

Total ve Besin Maddesi Sindirilme Oranlarının Su Ürünleri Yetiştiriciliğindeki Önemi

Murat Yiğit¹, Serap Ustaoglu²

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

Abstract: *The importance of total and nutrient digestibility in aquaculture.* Feed expenses are among the most important factors affecting aquaculture. When formulating a cost-effective diet, the cost of the ingredients as well as their digestibility efficiencies to meet the nutrient requirements in fish species, should be considered. In the present text, the methods for determination of total and nutrient digestibilities, which are important criteria in aquaculture studies, were briefly reviewed.

Key Words: Fish, feed, digestion, total digestibility, nutrient digestibility.

Özet: Balık üretimini sınırlayan en önemli faktörlerin başında yem masrafları gelmektedir. Rasyon hazırlanırken, balık türüne göre besin maddesi gereksinimini karşılayabilmek için kullanılacak yem hammaddelerinin belirlenmesinde, hem maliyet hem de sindirilme oranları göz önünde bulundurulmalıdır. Bu çalışmada, akuakültürde, total ve besin madde sindirilme oranlarının önemi ve bu oranları belirleme yöntemleri, bazı güncel literatürler ışığında özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Balık, yem, sindirim, total sindirilme oranı, besin maddesi sindirilme oranı

Giriş

Türkiye’de su ürünleri üretiminde son yıllardaki atılımlara rağmen henüz istenilen düzeye ulaşılmış değildir. Üretimi sınırlayan önemli faktörlerin başında yem masrafları gelmektedir. Yüksek maliyetlerle hazırlanan yemlerde, sadece balığın besin maddesi gereksiniminin göz önünde tutulması yeterli değildir. Bunun yanında yem yapımında kullanılan yem hammaddelerinin işlenme şekline bağlı olarak kalitesi ve balık tarafından sindirilme oranları da önemli rol oynamaktadır.

Balık yemlerinde maliyeti etkileyen en önemli yem hammaddesi protein olup başlıca protein kaynağı ise balık unudur. Balık unu fiyatlarının dünya çapında gittikçe yükselmesi ve balık ununun

pahalı bir yem hammaddesi haline gelmesi, yem üreticilerini balık unu yerine gittikçe artan oranlarda bitkisel protein kaynaklarını kullanmaya yönlendirmektedir. Ancak bu ayarlama yem maliyetini düşürürken zaman zaman balıkta büyümeyi ve yem değerlendirmeyi olumsuz yönde etkilemektedir (Opstvedt ve diğ., 2003). Bu noktada yemdeki protein ve enerji dengesinin önemi ortaya çıkmaktadır.

Yem yapımında çeşitli yem hammaddelerinin kullanımı ile balık türüne uygun optimum protein ve enerji dengesini oluşturmak mümkündür. Ancak, bir yemin protein-enerji dengesinin optimum olarak ayarlanması, bu yemin balık tarafından yüksek oranda değerlendirileceği anlamına gelmemektedir. Rasyona katılan yem hammaddelerinin iyi kalitede olması,

dolayısıyla sindirilebilirliğinin yüksek olması, protein ve enerji verimliliğinin artmasına yol açacaktır. Bu nedenle, balığın ihtiyacını karşılayacak iyi kalitede yem hazırlayabilmek için yem hammaddelerinin sindirilme oranlarının belirlenmesi, başarılı üretim için büyük önem taşımaktadır (Cho ve Kaushik 1990).

Bu makalede, bir taraftan dünyada balık besleme çalışmalarında yapılan değerlendirmelerde önemli kriterlerden olan total- ve besin maddesi sindirilme oranlarını belirleme yöntemleri literatürler ışığında özetlenirken, diğer taraftan total- ve besin maddesi sindirilme oranlarının yem kalitesini belirlemedeki rolü incelenmektedir.

Sindirilme Oranı (Sindirilebilirlik)

Total veya diğer bir deyişle kuru madde sindirilme oranı, yemin veya yem hammaddesinin tamamının sindirimini açıklarken, besin maddesi sindirilme oranı ise, yemdeki veya belirli bir yem hammaddesindeki protein, yağ, karbonhidrat gibi spesifik bir besin maddesinin sindirilme oranını ifade eder (De Silva ve Anderson, 1998).

