

BİTKİSEL YEM HAMMADDELERİNDE BULUNAN ANTİBESLEYİCİ FAKTÖRLER VE BALIKLAR ÜZERİNE ETKİLERİ

Gaye Doğan*, Recep Bircan

Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Akliman, Sinop

Özet:

Balık ununun artan fiyatı ve elde edilmesindeki belirsizlik, daha ucuz ve daha kolay elde edilebilen bitkisel protein kaynaklarının, balık ununa alternatif olarak balık yemlerinde kullanılmalarını zorunlu hale getirmektedir. Bu nedenle yem yapımında soya küspesi, pamuk tohumu küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi, kolza tohumu küspesi, buğday unu ve sorgum gibi yüksek protein içeriğine sahip bitkisel yem ham maddeleri kullanılmaktadır. Ancak bu ham maddeler çeşitli antibesleyici yani beslenmeyi sınırlandırıcı faktörler içermektedirler. Bu faktörler, balıkların büyüme, yemden yararlanma ve sağlıkları üzerine olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Bu olumsuzlukların ortadan kaldırılabilmesi için, antibesleyici faktörlerin eşik limitleri, balıkların fizyolojik ve ekolojik özellikleri üzerine etkileri ve farklı antibesleyici faktörlerin birbirleri arasındaki etkileşimin nasıl sonuçlandığını ortaya koyan daha ayrıntılı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antibesleyici faktörler, bitkisel hammadde, balık

Abstract:

Antinutritional Factors Within Plant Foodstuffs and Their Effects on Fishes

The increasing price of the fish meal and ambiguity in acquiring it have obligated to use vegetable protein sources in fish feed that are cheaper and more easily attainable than fish meal. For this reason vegetable feed raw materials having a high protein content such as soybean meal, cottonseed meal, sunflower seed meal, rapeseed meal, wheat flour and sorghum are used in feed production. But these raw materials contain various antinutritional which means nutrition limiter factors. Those factors cause negative effects on the growth, utilization from feed and health of fish. In order to eliminate the negative impacts, more comprehensive researches are needed that exhibit the results of threshold limits of antinutritional factors, effects on physiological and ecological characteristics of the fish and interaction among the different antinutritional factors.

Keywords: Antinutritional factors, plant raw material, fish

* Correspondence to: Gaye DOĞAN, Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi 57000 Akliman, Sinop-TURKEY

Tel: (+90 368) 287 62 65/120 Fax: (+90 368) 287 62 55

E-mail: gayedogan@gmail.com

Giriş

Karma yemlerin balığın bütün ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde düzenlenmiş olması, balığın sağlıklı ve hızlı büyümesindeki başarıyı artıran bir unsurdur. Bu nedenle karma yem formülüne girecek yem ham maddelerinin seçimi büyük önem taşımaktadır (Akyıldız, 1992).

Balık unu yüksek düzeyde protein içermesi, dengeli bir aminoasit kompozisyonuna sahip olması ve balık tarafından lezzetli bulunması nedeniyle balık yemlerinde kullanılan vazgeçilmez bir protein kaynağıdır. Artan talep ve kümes hayvanları ile büyükbaş gibi çiftlik hayvanlarının yemlerinde de kullanılmasından doğan rekabet ile dünya balık unu üretimindeki açık ikiye katlanmakta ve fiyatları daha da artırmaktadır. Bunun sonucunda da balık ununun artan fiyatı ve elde edilmesindeki belirsizlik, balık unu yerine geçebilecek daha ucuz ve kolay elde edilebilen bitkisel protein kaynaklarının, balık yemlerinde kullanılmalarını zorunlu hale getirmektedir. Ancak bitkisel hammaddeler çeşitli antibesleyici yani beslenmeyi sınırlandırıcı faktörler içermektedirler. Bu faktörler sayesinde bitkiler, doğada kendilerini fare, böcek, bakteri ve kuş gibi canlıların saldırılarına karşı korumaktadırlar (Kaya ve Yalçın, 1999).

Antibesleyici faktörlerin çeşiti ve etkisi, bitkisel hammaddenin cins, tür, varyete ve bitkinin değişik kısımları ile gelişme dönemlerine göre farklılık göstermektedir. Ayrıca hayvan türüne göre de antibesleyici faktörlerin etkileri farklı olmaktadır (Balabanlı ve ark., 2006). Bu faktörler balıklarda olumsuz etkiler yapmasına rağmen, besinsel değerini artırmak için bir takım işlemlerden geçirildiğinde büyük bir kısmı tahrip olmakta veya inaktif hale geçmektedir.

Bitkisel hammaddelerin içerdiği bu faktörler ve etkileri dikkate alındığında, özellikle entansif balık yetiştiriciliğinde kullanılan yemler ve kullanılan hammaddeler konusunun önemi ön plana çıkmaktadır. Çünkü yetiştiricilik işletmelerinde, işletme giderlerinin %50 sini veya daha fazlasını yem giderleri oluşturmaktadır. Bu nedenle ekonomik bir üretim, ucuz ancak besin içeriği dengeli yemlerin elde edilebilmesine bağlıdır. Bu derleme, bitkisel hammaddelerde var olan antibesleyici faktörler ve bu faktörlerin balıklar üzerindeki etkilerini içermektedir.

Antibesleyici Faktörler

Bitkiler âlemindeki çoğu bitki, ihtiva ettiği besin maddelerini dış zararlılara karşı korumaya yarayan kimyasal bileşikleri sentezleyebilme yeteneğine sahiptir. Bu bileşikler içeren bitkiler, hayvanlar tarafından tüketildiğinde, büyümelelerinde gerileme meydana geldiği gibi, sindirim sistemi başta olmak üzere çeşitli vücut fonksiyonlarında da ciddi aksamalar ortaya çıkabilmektedir. Diğer bir deyişle antibesleyici faktörler; bitkilerin kendi kendilerine ya da yaşam sisteminde oluşturdukları metabolik ürünler yoluyla yiyecekte faydalanmayı engelleyen, hayvanların sağlık ve üremelerini etkileyen maddeler olarak tanımlanabilir. Bu faktörler; protein faydalanımı ve sindirimini etkileyen faktörler (proteaz inhibitörleri, tanenler ve lektinler), mineral faydalanımını etkileyen faktörler (fitat, gosipol pigmentleri, oksalatlar, glikosinolatlar), antivitaminler ve çeşitli maddeler (mikotoksinler, mimosin, siyanojenler ve alkaloidler, fotosentetik etmenler, fitoöstrojenler ve saponinler) olmak üzere 4 ana gruba ayrılabilirler.

