

BALIK YEMLERİNDE BESLENMEYİ SINIRLANDIRICI MADDELER VE ETKİLERİ

ARZU ÖZLÜER HUNT¹ FERBAL ÖZKAN¹ TÜLAY ALTUN²

1-MERSİN ÜNİVERSİTESİ SU ÜRÜNLERİ FAKÜLTESİ
2-ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ SU ÜRÜNLERİ FAKÜLTESİ
arzuozluer@hotmail.com

ÖZET

Balık yetiştiriciliği artan dünya nüfusu ile birlikte son yıllarda hızla gelişmiştir. Ancak balık unu üretimi bazı ülkelerde balık yetiştiriciliğinin yapılmasını oldukça pahalı ve elde edilmesini zor kılmaktadır. Bu yüzden balık yemlerinde, balık ununun yerine kullanılacak alternatif protein kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Pek çok bitkisel hammaddeler, balık yemlerinde protein kaynağı olarak değerlendirilmektedir fakat bunların besleyici değerleri içindeki beslenmeyi sınırlandırıcı maddelerden dolayı azalabilir. Bunlardan bazıları; proteaz inhibitörleri, fitoöstrojenler, lektinler, antivitaminler, fitatlar, saponinler ve çeşitli oligosakkaritlerdir. Bu beslemeyi sınırlandırıcı maddeler ve bunların balıklarda etkileri üzerine son yıllardaki araştırmalar ile balık besleme hakkında bazı faydalı bilgiler sağlanabilecektir.

Anahtar kelimeler: beslenmeyi sınırlandırıcı maddeler, balık besleme, balık yetiştiriciliği

ANTINUTRITIONAL SUBSTANCES AND EFFECTS IN FISH FEED

ABSTRACT

Aquaculture has been rapidly expanded with increasing world population in lately. On the other hand fish meal production is rather expensive and difficult to obtain in many countries practicing aquaculture. So, the need for alternative protein sources to replace fish meal in aqua-feeds. Many plant ingredients have been evaluated as protein sources in fish feeds but their value can be reduced because of presence of antinutritional factors (ANF). Some of these are protease inhibitors, phyto-oestrogens, lectins, antivitamins, phytates, saponins and various oligosaccharides. These ANF's and their effects in fish has been studied in last years so would be provide some useful information about fish feeding.

Keywords: antinutritional substances, fish feeding, aquaculture

GİRİŞ

Balıkların besin madde ihtiyaçları hakkındaki bilgilerin artmasıyla birlikte hayvansal kaynaklı yemlerin yanı sıra son yıllarda bitkisel kaynaklı yem hammaddelerinin balık karmalarında kullanılabilirliği üzerine araştırmalar yapılmaktadır. Genel olarak kullanılan bu bitkisel protein kaynakları ise soya küspesi, pamuk tohumu küspesi, mısır, değirmencilik sanayi yan ürünleri, buğday unu, sorgum, çeltik kepeği, yer fıstığı küspesi kanola küspesi ve yulaf ezmesi sayılabilir. Balık yemlerinde protein veya yağ kaynağı olarak kullanılan bu bitkisel besinler antibesinsel faktörlerden (beslenmeyi sınırlandırıcı faktörler; ABF) dolayı yemlerdeki kaliteyi azaltabilir. Peletlenmiş balık yemleri formülasyonu ve yapılması, yeme giren hammaddelerin elde edilebilirliği, fiyatı ve kalitesi ile oldukça etkilenen dinamik değişken bir süreçtir. Antibesinsel faktörler onların ısıya olan hassasiyetine bağlı olarak, içerdiği biyolojik değerlerini bozmadan, içerdiği ABF miktarı inaktif hale getirilmek suretiyle kullanılabilir. Anti besinsel faktörler farklı ısı uygulanabilenler (lektinler ve proteaz

inhibitörleri) veya sabit ısı uygulananlar (tanenler, oligosakkaritler, saponinler fitoestrogenler) olarak sınıflandırılabilir (Melcion and Van der Poel, 1993).