Genel olarak balık unundaki proteinler %90'ın üzerinde sindirilebilirken, değişik bitkisel kaynaklardan sağlanan proteinlerin sindirilme oranları farklılıklar göstermektedir. Örneğin, hazırlanacak rasyonun kuru ağırlığın %30'u oranında protein içermesi isteniyorsa, bu protein oranını ayarlamak için birçok hayvansal protein kaynağı kullanılabilirdiği gibi, çeşitli bitkisel protein kaynakları da kullanılabilir. Farklı yem hammaddeleri ile hazırlanmış, %30 protein içeren yemlerde, protein kaynaklarına ve toplam kuru madde miktarına bağlı olarak farklı sindirilme oranları ile karşılaşılabılır. Buna bağlı olarak da, %30 oranında protein içeren ancak farklı yem hammaddeleriyle hazırlanmış yemlerle beslenen balıkların göstereceği

performans da farklı olabilecektir (De Silva ve Anderson 1998).

Sindirilme Oranının Belirlenmesi

Hayvan besleme ile ilgili çalışmalarda, besin maddelerinin kalitesini ve yemin randımanını belirlemek için, sindirilme oranlarının tespit edilmesi önemlidir. Karasal hayvanlarda besinlerin sindirilme oranlarını belirlemede kullanılan doğrudan ölçüm metodu (direkt metot), balıklardakinin aksine kolaylıkla uygulanabilmektedir. Bu yöntemde hayvanın aldığı yem ve çıkardığı dışkı miktarı tam olarak doğrudan ölçülebilmekte ve böylece total ve besin maddesi sindirilme oranları gerçek anlamda tespit edilebilmektedir. Sucul canlılarda ise, balık, yem ve dışkı aynı su ortamında bulunduğundan, besin maddelerinin sindirim sisteminden tahliye oranlarını tam olarak hesaplamak oldukça güçtür. Sindirim çalışmalarında dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, balık tarafından alınmayan yem partiküllerinin ortamdaki uzaklaştırılması ve dışkıdan kayba uğramadan su ortamından alınmasıdır (Hepher 1988, Cho ve Kaushik 1990, Allan ve diğ., 1999). Özetle, dışkısal ve diğer metabolik atıkların, su kitlesinde süspanse olması veya suda erimesi ihtimali nedeniyle, sucul canlılarda sindirim denemeleri, karasal hayvanlardakine oranla daha zordur.

Sucul canlılarda yem tüketiminin hesaplanması ve kantitatif olarak dışkı toplamadaki güçlükler nedeniyle, total veya besin maddesi sindirilme oranlarının tespitine ilişkin denemelerde genellikle yeme indikatör katılmakta ve bu yöntem dolaylı ölçüm metodu (indirekt metot) olarak adlandırılmaktadır. Besin maddelerinin indirekt yöntemle ölçülmesinin esası, "yemdeki indikatör / yemdeki besin maddesi" oranı ile "dışkıdaki besin maddesi / dışkıdaki indikatör" oranlarına dayanmaktadır. Bu yöntemin en büyük avantajı balık

tarafından alınan yemin ve atılan dışkının kantitatif olarak belirlenmesi zorunluluğunun olmamasıdır (Hepher 1988, Ishikawa ve diğ., 1996). İndikatör metodu ilk olarak 1917 yılında Edin tarafından kullanılmış olup bu metotla hayvanlarda sindirim denemelerinde büyük kolaylıklar sağlanmıştır (Nehring 1963).

