağırlık kaybına, dolayısıyla üretim maliyetinin artmasına yol açmayacağı, aynı zamanda dışkı materyali, amonyak-nitrojen, üre-nitrojen veya yenmemiş yem olarak karşımıza çıkabilen atıkların, uzun vadede ekolojik kirlenmeye de yol açabileceği düşünülürse, optimum yemlerin aynı zamanda çevre dostu yemler olduğu da söylenebilir.

Sonuç olarak, başarılı bir üretim için kaliteli yem kaçınılmaz bir gereksinimdir. Bu çalışmada özetlenen bazı hesaplama yöntemleri kullanılarak, yapay yemlerde kalite ve verimlilik tespiti kolaylıkla yapılabilmektedir. Farklı yem kaynakları kullanılarak hazırlanan yemlerde verimlilik ve maliyet, balık üreticileri tarafından bizzat uygulanacak basit yemleme denemeleri ve hesaplama yöntemleri ile doğrudan belirlenerek, daha verimli ve az maliyetli yem elde edilmesi mümkün olacaktır.

Kaynakça

- Alam, M.S., S. Teshima, M. Ishikawa, and S. Koshio. 2001. Methionine requirement of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. J. World Aquacult. Soc., 31(4): 618-626.

- Anguas-Velez, B.H., R. Civera-Cerecedo, M. Cadena-Roa, J. Guillaume, and S.F. Martinez-Diaz. 2000. Studies on the nutrition of spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus*: Effect of the dietary protein level on growth and protein utilization in juveniles fed semipurified diets. J. World Aquacult. Soc., 31(4): 580-591.
- Aral, O., C. Ağırağaç, and M. Yiğit. 1999. A research on the use of mediterranean mussel in feed for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) (in turkish). Tr.J.of Veterinary and Animal Sci., 23: 23-27.
- Gaylord, T.G., and D.M. Gatlin III. 2000. Assessment of compensatory growth in channel catfish *Ictalurus punctatus* R. and associated changes in body condition indices. J. World Aquacult. Soc., 31(3): 326-336.
- Koshio, S., S. Teshima, A. Kanazawa, and T. Watase. 1993. The effects of dietary protein content on growth, digestion efficiency and nitrogen excretion of juvenile kuruma prawns, *Penaeus japonicus*. Aquaculture, 113: 101-114.
- Li, M.H., B.G. Bosworth, and E.H. Robinson. 2000. Effects of dietary protein concentration on growth and processing yield of channel catfish *Ictalurus punctatus*. J. World Aquacult. Soc., 31(4): 592-598.
- Rice, M.A., D.A. Bengston, and C. Jaworski. 1994. Evaluation of artificial diets for cultured fish. Northeastern Regional Aquaculture Center (NRAC) Fact Sheet No. 222: 1-4.
- Watanabe, T., T. Takeuchi, S. Satoh, T. Ida, and M. Yaguchi. 1987a. Development of low protein-high energy diets for practical carp culture with special reference to reduction of total nitrogen excretion. Nippon Suisan Gakkaishi, 53(8): 1413-1423.
- Watanabe, T., T. Takeuchi, S. Satoh, K.W. Wang, T. Ida, M. Yaguchi, M. Nakada, T. Amano, S. Yoshijima, and H. Aoe. 1987b. Development of practical carp diets for reduction of total nitrogen loading on water environment. Nippon Suisan Gakkaishi, 53(12): 2217-2225.
- Watanabe, W.O., S.C. Ellis, and J. Chaves. 2001. Effects of dietary lipid and energy to protein ratio on growth and feed utilization of juvenile mutton snapper *Lutjanus analis* fed isonitrogenous diets at two temperatures. J. World Aquacult. Soc., 32(1): 30-40.
- Wedemeyer, G.A. 1996. Physiology of Fish in Intensive Culture Systems. Chapman & Hall, International Thompson Publishing. p 41.
- Yiğit, M., and O. Aral. 1999. A comparison of the growth differences of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) in freshwater and seawater (the Black Sea) (in turkish). Tr. J. Veterinary and Animal Sci., 23: 53-59.
- Yigit, M., Ö. Yardim, and S. Koshio. 2002. The protein sparing effects of high lipid levels in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) with special reference to reduction of total nitrogen excretion. Israeli J. Aquacult.-Bamidgeh., 54(2): 79-88.
- Yigit, M., S. Koshio, O. Aral, B. Karaali, and S. Karayücel. 2003. Ammonia Nitrogen excretion rate-An index for evaluating protein quality of three feed fishes for the Black Sea Turbot. Israeli J. Aquacult.-Bamidgeh, 55(1): 69-76.
- Yigit, M., S. Koshio, S. Teshima, and M. Ishikawa. 2004. Dietary protein and energy requirements of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. J. Applied Sci., 4(3): 486-492.