Antibesleyici faktörler aynı zamanda, antibesinleri yok etmek için kullanılan en yaygın yöntem olan termal işlemlere gösterdikleri dayanıklılığa göre; ısı kararsızları (proteaz inhibitörleri, fitatlar, lektinler, goitrojenler ve antivitaminler gibi faktörler) ve ısı kararlıları (saponinler, nişastasız polisakkaritler, antijenik proteinler, östrojenler ve fenolik bileşikler gibi faktörler) şeklinde de sınıflandırılabilirler (Francis ve ark., 2001).

Proteaz İnhibitörleri

Proteaz inhibitörleri; çözünebilir proteinler (albumin) olup soya, bakla, mısır, pirinç, arpa, yerfıstığı, patates gibi çeşitli bitkisel dokularda bulunurlar. Bu inhibitörlerin etkileri, kökenlerine ve hedef enzimlerine bağlıdır. Bitki orijinli proteaz inhibitörleri üzerinde en çok çalışılan soya fasüyesindeki tripsin inhibitörleridir. Tripsin inhibitörleri, tohumun kotiledon (çim yaprakları) kısmındaki proteinde doğal olarak bulunan proteaz inhibitörleridir. Bu proteaz inhibitörleri; endojen proteazları engelleyerek depolama esnasında proteolitik olayların durmasına neden olmaktadır (Pekşen ve Artık, 2005).

Proteaz inhibitörleri, ham yem maddesi veya tam olarak işlenmemiş baklagil tohumlarıyla birlikte alındıkları zaman sindirim sisteminden salgılanan tripsin ile birleşerek inaktif formda kompleks bir bileşik meydana getirirler. Oluşan bu kompleksler ince bağırsaktaki tripsin, kemotripsin ve amilaz enzimlerinin aktivitelerini baskılayarak, yem proteinlerinin parçalanmasını dolayısıyla aminoasit emilimini ve protein yararlanabilirliğini azaltmaktadır (Tacon, 1997).

Hemaglutininler (Lektinler)

Lektinler, glikoprotein ve karbonhidratları bağlama yeteneğine sahip protein yapısında bileşiklerdir (Seyrek ve Bildik, 2001). Özellikle baklagillerde ve bazı yağlı tohumlarda bulunurlar. Başlıca antibesleyici etkisi ince bağırsakta son ürünlerin emilimini engellemek şeklindedir. Lektinler, ince bağırsak epiteli üzerinde bulunan mikrovilli yüzeyindeki glikoproteinlere bağlanarak bazı yaraların oluşmasına, anormal mikrovilli gelişimine ve buna bağlı olarak goblet hücre yoğunluğunda artışa yol açmaktadır (Hunt ve ark., 2007). Makromolekülleri parçalayan ve hücre içine taşıyan enzimleri içeren mikrovillilerin yapısının bozulması ve dolayısıyla mukus salgısının artması da bağırsak epitel hücrelerinin enzim ve emme kapasitelerini düşürmektedir. Lektinlerin, bağırsak epitel dokusundaki yapıya verdikleri zarar sonucunda glikoz, aminoasitler, vitamin B₁₂ ve iyon absorpsiyonu önemli düzeyde engellenmektedir.

Lektinler, nemli ısı işlemi (100 °C 10 dakika) ya da otoklavlama işlemiyle ayrılabilirler (Aregheore ve ark., 1998).

Tanenler

Tanenler genellikle bitkilerin kök, odun, kabuk, yaprak ve meyvelerinde yer alan polifenolik bileşiklerdir. Kolza, bakla, çay ve sorgum gibi bitkilerde yoğun olarak bulunurlar. Tanenler kimyasal açıdan, hidroliz olabilen tanenler ve kondanse tanenler olmak üzere iki ana grupta incelenirler. Birinci grupta yer alan tanenler bir asit ya da enzim eşliğinde hidroliz olarak gallik asit, pirokateşik asit ve şeker gibi suda çözünebilen bileşiklere dönüşürler. Hidroliz olabilen tanenlerin en iyi bilinen örneklerinden biri gallotanenlerdir. Çok daha geniş bir grup olan kondanse tanenler ise hidroliz olamazlar. Bunlar ısı karşısında, kuvvetli asitlerle ya da bazı yükseltgeyici maddelerle flovaben denen koyu kırmızı renkli çözünmez bileşikler oluştururlar (Anonim, 2008).

Tanenler; yem ham maddelerindeki esansiyel mineraller, proteinler ve karbonhidratlarla kompleks bileşikler meydana getirerek yemin besleme değerini düşürürler ve büyümede gerilemeye neden olurlar (Balaban ve Ark., 2006). Tanenler, substratlara bağlandıkları ve kompleks bileşikler oluşturdukları için tripsin ve amilaz enzimlerinin aktivitelerini olumsuz yönde etkileyerek protein ve nişasta sindirimini engellerler. Kolza veya kanola küspelerinde bulunan tanenler, küspelerdeki demir ile kuvvetli bir demir-fenol kompleksi oluşturarak demirin emilimini önemli derecede azaltırlar. Ayrıca B₁₂ vitamini ile de kompleks bileşikler oluşturarak bu vitaminin emilimine engel olurlar (Hunt ve ark., 2007).

Yapılan çalışmalarda, balık türlerinin tanenlere karşı toleranslarının farklı olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun, tanenlerin yapısındaki farklardan ya da tanenlerin yemdeki diğer antibesleyici faktörlerle aralarındaki etkileşimden kaynaklandığı düşünülmektedir. Fish ve Thompson (1991), tanen ve lektin arasındaki etkileşimin tanenin amilaz üzerindeki yok edici etkisini ortadan kaldırdığını bildirmiştir.