BİTKİSEL KAYNAKLI MADDELER

Soyadaki Tripsin İnhibitörü

Soya, balık rasyonlarında balık unu yerine kullanılan en yaygın bitkisel proteine sahip yem hammaddelerinden biridir. Soya küspesi alabalık, çipura ve levrek gibi önemli ticari yetiştiriciliği yapılan bazı balık karma yemlerinde kullanılmaktadır. Fakat bu hammaddelerin kullanımı başta tripsin inhibitörü olmak üzere beslenmeyi engelleyici bazı faktörlerin bulunurluluğu ile sınırlıdır. Soya tripsin inhibitörü 21500 moleküler ağırlığına sahip kristal yapıda bir proteindir. Yayın balıklarında, sazan ve bazı balık türlerinde bazı balık türlerinde ise bu tür metabolitlerin büyümenin azaldığı saptanmıştır.

Tripsin inhibitörleri peptid yapıda bileşikler olup, pankreatik enzimlerden tripsin ile inaktif kompleksler oluşturur. Oluşan bu kompleksler tripsin ve kemotripsin aktivitesini düşürür. Tripsinin bağırsakta inaktive edilmesi, kolesistokinin-pankrezim (CCK-PZ) in barsak mukozasındaki sekresyonunu artırır. Bu hormon pankreası zorlayarak daha fazla kemotripsin, amilaz ve elastaz salgılamasını sağlar. Pankreasın aşırı derecede stimüle edilmesi ve daha fazla enzim salgılamaya zorlanması, hipertrofik ve hiperplazik olarak aşırı derecede büyümesine yol açabilir. Dolayısıyla tripsin inhibitörlerinin ABF etkileri, hayvanın sindirim kapasitesinin azalışından değil, sindirim enzimleri ve diğer endojen protein kayıpları ile ilişkilidir. Bu enzimlerin metiyonin gibi esansiyel amino asitleri bakımından zengin olduğu düşünülürse, canlı ağırlığın neden bu denli olumsuz yönde etkilendiği daha iyi anlaşılır.

Son yıllarda anti besinsel etkilerin ortadan kaldırılması ya da bu etkilerin en aza indirilmesi amacıyla seçici bitki üretimi, çeşitli ekstraksiyon ve işleme teknikleri uygulanmaktadır (Melcion and Van der Poel, 1993). Üretimi yapılan bu bitkilere uygulanan bu yöntemler ve zararlı ABF'nin bazı uygulamaları nasıl ortadan kaldırılacağı Çizelge 1.'de verilmiştir. ABS etkileri ortadan kalkmasına karşın halen balıklarda besin alımında azalma ya da yavaş büyüme varsa bu etkiler ortadan kalkmamış demektir (Robaina *et al.*, 1995; Refstie *et al.*, 1997).

Hemoglutinler (Lektinler)

Lektinler belirli karbohidratlarla özel bir şekilde etkileşebilen proteinlerdir. Lektinlerin yol açtığı toksisite baklagil türüne göre değişmekte olup, fasulyede bulunan lektinler soyadakine göre daha toksik bir etkiye sahiptirler. Lektinler şekerler ve glukokonjugatlarla spesifik bir tarzda geri dönüşlü olarak birleşen proteinlerdir (Liener, 1997). Lektinler ince barsak epiteli üzerinde bulunan mikrovilli yüzeyindeki glukoproteinlere bağlanarak bazı yaraların oluşmasına ve anormal mikrovilli gelişimine yol açarlar. (Grant, 1991). Bunun sonucunda besin maddelerinin ince barsak epitel hücrelerine emiliminde ciddi aksamlar meydana gelir. Lektinlerin barsak epitel dokusundaki yapıya verdikleri zarar sonucunda glikoz, amino asitler, vitamin B12 ve iyon absorpsiyonunu önemli düzeyde engellediği bulunmuştur. Lektinlerin bu toksik etkileri sadece sindirim kanalındaki tahribatlarıyla sınırlı değildir.

Lektinlerin daha ileri düzeydeki olumsuz etkileri, tahrip olan epitel doku nedeniyle karbonhidrat ve protein emiliminde oluşan aksama sonucunda, sindirime uğramamış ve emilmemiş bu besin maddelerinin daha alt bağırsak segmentlerine geçerek burada

fermentasyona uğramalarıyla oluşmaktadır. Isıl işlem görmemiş soya, gastrointestinal sistemde önemli tahribatlara yol açabilir. Lektinlerin bu zararlı etkileri, soyaya uygulanan buhar ile (100 °C 10 dak) ısıl müdahale ile ortadan kaldırılabılır (Grant,1991). Salmonlarda yapılan bir çalışmada, tam yağlı soyayla beslenen balıklarda balık unuyla beslenen balıklara göre bağırsak yüzeyinde anormal kistler oluşmuştur (Hendrics *et al.*, 1990). Sazanlarla yapılan diğer bir çalışmada ise yoğun lektin içeren yemle beslenen balıklarda sindirim sisteminde aşırı mukus oluşumu görülmüştür (Makkar and Beccer,1999). Ancak bu konuda balıklarla ilgili çok fazla çalışma yapılmamıştır.