Balıklarda yapılan sindirim denemelerinde, indirekt metodun kullanıldığı durumlarda dikkat edilmesi gereken bazı hususlar vardır. Bunlardan biri dışkı toplama yöntemidir. Possompes (1973), balık dışkısındaki maksimum besin maddesi kaybının, dışkı suya salındıktan sonraki ilk 10 dakikada gerçekleştiğini belirtmiştir. Choubert ve diğ., (1982), balık tarafından su ortamına salınan dışkı örneklerinin toplanması için, sindirim deneylerinde kullanılmak üzere, otomatik bir dışkı toplama cihazı geliştirmiş ve balık tarafından suya salınan dışkının suda dağılmasına meydan vermeden 6-15 saniye gibi bir sürede toplanabildiğini belirtmiştir. Alabalık, sazan, tilapia, levrek gibi balık türlerinde daha önce başarıyla kullanılmış olan bu dışkı toplama aleti, mersin balıklarında ilk defa Ustaoglu (2001) tarafından kullanılmış olup, başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Yiğit ve diğ., (2004) ise, Japon pisi balıklarında total ve besin maddesi sindirilme oranları üzerine yaptığı çalışmada, dışkı örneklerini dışkılamadan

hemen sonra sifonlama yoluyla toplanmış ve bu yolla da dışkıdan su ortamına madde kaybının önlenemediği bildirmiştir.

Balıklarda sindirim denemelerinde dikkat edilmesi gereken diğer bir husus ise indikatörün seçimidir. Kullanılacak indikatör deneme hayvanı için zararsız olmalı, sindirim sürecinin normal akışını etkilememeli, yemde eşit bir şekilde dağılım gösterecek yapıda olmalı ve sindirim sisteminden besin maddeleri ile aynı hızda geçmelidir (Püschner ve Simon 1982, Ishikawa ve diğ., 1996). Sindirim denemelerinde indirekt ölçüm metodunda indikatör olarak kromoksit (Cr_2O_3) (Nehring 1963, Oliva-Teles ve Gonçalves 2001, Yiğit ve diğ., 2004, Ustaoglu ve Rennert 2002, Lara-Flores ve diğ., 2003), ham selüloz, polietilen, asitte çözünmeyen kül (Tacon ve Rodrigues 1984), lignin, çeşitli radyoaktif izotoplar (^{144}Ce vb.) (Hepher 1988), Ytterbium oxid (Refstie ve diğ., 1998), Titanium oxid (Weatherup ve McCracken 1998), Yttrium oxid (Refstie ve Tiekstra 2003) kullanılmaktadır. Sindirim deneylerinde kullanılan en yaygın indikatörün Cr_2O_3 olduğu bildirilmektedir (Hepher 1988, Ishikawa ve diğ., 1996, De Silva ve Anderson 1998).

Sindirilme Oranının Hesaplanması

İndirekt metotla indikatör kullanılarak yapılan denemelerde sindirilme oranları aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanır:

$$TSO^1(\%) = 100 - \left\{ 100 \times \left(\frac{\text{yemde \% indikatör}}{\text{dışkıda \% indikatör}} \right) \right\} \quad (1)$$

$$BMSO^2(\%) = 100 - \left\{ 100 \times \left(\frac{\text{yemde \% indikatör}}{\text{dışkıda \% indikatör}} \right) \times \left(\frac{\text{dışkıda \% besin maddesi}}{\text{yemde \% besin maddesi}} \right) \right\} \quad (2)$$

¹Total sindirilme oranı, ²Besin maddesi sindirilme oranı (NRC 1993, De Silva ve Anderson 1998).

Sindirilme Oranının Önemi

Son yıllarda, su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan yemlerde, balık türlerine göre hem protein-enerji dengesinin sağlanması,

hem de alternatif protein kaynaklarının kullanımı bakımından yapılan çalışmalar ağırlık kazanmıştır. Her iki durumda da balığın besin maddesi ihtiyaçlarını ve

kullanımını tespit ederek, yem fiyatlarında belirleyici rol oynayan ve pahalı yem hammaddeleri olan protein kaynaklarından tasarruf etmenin yolları aranmaktadır. Söz konusu araştırmalarda bir yemin ya da yemde kullanılan hammaddelerin randımanının belirlenmesinde önemli kriterlerden olan total ve besin maddesi sindirilme oranları incelenmektedir. Bu araştırmalara, Refstie ve diğ., (2000)'in Atlantik salmon (*Salmo salar*) ve gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda, Refstie ve diğ., (2001)'in Atlantik salmon (*Salmo salar*)'da, Glencross ve diğ., (2003)'ün gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda, Opsvedt ve diğ., (2003)'ün Atlantik salmon (*Salmo salar*)'da, Borlongan ve diğ., (2003)'nin süt balığı (*Chanos chanos*)'nda, Yiğit ve diğ., (2004)'nin Japon pisi balığı (*Paralichthys olicaceus*)'nda ve Ustaoglu ve Rennert (2002)'nin çoka balığı (*Acipenser*

ruthenus)'nda yapmış oldukları araştırmalar örnek olarak verilebilir.