Tanen içeren hammaddelerin, okside edici ajanlarla işlenmesi ya da polietilen glikol gibi tanen kompleksleyicilerle desteklenmesi, tanenlerin hayvanlar üzerindeki negatif etkilerini azaltmaktadır (Makkar ve Becker, 1996).

Gosipol

Gosipol; *Gossypium* (pamuk) cinsine ait bitkilerin pigment bezlerinde ve diğer bazı ikenekli bitkilerde bulunan, aromatik aldehitlerden olan, yağda ve alkolde çözünen, koyu renkli polifenolik yapıda ve serbest formu zehirli olan bir pigmenttir. Serbest gosipol toksik olduğu halde, bağlı formda olanı toksik değildir. Pamuk tohumunun ısı işleme tabi tutulması gosipolün bağlı forma geçirilmesi içindir. Bu esnada gosipolün form grubu ile lizin ve argininin serbest amino grubu veya sisteinin tiyol grubu etkileşerek gosipolü bağlamaktadır. Pamuk tohumunun protein olmayan bileşenleri de ısı işleme serbest gosipolü bağlı hale getirebilir. Böylece serbest gosipolün düzeyi % 0.04 altına düşmekte ve oluşan konjüge bileşikler devam eden ısı nedeniyle moleküler farklılaşmaya başlamakta ve sonunda çözünmez, sindirilemez, polimerize ürünlere dönüşmektedirler. Bu bağlanma olayı gosipolün toksisitesini giderirken sindirilmesi mümkün olmayan gosipol-protein komplekslerinin oluşmasına, yağ metabolizması için büyük

önem taşıyan metiyonin gibi bazı amino asitlerin bozulmasına ve ayrıca lisin ve arginin gibi amino asitlerin yararışlılığının azalmasına neden olmaktadır.

Gosipol, balıklarda büyümede gerilemeye, barsak ve diğer iç organ bozukluklarına (karaciğerde lezyon, böbreklerde hasar) sebep olabilmektedir. Ayrıca sperm aktivitesinde değişikliklere, anormal spermatozoidlerin oluşumuna, testis histolojisinde anormalliklere neden olarak da üreme sistemini etkilemektedir (Francis ve ark., 2001).

Fitik Asit – Fitatlar

Fitik asit, miyoinositol halkası ve buna bağlı inorganik fosfattan oluşan serbest bir ester asididir. Kimyasal adı, miyoinositol 1, 2, 3, 4, 5, 6 heksakis dihidrojen fosfattır. Fitik asit ve fitatlar, bitki tohumlarında, dane yemlerde, kök ve yumrularında yaygın olarak bulunurlar (Ergün ve ark., 2002). Fitatlar, özellikle de tahıllarda dış endospermde yoğunlaşmışlardır. Hububatta fitik asidin birikim bölgesi alöron tabakasıdır (Alöron tabakası, tanede endospermin en dışındaki iri ve tek sıralı hücrelerden meydana gelen kül ve proteince zengin olan, öğütme sırasında kepeğe dahil edilerek undan ayrılmaya çalışılan tabakadır). Buğday ve pirinç tanelerinin endospermi hemen hemen fitik asitten yoksundur. Fitik asit bu tanelerin kepek ve ruşeym (tanenin filizlendiği bölge) tabakalarında yoğunlaşmıştır. Mısırdaki ise fitik asidin %88'i ruşeymde bulunmaktadır (Bilgiçli, 2002).

Fitik asit beslenme açısından öneme sahip minerallere bağlanarak (Ca, Zn, Fe, Mn vb.) ince barsakta sindirim ve emilimi daha az olan kompleks bileşikler yani fitat bileşiklerini oluşturularak, minerallerin biyo-yararışlılığını düşürmektedir (Richardson ve ark., 1985). Fitik asitin minerallerle kompleks oluşturmasıyla meydana gelen fitatlar, tripsin ve kemotripsin gibi endojen proteazlara bağlanarak proteolitik enzimler tarafından daha zor parçalanan fitat-protein komplekslerini oluşturmaları sonucunda protein ve amino asitlerin sindirilebilirliğini azaltırlar (Midilli ve ark., 2003). Bu nedenle fitat içeren yemlerle beslenen balıklarda düşük büyüme performansı elde edilmektedir.

Fitin fosforunun değerlendirilebilmesi için fitik asit molekülünün hidrolize olması gerekmektedir. Fitin fosforunun hidrolizi; ısıtma, çimlendirme, bitkisel endojen fitaz enziminin zengin gıdaları kullanma, depolama, pişirme ve

otoklavlama gibi yöntemlerle gerçekleşmektedir (Pekşen ve Artık, 2005). Ayrıca, dış kabuğun soyulması için öğütme işlemi yapılması ve fermentasyon işlemiyle maya ve laktik asit bakterileri tarafından oluşturulan fitaz enzimi de yemdeki fitat miktarını düşürmektedir. (Midilli ve ark., 2003).

Glikosinolatlar

Glikosinolatlar yada tioglikosidler, turpgiller ve özellikle kolza tohumu küspesi, hardal tohumu gibi *Brassica* cinsi üyelerinde doğal olarak bulunan glikozidlerdir. Glikosinolatlar toksik olmadığı halde enzimatik hidrolizleri sonucunda goitrin, izotiyosiyanat, tiyosiyanat iyonları ve nitril içeren büyüme inhibitörleri ile goitrojenler gibi toksik ürünler açığa çıkmaktadır (Tacon, 1997). Bu toksik ürünler ise organizmanın iyot alımını düşürdükleri gibi tiroit bezinin yapısı ve fonksiyonunu bozmakta ayrıca karaciğerde de hasara neden olmaktadır (Ergün ve ark., 2004).

Balıkların glikosinolat içeren yemlerle uzun süre beslenmesi durumunda, balıkların tiroit fonksiyonlarındaki bozulmaya bağlı olarak metabolizmaları ve büyümeleri de olumsuz yönde etkilenmektedir (Hossain ve Jauncey, 1989). Uygun bir şekilde ısıtma işlemi uygulanması glikosinolatların toksik etkisini minimum düzeye düşürmektedir. Kolzanın ısıtma işlemi tabii tutulmasıyla mirosinaz inaktif hale getirilerek glikosinolatların toksik ürünlerine ayrılması önlenir (Burel ve ark., 2000).

