

Balık Üretim İşletmeleri, Yem Fabrikaları ve Yurtdışı Kaynaklı Bazı Balık Yemlerinde Aflatoksin Düzeyleri*

Gülşen ALTUĞ

İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, İstanbul - TÜRKİYE

Gülsün BEKLEVİK

Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknoloji Bölümü, Adana - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 28.09.2001

Özet: Farklı kaynaklardan sağlanan balık yemlerinde, insan ve hayvanlar için toksik metabolitler olan aflatoksin düzeylerini belirlemek amacı ile aflatoksin analizleri yapıldı. Çalışmalarda, 1998, 1999, 2000 yıllarında balık üretim işletmeleri, yem fabrikaları ve yurtdışı kaynaklı yemlerden oluşan 85 adet örnek kullanıldı. Analizlerde ince tabaka kromatografisi ve Enzyme Linked Immunosorbant Assay (ELISA) tekniği kullanıldı. Analizler sonucunda, 85 adet örnekte 20 adet yem örneğinde, 21,2 – 42,4 ppb aralığında total aflatoksin tespit edildi. 22 adet örnekte 5,0 – 20,0 ppb aralığında total aflatoksin tespit edilirken, 43 adet örnekte tespit edilebilir düzeyde aflatoksin'e rastlanmadı. 20 ppb'nin üstünde total aflatoksin tespit edilen örneklerde aflatoksin B1 analizleri yapıldı. Total aflatoksin miktarının tamamına yakınının 18,4 - 42,4 ppm aralığında bulunan Aflatoksin B1'den oluştuğu gözlemlendi. Yem türlerine göre aflatoksin kalıntısı dağılımında istatistik olarak önemli bir fark görülmedi. Ancak balık üretim işletmelerinden sağlanan yemlerde aflatoksin düzeyleri, fabrika kaynaklı ve yurtdışı kaynaklı yemlere göre daha yüksek bulundu.

Anahtar Sözcükler: Total aflatoksin, aflatoksin B1, balık yemi, ELISA, TLC

Level of Aflatoxin in Some Fish Feeds from Fish Farming Processes, Feed Factories and Imported Feeds

Abstract: Aflatoxins that are toxic metabolites for human and animals were determined in some fish feed. Eighty-five unit samples taken from "fish farming processes", "feed factories" and "imported feeds" in 1998, 1999 and 2000 were analyzed. In the analysis, thin layer chromatography (TLC) and enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) technique were used. Consequently, aflatoxin levels above 20 ppb were detected in 20 samples and from 21.2 to 42.4 ppb in 85 samples. In 22 samples aflatoxin levels from 5.0 to 20.0 ppb were detected. Aflatoxin B1 analysis was performed on all samples with aflatoxin levels of more than 20 ppb. Most aflatoxin consists of Aflatoxin B1 (18.4 - 42.4 ppm). Aflatoxin was found below detection limits in 43 samples. The effect of feed types on aflatoxin distribution was not statistically significant. However, levels of aflatoxin were higher in samples that were taken from fish farming processes than from factory or imported feed samples.

Key Words: Total aflatoxin, aflatoxin B1, fish feed, ELISA, TLC

Giriş

Mikotoksinler çeşitli küf mantarları tarafından oluşturulan insan ve hayvanlarda fizyolojik ve patolojik değişikliklere yol açan toksik metabolitlerdir. Mikotoksinler içinde aflatoksinler *Aspergillus flavus*'un bazı suşları, *A. parasiticus*'un ise hemen hemen bütün suşları tarafından üretilmektedir (1,2). 1987 yılında *A. flavus*'a fenotipik olarak benzeyen *A. nomius* ve son olarak da *A. pseudotamarii* olarak isimlendirilen bir türün de aflatoksin ürettiği bulunmuştur (3). Mikotoksinler

içinde aflatoksinler insanlar ve hayvanlar için bilinen en kuvvetli hepatokarsinojenik toksik bileşikler olarak tanımlanmıştır (4,5).