Yiğit ve diğ., (2004), protein kaynağı olarak sırasıyla balık unu ve lipid kaynağı olarak da kalamar karaciğer yağı içeren yemlerle beslenen Japon pisi balıklarında (*Paralichthys olicaceus*), protein, yağ, enerji ve total sindirilme oranlarını ölçmüştür. Araştırmacı, enerji değeri 20 kJ g⁻¹ yem ve protein oranları sırasıyla %41, 44, 47 ve %50 olan yemlerde, sindirilme oranlarının, proteinde %92, yağda %83-86 ve enerjide %81-90, total sindirilme oranının ise %63-72 arasında olduğunu bildirmiştir. Aynı araştırmada yemdeki enerji değeri 20 kJ g⁻¹'dan 19 kJ g⁻¹'a düşürüldüğünde, yine %41, 44, 47 ve %50 protein düzeylerine sahip yemlerin sindirilme oranlarının proteinde %89-91, yağda %60-73 ve enerjide %73-84 iken, total sindirilme oranının ise, %51-67 arasında olduğu görülmüştür (Tablo 1).

Tablo 1. Tek bir protein ve lipid kaynağı (istavrit unu ve kalamar karaciğer yağı) ile beslenen Japon pisi balıklarında yemlerin yağ, protein, enerji ve total sindirilme oranları

Yem P-E(%- kJg ⁻¹)	Sindirilme oranı (%)			
	Yağ	Protein	Enerji	Total
50 - 20	83.0 ± 3.87 ^a	92.0 ± 1.61 ^a	89.7 ± 2.31 ^b	72.2 ± 6.35 ^a
47 - 20	85.8 ± 6.36 ^a	92.1 ± 3.39 ^a	86.2 ± 7.55 ^b	69.2 ± 13.78 ^a
44 - 20	85.8 ± 0.51 ^a	92.3 ± 0.79 ^a	83.5 ± 0.66 ^{ab}	62.9 ± 1.33 ^{ab}
41 - 20	85.5 ± 0.78 ^a	92.4 ± 0.36 ^a	81.3 ± 0.36 ^{ab}	62.7 ± 2.01 ^{ab}
50 - 19	72.6 ± 7.80 ^{ab}	91.3 ± 0.84 ^a	84.3 ± 4.97 ^b	67.2 ± 9.34 ^{ab}
47 - 19	72.1 ± 8.32 ^{ab}	90.0 ± 1.35 ^a	80.4 ± 1.98 ^{ab}	57.7 ± 1.45 ^{ab}
44 - 19	67.9 ± 3.68 ^{ab}	89.0 ± 3.18 ^a	79.9 ± 2.76 ^{ab}	55.3 ± 5.12 ^{ab}
41 - 19	60.2 ± 18.56 ^b	89.4 ± 5.24 ^a	73.6 ± 6.40 ^a	51.0 ± 8.61 ^b

Tablo 1'de görüldüğü gibi, tek bir protein kaynağı kullanılması halinde, aynı enerji düzeyinde, fakat farklı protein oranlarındaki yemlerde yağ, protein, enerji veya total sindirilme oranları arasında istatistiki yönden açık farklılıklar görülmemektedir. Ancak, aynı protein oranında, fakat farklı enerji düzeylerindeki yemlerde ise, bazı minör farklılıklar görülebilmektedir. Böyle bir durumun, yem hammaddelerinden çok

yemdeki protein-enerji dengesine bağlı olarak, yağların protein tasarruf ettirici özelliğinden kaynaklandığı düşünülebilir (Yiğit ve diğ., 2002).