Antivitaminler

Balık yemlerinde kullanılan soya fasulyesi, yonca ve yağlı tohumların unu gibi pek çok alternatif protein kaynağının, besin kaynağı olarak etkinliklerini azaltacak çeşitli anti-vitaminler içerdiği bilinmektedir. Antivitamin A, soya fasulyesinde bulunur ve karotenlerin yıkımına sebep olur. Antivitamin D, soya fasulyesinde bulunur, civcivlerde kalsiyum ve fosfor absorpsiyonunun engellenmesine yol açar. Antivitamin E, soya fasulyesi, bezelye, börülce ve adi yoncada bulunur, civciv ve kuzularda karaciğerde nekroza ve kaslarda dejenerasyona sebep olur. Antivitamin K, tatlı yoncada bulunur. Anti-tiamin, pamuk tohumu, hardal tohumu, mung fasulyesi ve keten tohumunda bulunur. Anti-niasin sorgumda, Anti-piridoksin keten tohumunda, Antivitamin B₁₂ ise çığ soyada bulunur (Tacon, 1997). Vitaminler ısıya duyarlı olduklarından, düzgün ısı işleminden geçirilmiş balık yemleri kullanıldığında, antivitaminlerin

balıklardaki fizyolojik etkilerinin pek önemli olmadığı söylenmektedir (Francis ve ark., 2001).

Alkaloitler

Alkaloitler bitkilerde en fazla yer alan toksik bileşiklerdir ve suda az, organik çözücülerde ise daha fazla çözünürler. Canlı metabolizması üzerinde fizyolojik etkilerde bulunan alkaloitler, genellikle karmaşık kimyasal yapısı olan, halka formunda ve azot içeren bitkisel bazlardır. Bitkilerde hücre öz suyunda erimiş olarak yer alan alkaloitler, genellikle belli bir organda (kök, kabuk, yaprak, meyve, tohum gibi) daha yüksek oranda bulunurlar. Alkaloitlerin çoğu bir türe veya yakın türlere özeldir, bir kısmı ise bir familyaya hastır. Bu nedenle bitkilerde nadiren bir tek alkaloit vardır. Genelde çok küçük farklarla aynı yapıya sahip bir grup alkaloit birlikte bulunur. Bunlardan biri diğerlerinden daha fazladır ya da daha aktiftir. Morfin, nikotin, kinin, atropin, kokain ve solanin alkaloitlerden bazılarıdır. Alkaloitler sinir sistemi ve karaciğer üzerine etkilidirler. (Ergün ve ark., 2002). Antibesleyici özelliği sahip alkaloitleri içeren yemlerle beslenen balıklarda yem alımında azalmalar görülmektedir (De la Higuera ve ark., 1988).

Alkaloitlerin balıklarda ne çeşit fizyolojik reaksiyon yaptığı henüz tam olarak anlaşılamamıştır ve bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Saponinler

Saponinler, baklagiller gibi bitkisel kaynaklı yem hammaddelerinde bulunan steroid ya da triterpenoit glikozitlerdir. Genelde acı tatları, sulu çözeltilerde köpürmeleri ve kırmızı kan hücrelerini hemolize uğratabilmeleri ile tanınırlar. Küçük kabarcıklar oluşturarak suyun yüzey geriliminin azalmasına ve atmosferle su kütlesi arasında difüzyonun engellenmesine neden olan saponinler, balıklar tarafından ağız yoluyla alındığında, balıkların sindirim sisteminde parçalanarak sisteme zarar verirler. Dolaşım sistemiyle vücuda yayılmalarıyla da toksik etki gösterirler. Ayrıca, bu madde suyla karıştırıldığında deterjan etkisi nedeniyle balıkların solungaç epitellerinde hasara yol açmaktadır (Ertaş, 2007). Saponinleri bitkisel hammaddelerden uzaklaştırmak için en uygun yöntem suyla ayırma yöntemidir.

1 g/kg seviyesinin altındaki saponin miktarı yetiştiriciliği yapılan balıkların büyüme performansını genellikle etkilememektedir. Yaygın olarak bulunan bu maddenin etkileri ve tolerans

limitleriyle ilgili daha çok çalışma yapılması gerekmektedir (Francis ve ark., 2001).

Fitoöstrojenler

Fitoöstrojenler buğdaygiller ve baklagiller grubuna ait birçok yem bitkisinde bulunan, östrojen gibi davranış gösteren steroidal yapıda olmayan bileşiklerdir. Fitoöstrojenler, yapılarına bağlı olarak hem östrojen hem de östrojen etkisinin tersi etki gösterme potansiyeline sahiptir. Bitkilerde fenilpropan ve basit fenollerden sentezlenen fitoöstrojenler, kimyasal olarak çok geniş çeşitlilik göstermektedirler. Bilinen en iyi fitoöstrojen kaynakları Leguminosae ailesine ait bitkilerden kurubaklagiller (bezelye, fasulye, mercimek vb.), özellikle de soya fasulyesidir (Büyüktuncer ve Başaran, 2005).

Östrojen, hayvanların çeşitli fizyolojik işlemlerinde çok geniş etkilere sahiptir, dolayısıyla yemde kullanılan bitkisel hammaddelerin östrojenik etkilerinin çok çeşitli sonuçları olabilir. Östrojenik etkiye sahip bu bileşiklerin balıklarda nasıl bir etki yapacağı konusunda yapılan çalışmalarda, yemde bulunan fitoöstrojenlerin balıkta östrojenik etkiye sebep oldukları, vitellogenesis yol açtıkları ve düşük büyüme oranına sebep oldukları görülmüştür (Kaushik ve ark., 1995; Pelissero ve ark., 1991). Fitoöstrojenlerin gözlenen etkilerinin daha iyi değerlendirilebilmesi için balıklarda daha fazla çalışma yapılmalıdır.

Oligosakkaritler ve Nişastasız Polisakkaritler

Oligosakkaritler ve nişastasız polisakkaritler baklagil ve tahıl tanelerinde bulunurlar. Balıklardaki negatif etkileri ya safra asidine bağlanma yada sindirim enzimlerine karşı yapılan hareketi kısıtlama ve bağırsaklarda substratların hareketini tıkama şeklinde ortaya çıkmaktadır (Storebakken ve ark., 1998).