Tarımsal ürünler ve bazı gıdalar için önemli kontaminant olan küfler doğanın her yerinde yaygın olarak bulunabilirler. Küflerin genetik özelliklerinden kaynaklandığı tartışılan toksin üretebilme özellikleri ekolojik faktörlerle etkileşim halindedir. Bilinen küflerin % 40'ı ortam bileşimi, sıcaklık, O₂, asitlik gibi faktörlere bağlı olarak değişik oranlarda mikotoksin üretebilirler. Bu

* Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir (Proje no:SÜF 98).

da bir yandan ürünün kalitesini (gıda, yem) diğer yandan da insan ve hayvan sağlığını olumsuz yönde etkiler (6-10). Mikotoksinler yem maddelerinin üretiminden tüketimine kadar olan süreç içinde her devrede oluşabilirler. Ancak üretim ve depolama tekniklerine uyulması, küf kontaminasyonunun önlenmesinde önemli bir faktördür. Mantar çoğalması ve toksin üretmesi en çok yem maddelerinin yetiştirilmesi aşamasında ve depolama süresi içinde görülür. Yemlerin hazırlanma ve saklama aşamasında nem oranı % 11'i geçerse, mantar çoğalması ve uygun ortam koşullarında mikotoksin oluşması başlar (11-13).

Aflatoksin konusunda 1960 yılında aflatoksin kaynaklı olduğu sonradan belirlenen hindilerde ani ölümlerin görülmesi ile İngiltere'den başlayarak, bu alandaki çalışmalar yoğunlaşmıştır (10). Kromatografik ve floresans özelliklerine göre ayırımları yapılan aflatoksin türevleri (B1, B2, G1, G2, M1, M2) içinde aflatoksin B1, en toksik metabolit olarak bildirilmiştir (14). Gökkuşluğu alabalığı üzerinde yapılan bir çalışmada, embriyonik aşamada, nanogram düzeyinde bile aflatoksin B1'in, karaciğer tümörü oluşumuna neden olduğu bulunmuştur. (15). Uluslararası Kanser Araştırma Kuruluşu tarafından (International Agency for Research on Cancer; IARC), 1993 yılında Aflatoksin B1, 1. sınıf "yeterli kanıt elde edilmiş" insan karsinojenleri grubunda yer almıştır (16). Aflatoksinler yüksek dozlarda akut, sub-letal dozlarda ise kronik toksisite göstermektedir. Kümülatif etkileri ile, düşük dozda devamlı alınmaları halinde aflatoksikoz bulgusu olarak, immun sistem üzerine baskılayıcı etki, nörolojik anormallikler, karaciğerde renk açılması ve yağ birikimi, vücut boşluklarında sıvı birikimi, ağırlık kaybı, iç organlarda kanama, kasılma ve ölüm tespit edilmiştir (1,17). Balıklar aflatoksin zehirlenmelerine karşı yüksek derecede duyarlı türler arasındadır. 80 ppb ve üzerinde aflatoksin içeren yemlerle beslenen alabalıklarda, (0,5 mg/kg vücut ağırlığı) 3-10 gün içinde toksik etki ve ölüm kaydedilmiştir. Tek oral doz olarak letal seviye 80 ppb olarak bildirilmiştir (18).

Bu çalışma, balık üretim işletmelerinde belirli bir saklama evresi geçirmiş balık yemlerini, fabrikadan sağlanan üretim sonrası saklama evresine girmemiş balık yemlerini, balık üretim işletmelerinde kullanılan yurtdışı kaynaklı balık yemlerini aflatoksin düzeyleri bakımından analizlerle karşılaştırmak amacı ile planlanmış ve yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Materyal olarak kullanılan toplam 85 adet balık yemi üç grup altında değerlendirildi. Birinci grupta, 1998-1999-2000 yıllarında Türkiye'de çeşitli illerdeki yem fabrikalarından sağlanan 10 adet alabalık yemi, 10 adet levrek yemi, 11 adet çipura yemi olmak üzere toplam 31 adet yem örneği kullanıldı.

İkinci grupta, 1998-1999-2000 yıllarında Türkiye'de çeşitli illerdeki balık üretim işletmelerinden sağlanan 12 adet alabalık yemi, 11 adet levrek yemi, 11 adet çipura yemi olmak üzere 34 adet yem örneği kullanıldı.