Çizelge 1. Balık karmalarında kullanılan bazı bitkiler ve içerdikleri antibesinsel maddeler (Melcion ve van der Poel, 1993)

Table 1. Plant ingredients commonly used in the formulated of fish feed and its antinutritional factors (Melcion ve van der Poel, 1993)

Anti besinsel maddeler veya toksinler	Temel kaynaklar	Uygulanan İşlemler
Enzim inhibitörleri		
Proteaz (tripsin)	Tahıllar (soya fasulyesi)	Isıl işlem
Amilaz	Tahıllar ve baklagiller	Isıl işlem
Lektinler (Hemaglutinler)	Tahıllar	Isıl işlem
Alkaloitler		
Glikoalkoloidler	Patates	Seçici yetiştirme
Quinolizidinalkoloidler	Mısır baklası	Seçici yetiştirme
Goitrojenler		
Gilukosinolat (glikosit)	Yem kökleri ve lahanagiller (keten, kanopla, kolza)	Seçici yetiştirme
Glukopeptitler	Bazı tahıllar (soyafasulyesi ve fıstık)	Eritken öz çıkartma
Fitat (Fitik asit)	Bitkilerin çoğu (baklagiller, tahıllar, keten tohumu)	Enzimatik yıkım
Fitoestrogenler (izoflovenler)	Tahıllar, baklagiller ve keten tohumu	Eritken öz çıkartma
Tanenler (polifenoller)	Çoğu bitki (Tahıllar ve yağlı tohumlar)	Kabuktan ayırma ve öğütme/ eritken öz çıkartma
Saponinler	Pek çok bitki özellikle tahıllar (soya fasulyesi)	Eritken öz çıkartma
Oligosakkaritler	Tahılların çoğu ve yağlı tohumlar	Enzimatik yıkım
Gosipol	Pamuk tohumu	Nemlendirilmiş ısıl işlem
Yağ asitleri		
Siklopropan yağ asitleri (sterkolik ve malvalik)	Pamuk tohumu	Pamuk tohumu
Erusik asit	Keten tohumu	Seçici yetiştirme
Aflatoksinler	Besin içeriklerinde oluşan küf	Uygun yöntemle taşıma ve depolama

Fitik Asit

Fitat tüm tahıl ürünlerinde, soya, kolza, keten, susam ve pamuk tohumu küspesi gibi yağlı tohum küspelerinde bulunmaktadır. Fitatlar, Ca^{+2} , Mg^{+2} , Zn^{+2} , Cu^{+3} ve Fe^{+2} gibi iki ve üç değerli iyonları bağlayabilmekte ve fosforun işlevliğini azaltabilmektedir (Duffus and Duffus, 1991). Diyetlerinde bu bitkisel maddeleri içeren yemlerle beslenen sazan, tilapia, alabalık ve salmon gibi balıkların büyümesi ve yem çevirme oranı olumsuz etkilenmiştir (Spinelli *et al.*, 1983). Kimi zamanlarda araştırmacılar soya içeren yemlere mineral katkısı ile bu olumsuz etkiyi ortadan kaldırmaya çalışmışlardır. Salmonidlerde çinko eksikliğine bağlı olarak oluşan katarakt oluşumunu araştırmacılar, yemde bulunan fitik asit düzeyine bağlamışlardır. Aynı araştırmacılar balıklarda tiroid fonksiyonlarının azaldığı, anormal pilorik kese oluştuğunu, yemden yararlanma düzeyinin azaldığını ve balık ölümlerinin arttığını belirlemişlerdir (Richardson *et al.*, 1985). Ancak aynı araştırmacılar fitik asitin kısmen sindirilebilir bileşikler oluşturmak üzere midede proteinlerle bağlandığını bildirerek fitik asit içeren yemlerle beslenen balıklardaki büyümeye bağlı azalmayı Zn, Fe ya da Cu'nun biyolojik yararıyla ilgili olabileceğini vurgulamışlardır. Benzer çalışmalar keten tohumu, mısır ve arpa unuyla beslenen somon balıklarında da vurgulanmıştır (Suguiira *et al.*, 1999).