Japon pisi balıklarında elde edilen yüksek protein sindirilme oranları (%89.0-92.4) (Yiğit ve diğ., 2004), Kaushik ve diğ., (1989)'nin gökkuşuğu alabalığında yüksek kaliteli balık unu (Norseamink) kullandıkları denemelerinde elde ettikleri protein

sindirilme oranları (%89.7-92.5) ile uyum göstermektedir. Ancak, Anguas-Velez ve diğ., (2000)'nin benekli kum levreği (*Paralabrax maculatofasciatus*)'nde %45.3 proteinli olan ve ana protein kaynağı olarak kazein kullanılmış yemle elde ettikleri değerin (%96.7) biraz altındayken, Oliva-Teles ve Rodrigues (1991)'in gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) %44.5 protein kullandıkları denemede kaydettikleri değerden (%74.6) daha yüksek bulunmuştur. Pisi balıklarında yukarıda verilen örnekte yağların sindirilme oranı (%77.3-85.7), Gibson-Gaylord ve Gatlin (1996) ile Anguas-Velez ve diğ., (2000)'nin sırasıyla, insan gıdası olarak kullanılmayan balıklardan elde edilen balık unu ağırlıklı yem ile beslenen iskiye balığında (*Sciaenops ocellatus*) ve kazein ağırlıklı yem ile beslenen benekli kum levreğinde (*Paralabrax maculatofasciatus*) kaydettikleri oranların (sırasıyla %87.2 ve %89.3) biraz altında seyretmiştir. Sonuç olarak, çeşitli balık türlerinde yem hammaddelerinin sindirilme oranlarının farklı olduğu görülmektedir. Ayrıca, Oliva-Teles ve Rodrigues (1991) su sıcaklığının da yemde sindirilme oranlarına etki ettiğini ve 21.8°C'deki sindirilme oranlarının 14.9°C'dekine oranla istatistiki olarak daha yüksek olduğunu kaydetmişlerdir.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde son zamanlarda yoğunluk kazanan konulardan bir diğeri, balık unu yerine geçebilecek değerli protein kaynaklarının araştırılması ve kullanımınıdır. Son zamanlarda balık ununun hayvan beslenmesinde kullanımı salgın hastalıklar, ekolojik ve sosyo-ekonomik sebeplerden dolayı dünya çapında yoğun olarak tartışılmakta olup balık ununun tamamen yerine geçecek yeterli protein kaynakları araştırılmaktadır (Ustaoglu, 2001). Soya fasulyesi ürünlerinin çeşitli balıklar tarafından sindirilme oranları ve değerlendirilmesi konusundaki çalışmalar son yıllarda

artmıştır. Protein oranının yüksek olması ve amino asit kompozisyonu bakımından bitkisel protein kaynakları arasında en dengelisi olması, hayvan beslemede soya ürünlerine olan ilgiyi artırmaktadır. Örneğin, soya ürünlerinden soya protein izolesi %90 protein oranı ile hemen hemen saf bir protein kaynağıdır (Refstie ve diğ., 2000, Ustaoglu ve Rennert 2002).

Ustaoglu (2001), protein kaynağı olarak balık unu ve soya protein izolesinin değişik kombinasyonlarının, son yıllarda su ürünleri yetiştiriciliğinde önem kazanmaya başlayan mersin balıklarından çoka balığı (*Acipenser ruthenus*) yeminde kullanımını ve besin maddelerinin sindirimi, büyüme, yem değerlendirme ve vücut kompozisyonu üzerine etkilerini araştırmıştır. Söz konusu yemlerden ilkinde yemin toplam proteininin 1/3'i soya protein izolesinden, 2/3'si ise balık unundan karşılanarak balık unundan 1/3 oranında tasarruf amaçlanmış, ikinci yemde ise toplam proteinin %50'si soya protein izolesinden %50'si ise balık unundan karşılanarak balık unundan %50 tasarruf amaçlanmıştır. Yemlerin kimyasal kompozisyonu Tablo 2'de, protein kaynağı olarak balık unu ve soya protein izolesinin iki kombinasyonunun kullanıldığı yemlerde tespit edilen sindirilme oranları ise Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3'te de görüldüğü gibi, soya protein izolesinin yüksek oranda kullanıldığı yemde protein sindirilme oranı %84.9 ile diğeryemdekenden daha yüksek bulunmuştur. Bu, soya protein izolesinin protein kalitesinin oldukça yüksek olduğunu ve çoka balığı tarafından yüksek düzeyde sindirilebilirliğini göstermektedir. Benzer bir sonuç Ustaoglu ve Rennert (2002) tarafından, protein kaynağı olarak sadece soya protein izolesi içeren bir yemle beslenen çoka balığında da tespit edilmiştir. Bu çalışmada sadece soya protein izolesi kullanılan yemde protein