Baklagil tohumlarına yüksek sıcaklıklarda uygulanan ekstrüzyon yöntemi, hücre duvarlarının daha fazla parçalanmasına ve/veya alfa galaktozidlerinin kısmen parçalanmasına (ayrıştırılması) sebep olduğundan dolayı karbonhidrat sindirilebilirliklerini arttırmaktadır. Nişastasız polisakkaritlerin, özellikle de çözünebilir olanların balıkların büyümeleri için oligosakkaritlere oranla daha zararlı oldukları söylenebilir (Refstie ve ark., 1999). Nişastasız polisakkaritlerin beslenmeyi sınırlandırıcı etkileri, suyu hapsederek bağırsaklarda sakızimsı kütleler oluşturmalarıyla

bağırsak içeriklerinin yapışkanlıklarını arttırarak sindirim enzimlerinin aktivitesini kısıtlamalarından kaynaklanmaktadır.

Antijenik İçerikler

Bazı tahıl ve baklagillerdeki protein içeriklerinin hayvanlarda antijenik etkiye sebep oldukları bilinmektedir. Kroghdahl ve ark., (2000) solventle yada alkolle ekstrakte edilmiş soya fasülyesi içeren yemlerle beslenen Atlantik salmonlarının bağırsak mukozasında lezyonlara, villilerde anormalliklere, spesifik ve spesifik olmayan bağırsaklık sistemi tepkilerine sebep olduğunu bildirmişlerdir. Gökkuşluğu alabalıkları üzerine yapılan bir araştırmada ise soya içerisinde bulunan antijenik içeriklerin balıkların büyümesini negatif yönde etkilediği saptanmıştır (Rumsey ve ark., 1993).

Diğer Antibesleyici Maddeler

Siyanojik Maddeler: Balık yemlerinde hammadde olarak kullanılan taneli baklagillerde, kasava gibi kök çeşitlerinde ve keten tohumu gibi yağlı tohumlarda yüksek miktarda bulunurlar. Siyanojenler, hidrolize edildiklerinde hidrojen siyanür ve diğer karbonil bileşikler gibi, doğal solunumu engelleyen ve kalp krizine yol açan, zehirli ürünler üretmektedirler. Bu üretim için gerekli olan enzimler genellikle bitki dokularında hücre zarı dışında bulunurlar. Keten tohumu ve kasava gibi siyanojen içeren yemlerle beslenen balıklarda düşük büyüme performansı gözlenmiştir (Hossain ve Jauncey, 1989).

Mimosin: *Leucaena leucocephala* bitkisinde bulunan nadir bir amino asittir ve toplam proteinin kuru ağırlığının % 3-5'ini oluşturur. Balıklarda, düşük büyüme ve yem değerlendirmenin yanı sıra üreme sisteminin bozulması ve teratojenik etkiler gibi pek çok olumsuz etkiye sahiptir. Yapılan araştırmalarda yemdeki *Leucaena* yaprağı proteinlerinin balıklar tarafından iyi tolere edilemediği ve erkek tilapya balıklarının dişilere oranla mimosine daha toleranslı oldukları görülmüştür (Santiago ve ark., 1988).

Kanavanin: Pek çok baklagil türünde bulunan bir termorezistantsız amino asit türüdür. Jack fasülyesi ve çay tohumu ile beslenen tilapyalarda, iştah azalması, hareket yavaşlaması ve yüksek ölüm oranı gözlenmiştir. Diğer balıklar üzerindeki etkileriyle ilgili yeterli sayıda çalışmaya rastlanılamamıştır (Tacon, 1997).

Toksik Yağ Asitleri: Sterkulik ve malvalik asit gibi pamuk tohumu yağı ve küspesinde bulunan siklopropan yağ asitlerinin, memelilerin üreme sistemlerinde anormalliklere ve yağ metabolizmasında değişimlere yol açtığı bilinmektedir. Bu maddelerin aflatoksin gibi diğer toksinlerle beraber, balıklarda kanser yapıcı etkiye sebep oldukları düşünülmektedir. Ayrıca bu maddelerin gökkuşluğu alabalıklarında, uzun zincirli yağ asidi metabolizmasını etkiledikleri ve stearik ve palmitik asit dehidrojenasyonunu engelledikleri görülmüştür. Tam yağlı pamuk tohumu küspesi içeren yemle beslenen tilapyalarda, yağsız pamuk tohumu unu ile beslenenlere oranla daha az büyüdükleri görülmüştür. Bu durum siklopropanoid yağ asitlerinin büyüme üzerindeki negatif etkilerine işaret etmektedir (Robinson ve ark., 1984).

Mikotoksinler: Küfler tarafından oluşturulan ikincil toksik bileşikler olup yemlerde bulunan kimyasal etkenler içerisinde hayvan sağlığını tehdit eden en ciddi tehlikelerden biridir (Oruç, 2005). Yem hammaddeleri en önemli mikotoksin kaynağıdır. Yem hammaddeleri ve yemlerin depolandığı koşullara bağlı olarak toksin kontaminasyonu, hammaddenin hasatından başlayarak, yemlerin balıklara verilmesine kadar ki tüm aşamalarda meydana gelebilmektedir (Tekinay ve ark., 2005). Balık yetiştiriciliğinde mikotoksin kontaminasyon kaynağı mısır, fındık unu, buğday, soya ve pamuk küspesi gibi bitkisel kaynaklı hammaddelerdir. Mikotoksinler, balıklar tarafından biyolojik açıdan önemli sayılabilecek miktarlarda tüketilirlerse, canlı ağırlık kaybına, düşük döl verimine, kas yapısında bozulmaya yol açtıkları gibi ölüme bile neden olabilirler.

Mikotoksinler, temizleme, yıkama, eleme, toksinle bulaşık tohumların veya danelerin ayrılması, ısı veya ışınlama gibi yöntemlerle yada kalsiyum hidroksit, sodyum bisülfid, monometilenamin, klorin gazı, amonyak, hidrojen peroksit, amonyum hidroksit, hidroklorik asit ve formaldehit gibi bazı oksitleyici ve hidrolitik ajanlar kullanılarak yemden uzaklaştırılabilir.