Fitat içeren yemlere fitaz enzimi ilave edilerek, fitatın negatif etkisi nötralize edilmeye çalışılmaktadır. Alabalıklarla ilgili yapılan bir çalışmada fosforun yararabilirliği % 9.7- % 48.4 arasında değişirken, fitat enzimi eklenmesiyle %46.2 -%75.6 arasında değişmiştir (Riche and Brown, 1996). Yapılan çalışmalarda balık yemlerindeki fitat miktarının 5 g/kg'ın altında tutularak veya karma yeme Zn gibi minerallerin ilave edilmesiyle fitatın olumsuz etkisini azaltma önerisi yapılmaktadır (Francis *et al.*, 2001).

Tanenler

Tanenler polifenolik bileşikler olup, kolza, bakla ve sorgumda bulunurlar. Bu bileşikler, yem maddelerindeki esansiyel mineraller, proteinler ve karbonhidratlarla kompleks bileşikler meydana getirerek besleme değerini düşürürler ve tanen içeriğine bağlı olarak büyümede depresyon görülür. Kolza veya kanola küspelerinde bulunan tanen, küspelerdeki demir ile kuvvetli bir demir-fenol kompleksi oluşturarak demirin absorpsiyonunu önemli derecede azaltabilirler. Tanenler, ayrıca tripsin ile amilazların sindirimdeki aktivitesini, substratlarla kompleks teşkil ederek önlerler veya onlara bağlanarak protein ve nişasta sindiriminin aksamasına yol açarlar ve B12 vitamininin emilimini azaltırlar (Liener, 1989).

Saponinler

Saponinler, baklagiller ile fasulye ve kimi baharat tohumlarındaki şekerlere bağlanan steroidal ve triterpen gruplandır. Saponinlerin sindirim ve metabolizmada rol alan enzimleri inhibe ederek ve Zn ile çözünmez formda kompleks meydana getirerek sindirimi olumsuz yönde etkiledikleri bilinmektedir. Yonca ile beslenen tilapyalarda ve acı bakla ile beslenen gökkuşağı alabalığında büyümede olumsuz etki yaparken, soya unuyla beslenen Atlantik solmonunda olumsuz bir etki yapmamıştır (Francis *et al.*, 2001). Diyetlerde 1 g/kg'ın altında saponin bulunması kültürü yapılan balıklarda büyüme performansını olumsuz etkileyeceği bildirilmiştir.

Fitoestrogenler

Steroid olmayan östrojenler pek çok bitkide (arpa, yulaf, çeltik, mısır, soya) doğal oluşan bileşiklerdir. Bu bileşikler aslında izoflavanlar ve estrojenik aktiviteden sorumludurlar. Herhangi bir balık türünde zayıf östrojenik etkiye sahip bu bileşiklerin nasıl bir etkiye sahip olduğu konusunda mersin balığı ile yapılan bir çalışmada östrojen içeren ticari alabalık yemiyle beslenen bu balıkların beslenmeyenlere oranla karaciğerlerinde büyüme ve yağlanma gözlenmiştir (Pelissero *et al.*, 1991).

Glukozinolatlar

Lahana, kıvırcık, şalgam, karnabahar, brüksel lahanası, hardal, keten tohumu ve kolza gibi bitkilerde önde gelen toksik bileşikler goitrojenik glukozinatlardır. Bu bileşiklerin kendileri toksik olmadığı halde, enzimatik hidrolizleri sonucu oluşan degradesyon ürünleri toksiktir. Bunlar tiyosiyanat iyonları, izotiyosiyanatlar, nitritler, ve goitrin gibi bileşiklerdir. %16 keten tohumu içeren (3 mg/g'dan az glukozinolat) yemle beslenen salmonlarda büyümede depresyon, iyot alımında düşme ve tiroid bezinde büyüme, ve diğer vücut organlarında patolojik bozukluklar meydana gelirken, kanola unu aynı varyeteden gelmesine rağmen bununla beslenen balıklarda bu olumsuz etki meydana gelmemiştir (Higgs *et al.*, 1982). Anormal tiroid gelişimleri sazan (*Cyprinus carpio*) ve tilapya (*O. Mossambicus*)'da da belirlenmiştir (Hossain and Jauncey, 1989).