sindirilme oranı %93.6 olarak tespit edilirken, sadece balık unu kullanılan yemde protein sindirilme oranı ise %89.8 bulunmuştur. Aksnes ve Opstvedt (1998) de gökkuşağı alabalığı yeminde benzer bir soya ürünü olan soya protein konsantresinin kullanımı sonucunda yüksek bir protein sindirilme oranı (%91.2) tespit etmişlerdir.

Tablo 2. Yemlerin kimyasal kompozisyonu (kuru maddede %)

	1/3 SPİ* - 2/3 Balık unu	½ SPİ* - ½ Balık unu
Kuru madde	92.8	92.8
Ham protein	48.5	47.3
Ham yağ	15.3	15.4
NÖM**+Ham selüloz	24.7	26.8
Ham kül	11.5	10.5
Enerji (kJ ⁻¹)	21.9	22.0

* Soya protein izolesi; ** Nitrojensiz öz madde

Tablo 3. Protein kaynağı olarak balık unu ve soya protein izolesinin iki kombinasyonunun kullanıldığı yemlerde sindirilme oranları (%)

	1/3 SPİ* - 2/3 Balık unu	½ SPİ* - ½ Balık unu
Total	68.2 ± 0.80 ^a	69.8 ± 0.91 ^a
Ham protein	82.6 ± 0.35 ^b	84.9 ± 0.34 ^a
Ham yağ	95.8 ± 0.55 ^a	96.2 ± 0.34 ^a
NÖM+Ham selüloz	44.5 ± 1.03 ^a	45.5 ± 1.53 ^a
Enerji	78.7 ± 0.65 ^a	79.6 ± 0.72 ^a

^{a,b}Farklı harfler istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade etmektedir. *Soya protein izolesi

Sonuç

Total ve besin maddesi sindirilme oranları, yem hammaddelerinin randımanı ve karma yemlerin kalitesinin tespitinde kullanılan kriterlerdendir. Hayvanın besin maddesi ihtiyacının arttığı durumlarda, sindirim kanalının kapasitesi sınırlı olduğundan ihtiyacın karşılanabilmesi için genellikle, kullanılan yem miktarı değil yem hammaddelerinin kalitesi artırılmaktadır. Bir başka ifadeyle, aynı miktardaki yemde daha fazla sindirilebilir besin maddesi bulunmalı, yani kullanılan besin maddelerinin sindirilme oranları daha yüksek olmalıdır (Kirchgesner 1987). Bu durumda, ihtiyacı karşılamak için ya besin değeri bakımından daha üstün yem hammaddelerinin kullanımı gerekmektedir ya da kullanılan yem hammaddelerinin besin değeri işlenme şartlarına bağlı olarak artırılmaya çalışılmalıdır.

Balıklarda besin gereksinimlerinin karşılanmasına yönelik olarak, yemdeki optimum protein-enerji (P:E) dengesi çeşitli protein kaynakları kullanılarak oluşturulabilir. Bu amaca yönelik olarak, hayvansal protein kaynakları ve/veya bitkisel protein kaynakları birlikte kombine olarak veya ayrı ayrı kullanılabilir. Ancak, balık türüne uygun optimum P:E oranı, hazırlanan rasyonda sağlanmış olsa bile, farklı protein kaynakları ile hazırlanmış ancak aynı P:E değerlerine sahip yemlerle beslenen balıkların performansları farklılık gösterebilir. Bu nedenle, balık türüne uygun P:E oranlarının belirlenmesi tek başına yeterli görülmemekte, aynı zamanda yem yapımında kullanılacak olan yem hammaddelerinin seçimi de önem taşımaktadır.