Üçüncü grupta, 1999-2000 yıllarında, ithal 10 adet alabalık yemi, 10 adet levrek yemi olmak üzere 20 adet yem kullanıldı.

Yemler paçal usulü bölünerek ekstraksiyon işlemine hazırlandı. Analizlerde ince tabaka kromatografisi ve ELISA tekniği kullanıldı.

İnce tabaka kromatografisinde sırası ile,

1. Deney numunesinden aflatoksinin ekstraksiyonu (BF ekstraksiyon metodu),

2. Ekstraktın saflaştırılması,

3. Kromatografik ayırıma tutulması sırası izlendi.

Sonuçlar, 360 nm dalga boyunda ışık veren U.V. lambası altında, kromatografik ve floresans özelliklere göre değerlendirildi (19).

ELISA tekniği ile yapılan analizlerde örnekler sırası ile,

1. Ekstraksiyon (5 g örnek + 25 ml % 70 metanol),

2. Filtrasyon (Whatman 1),

3. Dilüsyon (5 ml ekstrakt + 15 ml distile su),

4. İmmunoaffinity kolon (RIDA Aflatoksin kolon) işlemlerinden geçirildi.

Kolondan geçirilen örnek ekstrakt'ı test amacına uygun olarak 0,0; 50,0; 150,0; 450,0; 1350,0; 4050,0 ppt konsantrasyonlarında hazırlanan 6 ayrı aflatoksin standartları paralelinde antikor kaplı kuyucukların olduğu plate üzerinde işlemlerden geçirilerek ELISA tekniğine göre okuyucuda 450 nm dalga boyunda ölçüldü (20). ELISA tekniği çalışmalarında aflatoksin total ve aflatoksin B₁ test kit (r- biofarm RIDASCREEN in vitro test) kullanıldı. Analizler süresince örnekler güneş ışığından uzak tutularak, inkübasyon işlemleri karanlık ortamda gerçekleştirildi. İTK tekniğinde tespit edilebilir aflatoksin düzeyi 1 ppb'dir. ELISA tekniğinde immunoaffinity kolon

ekstraksiyonu ile tespit edilebilir aflatoksin düzeyi 0,25 ppb, dilüsyon faktörü 5'dir.

İstatistik değerlendirmelerde Kruskal-Wallis nonparametric Anova test kullanıldı.

Bulgular

Seksen beş adet örnekte yapılan aflatoksin analiz sonuçları, yem örneklerinin kaynağına göre, tespit edilebilir düzeyin altında olanlar, 20 ppb'nin altında olanlar, 20 ppb'den yüksek olanlar şeklinde, sınıflandırılarak değerlendirildi. Yem fabrikaları kaynaklı balık yemlerinde yapılan aflatoksin analizleri Tablo 1'de özetlendi.

10 adet alabalık yem örneğinden bir tanesinde 5,0 ppb total aflatoksin bulunurken, 9 adet örnekte tespit edilebilir düzeyde total aflatoksin'e rastlanmadı. on adet levrek yem örneğinden 3 tanesinde 5,0 ppb, 7,0 ppb, 10,0 ppb, 2 tanesinde 23,0, 26,0 ppb düzeyinde total aflatoksin bulunurken, 5 adet levrek yeminde tespit edilebilir düzeyde total Aflatoksin'e rastlanmadı. Onbir adet çipura yem örneğinden 4 tanesinde 4,2 ppb, 5,0 ppb, 6,3 ppb, 7,2 ppb total aflatoksin tespit edilirken, 7 adet örnekte tespit edilebilir düzeyde aflatoksin bulunmadı.

Tablo 1. Türkiye'de Yem Fabrikaları Kaynaklı Balık Yemlerin de Total Aflatoksin Bulunan Örneklerin Dağılımı.

Yem Örnekleri	Adet	Aflatoksin Bulunan Örnek Sayısı		
		<D.Limit	<20 ppb	>20ppb
Alabalık	10	9	1	-
Levrek	10	5	3	2
Çipura	11	7	4	-
Toplam	31	21	8	2

(D. Limit: Detection limit.)

Türkiye'de çeşitli balık üretim işletmelerinden sağlanan balık yemlerinde yapılan aflatoksin analizlerinde aflatoksin tespit edilen örnek sayısı Tablo 2'de özetlendi.