Uygun bir şekilde ısıtıl işlem uygulanması glukozinolatların toksik etkisini minimum düzeye düşürür. Kolzanın ısıtıl işlemi tabii tutulmasıyla mirosinaz inaktif hale getirilerek, glukozinolatların toksik ürünlerine ayrılmasını önlemektedir. Kolza varyetelerindeki glukozinolat düzeyleri 100-200 µmol/g gibi yüksek düzeylerden 26 µmol/g'a kadar düşmektedir (Burel *et al.*, 2000).

Gosipol

Pamuk bitkisinin tohum, yaprak, dal ve köklerinde bulunan polifenolik bir pigmenttir. Toksik bir bileşik olup, kalp, solunum, üreme sistemleriyle karaciğerde lezyonlara yol açar. Serbest gosipol toksik olduğu halde, bağlı formda olanı değildir. Pamuk tohumunun ısıtıl işlemi tabii tutulması gosipolun bağlı forma geçirilmesi içindir. Bu esnada gosipolun formu grubu ile lizin ve arginin'in serbest amino grubu veya sistein'in tiyol grubu etkileşerek gosipolu bağlamaktadır. Böylece serbest gosipolun düzeyi % 0.04 altına düşmekte ve oluşan konjüge bileşikler çözünmez, sindirilemez, polimerize ürünlere dönüşür. Proteinler bağlanır, lizin, sistin ve methionin gibi amino asitlerin yararı düşebilir. Pamuk tohumu ısıtıl işlemi tabii tutulurken aşırı ısıdan kaçınılmalıdır. Pamuk tohumu ununun %8 ve üzerinde yemlere katılarak beslenmesiyle elde edilen balıkların sperm hücrelerinde anormal gelişimler gözlenmiştir (Ciereszko and Dobrowski, 2000). Tilapyalarda yapılan bir çalışmada gosipolun olumsuz etkisini ortadan kaldırmak için yeme lizin ilavesi yapılmıştır ancak buna rağmen zayıf büyüme ve gelişme saptanmıştır bunun yanı sıra bu yemlerin oldukça ekonomik olduğu vurgulanmıştır (El-Sayed, 1990).

Oligosakkaritler ve Nişasta Olmayan Polisakkaritler

Oligosakkaritler ve nişasta olmayan polisakkaritler buğday ve baklagillerde bol miktarda bulunmaktadır. Nişasta olmayan polisakkarit maddelerin soya, bakla ve ayçiçeği ununda yüksek oranlarda pektin, galaktan, seluloz ve lignin gibi nişasta olmayan polisakkaritler

bulunur (Refstie *et al.*, 1997). Balıklarda bu bileşikler safra asitlerinin salınımını ve iç organlarda sindirim enzimlerinin salınımını engellemektedir (Storebakken *et al.*, 1998). Suyun bağırsak içinden geçişini sakız benzeri yapı oluşturarak tıkarlar ve sindirim enzimlerinin aktivitesini azaltırlar. Soya küspesi ile beslenen bazı çizgili levrek balıklarının yem alımında azalmalar olduğu saptanmıştır (Gallagher, 1994). Bununla birlikte, balık unu esaslı fakat soya unu takviyesi yapılan ve soya içinde oligosakkaritleri içeren yemle beslenen balıkların iç organlarında ve sindirim sistemlerinde olumsuz morfolojik değişimler veya büyümeyle ilgili olumsuzluklar oluşmamıştır (Krogdahl *et al.*, 1995). Farklı çalışmalarda balıkların karbohidratları kullanılabilirliği ya da toleransıya ilgili farklılıklar vardır. Bunun nedeni kullanılan yem kaynaklarının kökeni ve bu hammaddelerine uygulanan işlemler olabilir. Özellikle çözülebilir nişasta olmayan polisakkarit maddeler oligosakkaritlere göre büyümede daha olumsuz etkilere yol açabilirler.

Alkoloidler

Alkoloidler, bitkilerde bulunan metabolit ürünlerdendir. Alkoloidler özellikle acı bakla gibi bitkilerde bulunurlar. Alkoloid içeren yemlerle beslenen balıklarda besin alımında azalmalar olabilir. Fakat yapılan son çalışmalarda acı bakla unu içeren (20 mg/kg) yemlerle beslenen alabalık ve kalkan larvalarının bu hammaddelere karşı tolerans değerlerinin yüksek olduğu vurgulanmıştır (Burel *et al.*, 2000). Alkoloidlerin balıklarda ne çeşit fizyolojik reaksiyon yaptığı henüz tam anlaşılamamıştır ve bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Francis *et al.*, 2001).