Yukarıda ifade edilen bitkisel hammaddelerin içerdiği antibesleyici faktörlerin, balıklar üzerindeki etkilerini inceleyen çeşitli araştırmacıların elde ettikleri bulgular Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Antibesleyici faktörlerin bazı balık türleri üzerindeki etkileri**Table 1.** Effects of antinutritional factors on some fish species

<i>ANTİBESLEYİCİ FAKTÖR</i>	<i>BİTKİSEL HAMMADDE</i>	<i>BALIK TÜRÜ</i>	<i>ETKİSİ</i>	<i>LİTERATÜR</i>
Proteaz İnhibitörleri	<i>TAM YAĞLI SOYA</i>	<i>NİL TİLAPYASI</i>	<i>BÜYÜMEDE GERİLEME</i>	<i>WEE VE SHU, 1989</i>
	<i>JOJOBA UNU</i>	<i>SAZAN</i>	<i>BÜYÜMEDE GERİLEME</i>	<i>MAKKAR VE BECKER, 1999</i>
	<i>SOYA KÜSPESİ</i>	<i>GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI</i>	<i>BÜYÜMEDE GERİLEME</i>	<i>KROGDAHL VE ARK., 1994</i>
Lektinler	<i>TAM YAĞLI SOYA</i>	<i>ATLANTİK SALMONU</i>	<i>BAĞIRSAK MORFOLOJİSİNDE BOZULMA</i>	<i>VAN DER ING VE ARK., 1991</i>
	<i>JOJOBA UNU</i>	<i>SAZAN</i>	<i>BÜYÜMEDE GERİLEME</i>	<i>MAKKAR VE BECKER, 1999</i>
Tanenler	<i>HİNDİSTAN CEVİZİ</i>	<i>TİLAPYA</i>	<i>BÜYÜMEDE GERİLEME</i>	<i>JACKSON VE ARK., 1982</i>
	<i>BEZELYE TOHUMU UNU</i>	<i>LEVREK</i>	<i>BİR ETKİ GÖRÜLMEMİŞ</i>	<i>GOUVEİA VE DAVIES, 1998</i>
	<i>SAF TANİK ASİT</i>	<i>SAZAN</i>	<i>YEM ALMAMA</i>	<i>BECKER VE MAKKAR, 1999</i>
Gospol	<i>PAMUK TOHUMU</i>	<i>GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI</i>	<i>BÜYÜMEDE GERİLEME, KARACIĞERDE YAĞ DEJENERASYONU VE YÜKSEK ÖLÜM ORANI</i>	<i>HERMAN, 1970</i>
	<i>PAMUK TOHUMU</i>	<i>NİL TİLAPYASI</i>	<i>BÜYÜMEDE GERİLEME</i>	<i>OFOJEKFU VE EJİKE, 1984</i>
	<i>SAF GOSİPOL ASETAT</i>	<i>SAZAN</i>	<i>YEM ALIMINDA AZALMA, BÜYÜMEDE GERİLEME, KARACIĞER, BÖBREK VE DALAK DOKUSUNDA BOZULMA</i>	<i>ROEHM VE ARK, 1967</i>
Fitik asit	<i>SENTETİK FITİK ASİT</i>	<i>GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI</i>	<i>BÜYÜMEDE GERİLEME</i>	<i>SPİNELLİ VE ARK., 1983</i>
	<i>SENTETİK FITİK ASİT</i>	<i>CHİNOOK SALMON</i>	<i>DÜŞÜK YEM DEĞERLENDİRME, TİROİT, BÖBREK VE SİNDİRİM SİSTEMİ MORFOLOJİSİNDE ANORMALLİK, KATARAKT OLUŞUMU</i>	<i>RİCHARDSON VE ARK., 1985</i>
	<i>SENTETİK FITİK ASİT</i>	<i>SAZAN</i>	<i>DÜŞÜK BÜYÜME ORANI, BAĞIRSAK HÜCELERİNİN STOPLAZMİK BOŞLUKLARINDA ARTIŞ</i>	<i>HOSSAİN VE JAUNCEY, 1993</i>
Glikosinolat	<i>KOLZA TOHUMU</i>	<i>CHİNOOK SALMON</i>	<i>BÜYÜMEDE GERİLEME, İYOT ALIMINDA DÜŞÜŞ, TİROİT BEZİNDE BÜYÜME VE ORGANLARDA PATALOJİK BOZUKLUKLAR</i>	<i>HİGGS VE ARK., 1982</i>
	<i>KOLZA TOHUMU</i>	<i>SAZAN</i>	<i>TİROİT BEZİNDE BÜYÜME</i>	<i>HOSSAİN VE JAUNCEY, 1989</i>
Alkaloitler	<i>YAKUP OTU</i>	<i>GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI</i>	<i>BÜYÜMEDE GERİLEME, KARACIĞERDE NEKROZ</i>	<i>HENDRİCKS VE ARK., 1981</i>
	<i>BAKLA UNU</i>	<i>KALKAN</i>	<i>YÜKSEK TOLERANS GÖRÜLMÜŞTÜR</i>	<i>BUREL VE ARK., 2000</i>
Saponin	Soya küspesi ekstraktı	<i>GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI</i>	<i>BÜYÜMEDE GERİLEME, BAĞIRSAK MORFOLOJİSİNDE ANORMALLİK</i>	<i>BUREAU VE ARK., 1998</i>
	Soya küspesi ekstraktı	<i>CHİNOOK SALMON</i>	<i>BÜYÜMEDE GERİLEME, BAĞIRSAK MORFOLOJİSİNDE ANORMALLİK</i>	<i>BUREAU VE ARK., 1998</i>
	<i>ALKOLLE EKSTRAKTE EDİLMİŞ SOYA KÜSPESİ</i>	<i>ATLANTİK SALMONU</i>	<i>BÜYÜMEDE GERİLEME, BAĞIRSAK MORFOLOJİSİNDE ANORMALLİK, ENZİM AKTİVİTESİNDE BOZULMA</i>	<i>KROGDAHL VE ARK., 1995</i>
FİTOÖSTROJENLER	<i>SAF ÖSTRADİOL</i>	<i>SİBİRYA MERSİN BALIĞI</i>	<i>KARACIĞERDE BÜYÜME VE YAĞLANMA</i>	<i>PELISSERO VE ARK., 1991</i>
	<i>SOYA KÜSPESİ</i>	<i>GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI</i>	<i>DÜŞÜK BÜYÜME ORANI</i>	<i>KAUSHİK VE ARK., 1995</i>
<i>OLİGOSAKKARİT VE NİŞASTASIZ POLİSAKKARİT LER</i>	<i>BAKLA UNU</i>	<i>GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI</i>	<i>YEM ALIMINDA AZALMA VE HİPERGLİSEMİ</i>	<i>DE LA HİGUERA VE ARK., 1988</i>