Tüm metabolik işlemlerde olduğu gibi, total ve besin maddesi sindirilme

oranı da hem çevresel hem de biyolojik faktörlerden etkilenebilmektedir. Su sıcaklığı, balık türü, büyüklüğü ve yaşı, yem hammaddelerinin nitelik ve niceliği, yemin protein-enerji oranı, yemleme düzeyi, yemin fiziksel durumu gibi etkenlerin yanı sıra, canlının beslenme alışkanlığı da sindirilme oranını etkileyen faktörlerdendir (De Silva ve Perera 1983).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan yemlerin, üretim maliyetinin en önemli kısmını oluşturması nedeniyle, kullanılan yemlerin balık tarafından mümkün olduğunca iyi değerlendirilmesi istenilmektedir. Sindirimi yüksek olan yemlerde, daha fazla besin maddesi vücutta doku oluşumunda değerlendirilirken, daha az metabolizma ürünü vücut dışına atılmaktadır. Yem hammaddelerinin balık türüne göre sindirilme oranlarının bilinmesi halinde, kaynaklar daha rasyonel kullanılabilir ve şartlara göre en iyi verim alınabilecek optimum yemler üretilenmektedir. Bu nedenle akuakültür için önemli balık türlerinin, çeşitli yem materyallerini farklı ortam şartlarında sindirebilme yeteneklerinin belirlenmesi konusundaki araştırmaların devam etmesi büyük önem taşımaktadır.

Kaynakça

- Allan, G.L., S.J. Rowland, S. Parkinson, D.A.J. Stone, and W. Jantrarotai. 1999. Nutrient digestibility for juvenile silver perch *Bidyanus bidyanus*: development of methods. *Aquaculture*, 170: 131-145.
- Aksnes, A., and J. Opstvedt. 1998. Content of digestible energy in fish feed ingredients determined by the ingredient-substitution method. *Aquaculture*, 161: 45-53.
- 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: 580-591.
- Borlongan, I.G., P.S. Eusebio, and T. Welsh. 2003. Potential of feed pea (*Pisum sativum*) meal as a protein source in practical diets for milkfish (*Chanos chanos* Forsskal). *Aquaculture*, 225: 89-98.
- Cho, C.Y., and S.J. Kaushik. 1990. Nutritional energetics in fish: Energy and protein utilization in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *World Rev. Nutr. Diet. Basel*, Karger 61: 132-172.
- Choubert, G., J. De La Noue, and P. Luquet. 1982. Digestibility in fish: Improved device for the automatic collection of feces. *Aquaculture*, 29: 185-189.
- De Silva, S.S., and M.K. Perera. 1983. Digestibility of an aquatic macrophyte by the cichlid *Etroplus suratensis* with observations on the relative merits of three indigenous components as markers and daily changes in protein digestibility. *J. Fish Biol.*, 23: 675-684.
- De Silva, S.S., and T.A. Anderson. 1998. *Fish Nutrition in Aquaculture*. Chapman & Hall Aquaculture Series 1. London, 319 pp.
- Gibson-Gaylord, T., and D.M. Gatlin III. 1996. Determination of digestibility coefficients of various feedstuffs for red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, 139: 303-314.
- Glencross, B., J. Curnov, and W. Hawkins. 2003. Evaluation of the variability in chemical composition and digestibility of different lupin (*Lupinus angustifolius*) kernel meals when fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Animal Feed Sci. and Technol.*, 107: 117-128.
- Hepher, B. 1988. *Nutrition of pond fishes*. Cambridge University Press, Cambridge, 388 pp.
- Ishikawa, M., S. Teshima, A. Kanazawa, and S. Koshio. 1996. Evacuation of inert markers in digestibility determination, 5 α -Cholestane and chromic oxide, in Prawn *Penaeus japonicus*. *Fish. Sci.*, 62: 229-234.
- Kaushik, S.J., F. Medale, B. Fauconneau, and D. Blanc. 1989. Effect of digestible carbohydrates on protein/energy utilization and on glucose metabolism in Rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). *Aquaculture*, 79: 63-74.
- Kirchgesner, M. 1987. *Tierernährung*. DLG-Verlag-Frankfurt (M), 533 p.
- Lara-Flores, M., M.A. Olvera-Novoa, B.E. Guzman-Mendez, and W. Lopez-Madrid. 2003. Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and