Diğer Bitkisel Antibesinsel Maddeler

Siyonojik maddeler : Balık yemlerinde kullanılan köklü ve yumru bitkilerin bazılarında, keten tohumunda, kasava ve bazı fasulye türlerinde bu maddeler bulunabilir. Bu bitkiler içinde bulunan hidrojen siyanüre dönüşüp büyümeyi azaltabilirler (Ufodike and Matty, 1983). Bununla birlikte bu bitkilerle ilgili daha çok çalışmaya gereksinim vardır.

Mimosin : Non-protein olan bazı amino asitler de bakteriyel deaminazlar etkisi ile rumende çok hızlı parçalanırlar. Bununla birlikte, non-protein amino asitlerin mikroorganizmalar üzerine toksik etkileri de vardır. *Leucaena* bitkisiyle beslenen tilapyalarda besinin sindirilebilirliğini ve büyümesini azalttığı saptanmıştır. Ancak erkek balıklar, dişilere göre bu besinlere daha toleranslıdır (Santiago *et al.*, 1998).

Siklopropan yağ asitleri: Sterculik ve malvalik asitler siklopropan yağ asitleri grubundandır. Bu yağ asitleri pamuk yağında bulunur ve bununla beslenen balıkların metabolizmasında yavaşlama, yem değerlendirmede azalma ve yavaş büyüme gözlenebilir (Francis *et al.*, 2001).

HAYVANSAL KAYNAKLI TOKSİNLER

Balık yemlerinde kullanılan hayvansal kaynaklı hammaddeler bitkisel kaynaklılara göre oldukça sınırlıdır. Bunların başında balık unu, karides ya da yengeç unu, krill ve balık yağı gelmektedir. Balık unu ya da taze balık olarak yemlemede kullanılan bazı balıkların karaciğer, ovaryum ve balık yumurtasında doğal olarak oluşan iki adet toksin vardır. Bunlar tetradotoksin ve diniginellin'dir

Tetradotoksin: Balıkların bazıları toksik bir bileşik olan tetradotoksin üretmektedir. Bu zehirli içeren balıkların çoğu Batı Pasifik Okyanusu ve Hint Okyanusunda bulunur. Bunların balık avcılığı ile yakalanıp balık unu olarak kullanılması sonucunda balıklar üzerinde memelilerde olduğu gibi önce kas felcine daha sonra da solunum felcine neden olabilir ancak bunlarla ilgili yapılan çok fazla çalışma yoktur.

Dinogunellin: *Stichaeus grigorjewi* ve *Scorpaenichtus marmoratus* adlı iki balığın yumurtalarından üretilen dinogunellin, toksik bir lipoproteindir. Bu zehir tetradoksin kadar güçlü bir zehir olmasa da bu balıklar yaş yem olarak kullanıldığında balıklar için toksik etki yapabilir. Ancak peletlenmiş balık yeminde bu balığın toksik etki yaptığına dair herhangi bir çalışmaya rastlanmıştır.

Mikrobiaal toksinler: Balık yemlerinde ve beslenmesinde mikrobiyal toksinler hiç istenmeyen bir durumdur. Bunlar genel olarak *Asperigillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* olarak sayılabilir. Balık yemlerinin uygun şekilde muhafaza edilmemesiyle oluşmaktadır ve bunlar balıklarda istenmeyen olumsuzluklara yol açabilir (Lowell, 1998).

Aflatoksin: Aflatoksin bu toksinlerin balık yemlerinde en fazla zarar veren gurubudur. Yemde 1µg/kg'dan daha az miktarda afla toksin bulunması bile alabalıklarda uzun süreli beslenmede karaciğerde tümörlerin oluşumuna neden olur. Sıcak su balıkları daha soğuk su balıklarına göre afla toksine daha dirençlidir. Aflatoksin daha çok ham maddelerin yanlış işlenmesi nemli ortamda muhafaza edilmesiyle oluşur.

Histamin: Balık ununun uygun olmayan depolama koşullarında yüksek sıcaklık ve uzun süre bekletme gibi durumlarında histamin düzeyini arttırmaktadır. Bu durumda balıkların yüksek histidin içeriği nedeni ile *Proteus morgani* bakterisi oluşabilir. Yüksek histidin içeren yemlerle beslenen balıklarda büyümede yavaşlama rapor edilmiştir (Lowell, 1998).