Sonuç

Alternatif protein kaynaklarının kullanımı sonucu balık yemlerinde bulunan antibesleyici faktörler genelde ölüme yol açmasalar da, büyümede yavaşlamaya ve üremede azalmaya sebep olabilmektedirler. Genel olarak proteaz inhibitörlerini, antijen maddeleri ve fitatları normal seviyede içeren yemler, balıkların büyüme performansını etkilemezken, glukosinolatları, saponinleri, tanenleri, çözünebilir nişastasız polisakaritleri ve gosipolleri içeren yemlerin ise yetiştiriciliği yapılan türlerin beslenmesinde daha önemli olduğu görülmektedir. Lektin, fitoöstrojen ve alkaloid gibi maddeler ile ilgili araştırmalar yeterli düzeyde olmadığı için, bu maddelerin, balıkların fizyolojik ve ekolojik özellikleri üzerindeki etkilerini ortaya çıkaracak çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bitkisel yemlerdeki antibesin oranını düşürmek için suyla ekstraksiyon, kuru ve özellikle de nemli ısı yöntemleri, destek besinlerin eklenmesi gibi işlemler başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Yemin besin kalitesiyle ilgili negatif etkilerinden dolayı işleme yöntemleri kullanılırken dikkatli olunmalıdır. Örneğin, ısı işleminin protein ve karbonhidratların kimyasal yapılarını değiştirerek besin kalitesini düşürdüğü bilinmektedir. Antibesin seviyelerinin düşürülmesi için işlem uygulanmasına karar verilmeden önce değişik balık türlerinin antibesinlere olan farklı tolerans seviyelerinin de dikkate alınması gerekir. Örneğin, tilapya türlerinin genel olarak sazanlara oranla antibesin varlığına daha yüksek tolerans gösterdikleri söylenebilir. Saflaştırılmış antibesinler tek başına kullanılarak yapılan besleme deneyleri sayesinde kültür balıklarının üremelerini etkilemeyecek antibesin eşik limitleri bulunabilir.

Çeşitli antibesleyici faktörler arasındaki etkileşim de dikkate alınması gereken başka bir önemli konudur. Bazı durumlarda bu etkileşim, antibesinlerin toksik etkilerinin azalmasına yol açabilmektedir. Örneğin, saponin-tanen, tanen-pektin ve tanen-siyanojen ikililerinin hepsinde etkileşime giren antibesinlerin tek tek zehirli etkilerinin azaldığı görülmüştür. Balık yemi yapımında birden fazla bitkisel hammaddenin kullanıldığı düşünüldüğünde bu hammaddeler içerisinde bulunan farklı antibesleyici faktörlerin etkileşiminin nasıl sonuçlandığı ve balıklar üzerindeki etkisinin tanımlanması için daha ayrıntılı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

- Akyıldız, R., (1992). Balık Yemleri ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1280, Ders Kitabı No: 366, Ankara. 192 s.
- Anonim, (2008). Vikipedi Özgür Ansiklopedi. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Tanen> (15.05.2008).
- Aregheore, E.M., Makkar, H.P.S., Becker, K., (1998). Assessment of lectin activity in a toxic and a non-toxic variety of *Jatropha curcas* using latex agglutination and haemagglutination methods and inactivation of lectin by heat treatments, *Journal of Science Food Agriculture*, **77**: 349–352.
- Balabanlı, C., Albayrak, S., Türk, M., Yüksel, O., (2006). Türkiye çayır meralarında bulunan bazı zararlı bitkiler ve hayvanlar üzerine etkileri, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, **2**: 89-96.
- Becker, K., Makkar, H.P.S., (1999). Effects of dietary tannic acid and quebracho tannin on growth performance and metabolic rates of common carp (*Cyprinus carpio* L.), *Aquaculture*, **175**: 327–335.
- Bilgiçli, N., (2002). Fitik asitin beslenme açısından önemi ve fitik asit miktarı düşürülmüş gıda üretim metotları, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **16** (30): 79-83
- Bureau, D.P., Harris, A.M., Cho, C.Y., (1998). The effects of purified alcohol extracts from soy products on feed intake and growth of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, **161**: 27–43.
- 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.
- Büyüktuncer, Z., Başaran, A.A., (2005). Fitoöstrojenler ve sağlıklı yaşamdaki önemleri, *Hacettepe Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Dergisi*, **25** (2): 79-94.
- De la Higuera, M., Garcia-Gallego, M., Cardenete, G., Suarez, M.D., Moyano, F.J., (1988). Evaluation of Lupin seed meal as an alternative protein source in feeding of

- rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *Aquaculture*, **71**: 37–50.
- Ergün, A., Tuncer, Ş.D., Çolpan, İ. Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, M.K., Küçükersan, S., Önel, A.G., Muğlalı, Ö.H. ve Şehu, A., (2002). Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi. A.Ü. Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara, 465 s.
- Ertaş, N., (2007). Yemeklik baklagiller ve antibesinsel faktörler, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **21** (41): 85-95.
- Gouveia, A., Davies, S.J., (1998). Preliminary nutritional evaluation of pea seed meal (*Pisum sativum*). For juvenile European sea bass (*Dicentrarchus labrax*), *Aquaculture*, **166**: 311–320.
- Francis, G., Makkar, P.S.H., Becker, K., (2001). Antinutritional factors present in plant derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish, *Aquaculture*, **199**: 197-227.
- Hendricks, J.D., Sinnhuber, R.O., Henderson, M.C., Buhler, D.R., (1981). Liver and kidney pathology in rainbow trout *Salmo gairdneri* exposed to dietary pyrrolizidine (Senecio) alkaloids. *Exp.Mol.Pathol.*, **35**:170-183. In: Tacon, A., Basurco, B. (Eds.), Feeding Tomorrow's Fish. *Proceedings of the Workshop of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM)*, Jointly Organised by CIHEAM, FAO and IEO, 24–26 June 1996, Mazarron, Spain. Cahiers-Options-Mediterraneennes, **22**: 153–182.
- Herman, R.L., (1970). Effects of gossypol on rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson, *Journal of Fish Biology*, **2**: 293–303.
- 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). Studies on the protein, energy and aminoacid digestibility of fishmeal, mustard oilcake, linseed and sesame meal for common carp (*Cyprinus carpio* L.), *Aquaculture*, **83**: 59–72.
- Hunt, A.Ö., Özkan, F., Altun, T., (2007). Balık yemlerinde beslenmeyi sınırlandırıcı maddeler ve etkileri, *Türk Sucul Yaşam Dergisi Ulusal Su Günleri 2007 Özel Sayı*, **5-8**: 634-642.
- Jackson, A.J., Capper, B.S., Matty, A.J., (1982). Evaluation of some plant proteins in complete diets for the tilapia (*Sarotherodon mossambicus*). *Aquaculture*, **27**: 97–109.
- Kaya, İ., Yalçın, S., (1999). Baklagil tane yemleri ve ruminant rasyonlarında kullanımı, *Lalahan Hayvan araştırma Enstitüsü Dergisi*, **39**: 101-114.
- Kaushik, S.J., Cravedi, J.P., Lalles, J.P., Sumpter, J., Fauconneau, B., Laroche, M., (1995). Partial or total replacement of fishmeal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, *Aquaculture*, **133**: 257–274.
- Krogdahl, A., Lea, T.B., Olli, J.J., (1994). Soybean proteinase inhibitors affect intestinal trypsin activities and amino acid digestibilities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Comparative Biochemistry and Physiology*, **107A**: 215–219.
- Krogdahl, A., Bakke-Mckellep, A.M., Roed, K.H., Baevefjord, G., (2000). Feeding Atlantic salmon *Salmo salar* L. soybean products: effects on disease resistance (furunculosis), and lysozyme and IgM levels in the intestinal mucosa, *Aquaculture Nutrition*, **6**: 77–84.
- 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 for Human Nutrition*, **53**: 183–192.
- Midilli, M., Muğlalı, H., Alp, M, Kocabağlı, N., Tanör, M.A., Toklu, G.S., (2003). Yeme katılan fitaz enziminin broylerlerde besi performansı ve mineral dengesi üzerine etkisi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, **27**: 751-759.

- Ofojekwu, P.C., Ejike, C., (1984). Growth response and feed utilisation in the tropical cichlid *Oreochromis niloticus niloticus* (Linn). fed on cottonseed-based artificial diets, *Aquaculture*, **42**: 27–36.
- Oruç, H. H., (2005). Mikotoksinler ve Tanı Yöntemleri. *Uludağ University. Journal of The Faculty of Veterinary Medicine*, **24**: 1-2-3-4: 105-110.
- Pekşen, E. ve Artık, C., (2005). Antibesinsel maddeler ve yemelik tane baklagillerin besleyici değerleri, *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, **20** (2) : 110-120.
- Pelissero, C., Le Menn, F., Kaushik, S., (1991). Estrogenic effect of dietary soybean meal on vitellogenesis in cultured Siberian sturgeon *Acipenser baeri*, *Gen. Comp. Endocrinology*, **83**: 447–457.
- Refstie, S., Svihus, B., Shearer, K.D., Storebakken, T., (1999). Nutrient digestibility in Atlantic salmon and broiler chickens related to viscosity and non-starch polysaccharide content in different soybean products, *Animal Feed Science Technology*, **79**: 331–345.
- 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*). In: Francis, G., Makkar, Harinder P.S., Becker, K., 2007. *Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fis.*, *Aquaculture* **199**, 197–227.
- Robinson, E.H., Rawles, S.D., Oldenburg, P.W., Stickney, R., (1984). Effects of feeding glandless or glanded cottonseed products and gossypol to *Tilapia aurea*, *Aquaculture*, **38**: 145–154.
- Roehm, J.N., Lee, D.J., Sinnhuber, R.O., (1967). Accumulation and elimination of dietary gossypol in the organs of rainbow trout, *Journal of Nutrition*, **92**: 425–428.
- Rumsey, G.L., Hughes, S.G., Winfree, R.A., (1993). Chemical and nutritional evaluation of soy protein preparations as primary nitrogen sources of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Animal Feed Science Technology*, **40**: 135–151.
- Santiago, C.B., Aldaba, M.B., Laron, M.A., 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.
- Seyrek, K., Bildik, A., (2001). Lektinler, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, **12**: 96-100
- 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.
- Tacon, A.G.J., (1997). Fishmeal replacers: review of antinutrients within oilseeds and pulses—a limiting factor for the aquafeed Green Revolution? In: Tacon, A., Basurco, B. (Eds.), *Feeding Tomorrow's Fish. Proceedings of the Workshop of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM)*, Jointly Organised by CIHEAM, FAO and IEO, 24–26 June 1996, Mazarron, Spain. *Cahiers-Options-Mediterraneennes*, **22**: 153–182.
- Tekinay, A.A., Güroy, D., Çevik, N., (2005). Balık yemlerinde mikotoksin kontrolü. (Bildiri özeti), *Türk Sucul Yaşam Dergisi Ulusal Su Günleri 2005 Sempozyumu Özel Sayısı*, **4**: 538.
- Van der Ingh, T.S.G.A.M., Krogdahl, A., Olli, J.J., Hendriks, H.G.C.J.M., Koninkx, J.F.J.G., (1991). Effects of soybean-containing diets on the proximal and distal intestine in Atlantic salmon *Salmo salar* : a morphological study, *Aquaculture*, **94**: 297–305.
- Wee, K.L., Shu, S.-W., (1989). The nutritive value of boiled full-fat soybean in pelleted feed for Nile tilapia, *Aquaculture*, **81**: 303–314.