- the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 216: 193-201.
- Nehring, D. 1963. Verdauungsversuche an Fischen nach der Chromoxid-Indikatormethode. *Z. für Fischerei und deren Hilfswissenschaften*, NF 11: 769-777.
- NRC (National Research Council), 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy Press, Washington, DC, 114 pp.
- Oliva-Teles, A., and A.M. Rodrigues. 1991. The effect of high temperature and diet protein level on metabolic utilization of diets by rainbow trout. *Fish Nutrition in Practice*, Biarritz (France), June 24-27, 1991. (Ed.INRA, Paris (Les Colloques, no:61)
- Oliva-Teles, A., and P. Gonçalves. 2001. Partial replacement of fishmeal by brewers yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in diets for sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquaculture*, 202: 269-278.
- Opstvedt, J., A. Aksnes, B. Hope, and I.H. Pike. 2003. Efficiency of feed utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed diets with increasing substitution of fish meal with vegetable proteins. *Aquaculture*, 221: 365-379.
- Possompes, B.P. 1973. Influence de la temperature sur les besoins en proteines, le transit alimentaire et la digestibilite chez la truite arc-en-ciel, *Salmo gairdnerii* Richardson [influence of temperature on protein requirements, gastric evacuation, and digestibility in rainbow trout]. Ph.D. thesis, University of Paris VI. 58 pp.
- Alınmıştır:* Choubert, G. Jr., De la Noue, J. ve Luquet, P., 1979. Continuous quantitative automatic collector for fish feces. *Progr. Fish Cult.*, 41: 64-67.
- Püschner, A., and O. Simon. 1982. Grundlagen der Tierernährung. VEB Gustav Fischer Verlag Jena, 258 s.
- Refstie, S., T. Storebakken, and A.J. Roem. 1998. Feed consumption and conversion in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with fish meal, extracted soybean meal or soybean meal with reduced content of oligosaccharides, trypsin inhibitors, lectins and soya antigens. *Aquaculture*, 162: 301-312.
- Refstie, S., Ø.J. Korsøen, T. Storebakken, G. Baeverfjord, I. Lein, and A.J. Roem. 2000. Differing nutritional responses to dietary soybean meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 190: 49-63.
- Refstie, S., T. Storebakken, G. Baeverfjord, and A.J. Roem. 2001. Long-term protein and lipid growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with partial replacement of fish meal by soy protein products at medium or high lipid level. *Aquaculture*, 193: 91-106.
- Refstie, S., and H.A.J. Tiekstra. 2003. Potato protein concentrate with low content of solanidine glycoalkaloids in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 216: 283-298.
- Tacon, A.G.J., and A.M.P. Rodrigues. 1984. Comparison of chromic oxide, crude fiber, polyethylene and acid-insoluble ash as dietary markers for the estimation of apparent digestibility coefficients in rainbow trout. *Aquaculture*, 43: 391-399.
- Ustaoglu, S. 2001. Untersuchungen zur Haltungs- und Ernährungsoptimierung von Sterlets (*Acipenser ruthenus*) – unter besonderer Berücksichtigung der Haltungstemperatur und Nutzung alternativer Proteinquellen. Ichthyos Verlag, Berlin, Norderstedt, BoD. Doktora Tezi (ISBN: 3-8311-2514-7), 155 s.
- Ustaoglu, S., and B. Rennert. 2002. The apparent nutrient digestibility of diets containing fish meal or isolated soy protein in sterlet (*Acipenser ruthenus*). *Int. Rev. Hydrobiol.*, 87(5-6): 577-584.
- Weatherup, R.N., and K.J. McCracken. 1998. Comparison of estimates of digestibility of two diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), using two markers and two methods of faeces collection. *Aquacult. Res.*, 29: 527-533.
- 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: 79-88.
- Yigit, M., S. Koshio, S. Teshima, and M. Ishikawa. 2004. Dietary protein and energy requirements of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *J. Appl. Sci.*, 4(3): 486-492.