Okside Olmuş Balık Yağı: Deniz balıklarının yağları %25-30 arasında çoklu doymamış yağ asitlerini içerir. Balık yağlarının okside olması sonucunda ise serbest radikaller ve peroksit bileşikleri açığa çıkar. Bu bileşenler diğer besin bileşenleri ile etkileşime girerek besinlerin değerini azaltabilir veya fosfolipitlerin membrandan geçişini azaltabilir. Okside olmuş balık yağının yemlere katılmasıyla beslenen balıklarda büyümede azalma, kansızlık, dokularda lezyonlar ve karaciğerde yağlanma oluşur. Bu toksit bileşiklerin etkisi yemlere katılan vitamin E ve C ilavesiyle azaltılabilir.

Tiaminaz: Tiamini indirgeyen anti besinsel bir olaydır. Çiğ balık içerdiği tiaminaz enzimiyle B₁ vitaminini yok eder ve vitamin eksikliği yaratır. Bu nedenle balık ürünleri tüketilmeden önce ısıtılmalı ve balıklara beslenmek amacıyla çiğ balıkla besleniyorsa bu balıklara diğer yem karmalarında vitamin takviyesi yapılmalıdır (Lowell, 1998).

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Balık yemlerinde kullanılan protein kaynaklarının oranı balıkların beslenme biçimine bağlı olmakla birlikte %25-%55 arasında değişmektedir. Bu yemlerde kullanılan protein kaynakları ise balık unu, yağ kaynağı da balık yağı şeklindedir. Balık stoklarının hızla azalması artan çevre kirliliği gibi nedenlerden dolayı balık unundaki bu üretim 6-7 milyon tonla sınırlı tutulmaya çalışılmaktadır. Bu gerçekten dolayı yem katkı maddelerinin bitkisel protein kaynaklarından kısıtlı da olsa sağlanılmasına çalışılmaktadır. Bu yem kaynaklarının bir kısmı zengin besleyici maddeler içermekle birlikte beslemede anti besinsel faktörler yaratacak olumsuzlukları da taşır. Fakat günümüzde besin ve yem teknolojisindeki son gelişmelerle üretilen yemler ve yemlerde kullanılan bu hammaddelerin işlenmesi sırasında bu anti besinsel etkiler en aza indirilebilmektedir. Ayrıca yem ham maddeleri olarak kullanılan bu maddeler her balık türünde farklı etki yapacağı için türlere özgü farklı çalışmalar yapıp bu maddelerin etkisinin araştırılması gerekmektedir. Böylece değişik bitkisel kaynaklı proteinlerin metabolizma üzerinde ne gibi sonuçlar yaratacağını görmek açısından faydalı olacaktır. Böylece balıkların yem gereksinimleri hakkında bilgiler artacak ve kullanılan hammaddelere göre daha ekonomik yemlerin hazırlanma olasılığı da artacaktır.

KAYNAKLAR

- Burel, C., Boujard, T., Tulli, F., Kaushik, S.J., 2000. Digestibility of extruded peas, extruded lupin, and rapeseed meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 188, 285–298.
- Cierieszko, A., Dabrowski, K., 2000. In vitro effect of gossypol acetate on yellow perch (*Perca flavescens*) spermatozoa. *Aquat. Toxicol.*, 49, 181–187.
- Duffus, C.M., Duffus, J.H., 1991. In: Toxic Substances in Crop Plants. (Eds., D'Mello, F.J.P., Duffus, C.M., Duffus, J.H.) The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Cambridge CB4 4WF, Cambridge, 1–21.
- El-Sayed, A.-F.M., 1990. Long-term evaluation of cottonseed meal as a protein source for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linn.). *Aquaculture*, 84, 315–320.
- Francis, G., Makkar, H.P.S., Becker, K., 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, 199, 197–227.
- Gallagher, M.L., 1994. The use of soybean meal as a replacement of fishmeal in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* M. *Chrysops*). *Aquaculture*, 126, 119–127.
- Grant, G., 1991. Lectins. In : Toxic Substances in Crop Plants. (Eds., D'Mello, F.J.P., Duffus, C.M., Duffus, J.H.). The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Cambridge CB4 4WF, Cambridge, 49–67.
- Hendriks, H.G.C.J.M., Van der Ingh, T.S.G.A.M., Krogdahl, A., Olli, J., Koninkx, J.F.J.G., 1990. Binding of soybean agglutinin to small intestinal brush border membranes and brush border membrane enzyme activities in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 91, 163–170.
- Higgs, D.A., McBride, J.R., Markert, J.R., Dosanjh, B.S., Plotnikoff, D.M., Clarke, C.W., 1982. Evaluation of Tower and Candle rapeseed (canola) meal and Bronowski rapeseed protein concentrate as protein supplements in practical dry diets for juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture*, 29, 1–31.
- Hossain, M.A., Jauncey, K., 1989. Nutritional evaluation of some Bagladeshi oilseed meals as partial substitutes for fishmeal in the diet of common carp, *Cyprinus carpio* L. *Aquacult. Fish. Manage.*, 20, 255–268.
- Krogdahl, A., Roem, A., Baeverfjord, G., 1995. Effects of soybean saponin, raffinose and soybean alcohol extract on nutrient digestibilities, growth and intestinal morphology in Atlantic salmon. In : Quality in aquaculture. Proc. Intl. Conf. Aquaculture '95 and the satellite meeting Nutrition and Feeding of Cold Water Species, (Eds., Svennevig, N., Krogdahl, A.) Trondheim, Norway, August 9–12. Eur. Aquacult. Soc. Spec. Publ. No. 23, Gent, Belgium, 118–119.
- Liener, I.E., 1989. Antinutritional factors in legume seeds: state of the art. In : Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds. (Eds., Huisman, J., Van der Poel, A.F.B., Liener, I.E.). Pudoc, Wageningen, 6–14.
- Liener, I.E., 1997. Plant lectins : properties, nutritional significance, and function. In: Am Chem Soc (ed) Antinutrients and phytochemicals in food. Am Chem Soc, Washington, D.C., 31–43
- Lowell, T., 1998. Nonnutrient diet components. In : Nutrition and feeding of fish (Ed., T. Lowell). Kluwer Academic Publishers, Boston., 94–107.
- Makkar, H.P.S., Becker, K., 1999. Nutritional studies on rats and fish (carp, *Cyprinus carpio*) fed diets containing unheated and heated *Jatropha curcas* meal of a non-toxic provenance. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 53, 183–192.
- Melcion, J.P., Van der Poel, A.F.B., 1993. Process technology and antinutritional factors: principles, adequacy and process optimization. In : Recent advances in antinutritional factors in legume seeds (Eds., A.F.B. Van der Poel, J. Huisman & H. S. Saini). 419–434. EAAP Pulpication, Wageningen, Netherlands.

- Pelissero, C., Le Menn, F., Kaushik, S., 1991. Estrogenic effect of dietary soybean meal on vitellogenesis in cultured Siberian sturgeon *Acipenser baeri*. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 83, 447–457.
- Refstie, S., Helland, S.J., Storebakken, T., 1997. Adaptation to soybean meal in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 153, 263–272.
- Richardson, N.L., Higgs, D.A., Beames, R.M., McBride, J.R., 1985. Influence of dietary calcium, phosphorous, zinc and sodium phytate level on cataract incidence, growth and histopathology in juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *J. Nutr.*, 115, 553–567.
- Riche, M., Brown, P.B., 1996. Availability of phosphorus from feedstuffs fed to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 142, 269–282.
- Robaina, L., Izquierdo, M.S., Moyano, F.J., Socorro, J., Vergara, J.M., Montero, D., Fernandez-Palacios, I., 1995. Soybean and lupin seed meals as protein sources in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): nutritional and histological implications. *Aquaculture*, 130, 219–223.
- Santiago, C.B., Aldaba, M.B., Laron, M.A., and Reyes, O.S., 1988. Reproductive performance and growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock fed diets containing *Leucaena leucocephala* leaf meal. *Aquaculture* 70, 53–61.
- Spinelli, J., Houle, C.R., Wekell, J.C., 1983. The effect of phytates on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed purified diets containing varying quantities of calcium and magnesium. *Aquaculture*, 30, 71–83.
- Storebakken, T., Shearer, K.D., Roem, A.J., 1998. Availability of protein, phosphorus and other elements in fishmeal, soy protein concentrate and phytase-treated soy protein-concentrate-based diets to Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*, 161, 365–379.
- Sugiura, S.H., Raboy, V., Young, K.A., Dong, F.M., Hardy, R.W., 1999. Availability of phosphorus and trace elements in low-phytate varieties of barley and corn for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 170, 285–296.
- Ufodike, E.B.C., Matty, A.J., 1983. Growth responses and nutrient digestibility in mirror carp (*Cyprinus carpio*) fed different levels of cassava and rice. *Aquaculture*, 31, 41–50.