Otuzdört adet yem örneğinin 16 tanesinde 20 ppb'den yüksek total aflatoksin bulundu. On adet örnekte 20 ppb'nin altında total aflatoksin bulunurken, 8 adet örnekte tespit edilebilir düzeyde aflatoksin'e rastlanmadı.

Türkiye'de çeşitli balık üretim işletmelerinden sağlanan balık yemlerinde yapılan analizlerde total aflatoksin düzeyleri Tablo 3'de özetlendi.

15 adet alabalık yem örneğinden 3 tanesinde, 10,0 ppb, 13,2 ppb ve 20,0 ppb olmak üzere 20 ppb'den küçük ve eşit düzeyde, 7 tanesinde, 27,3 ppb, 32,0 ppb, 34,3 ppb, 38,4 ppb, 39,2 ppb 2 adet 40,0 ppb olmak üzere 20,0 ppb'den büyük düzeyde total aflatoksin tespit edilirken, 3 adet alabalık yem örneğinde tespit edilebilir düzeyde aflatoksin'e rastlanmadı. Onbir adet levrek örneğinden 2 tanesinde 10,0 ppb, bir adet 12,2 ppb total aflatoksin tespit edilirken, 4 adet örnekte 24,5 ppb, 26,8 ppb, 32,9 ppb, 42,4 ppb total aflatoksin tespit edildi. Üç adet levrek yeminde ise tespit edilebilir düzeyde aflatoksin'e rastlanmadı. Onbir adet çipura yem örneğinden 4 tanesinde 6,5 ppb, 8,1 ppb, 12,5 ppb, 14,2 ppb, 4 adet örnekte 24,0 ppb, 25,2 ppb, 38,5 ppb, 42,1 ppb total aflatoksin tespit edildi.

Tablo 2. Türkiye'de Çeşitli İllerdeki Balık Üretim İşletmeleri Kaynaklı Yemlerde Total Aflatoksin Bulunan Örneklerin Dağılımı.

Yem Örnekleri	Adet	Aflatoksin Bulunan Örnek Sayısı		
		<D.Limit	<20 ppb	>20ppb
Alabalık	12	2 Adet	3 Adet	7 Adet
Levrek	11	3 Adet	3 Adet	5 Adet
Çipura	11	3 Adet	4 Adet	4 Adet
Toplam	34	8	10	16

Tablo 3. Türkiye'de Çeşitli İllerdeki Balık Üretim İşletmeleri Kaynaklı Yemlerde Total Aflatoksin Düzeyleri ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

Yem Örnekleri									
Alabalık	10,0	13,2	20,0	27,3	32,0	34,3	38,4	40,0	
Levrek	10,0	10,0	12,2	21,2	24,5	26,8	32,9	42,4	
Çipura	6,5	8,1	12,5	14,2	24,0	25,2	38,5	42,1	

Tablo 4. Yurtdışı Kaynaklı Yemlerde Total Aflatoksin Bulunan Örneklerin Dağılımı.

Yem Örnekleri	Adet	Aflatoksin Bulunan Örnek Sayısı		
		<D.Limit	<20 ppb	>20ppb
Levrek	10	5	3	2
Alabalık	10	9	1	-
Toplam	20	14	4	2

Yurtdışı kaynaklı yemlerde yapılan aflatoksin analizlerinde total aflatoksin bulunan örneklerin dağılımı Tablo 4'de özetlendi.

Toplam 20 adet yemden 14 tanesinde tespit edilebilir düzeyde aflatoksin bulunmadı. Dört adet yemde 20 ppb'nin altında, 2 adet yemde 20 ppb'nin üstünde total aflatoksin tespit edildi. Bir adet alabalık yeminde 16 ppb total aflatoksin tespit edilirken, 5 adet levrek yeminde total aflatoksin düzeyi 14 ppb, 16,3 ppb, 18,2 ppb, 24,0 ppb, 32,4 ppb olarak bulundu.

Toplam 85 adet total aflatoksin analizi yapılan örnekten 20 adet örnekte tespit edilebilir düzeyde aflatoksin'e rastlanmadı. Yirmi adet örnekte 20 ppb'nin üstünde total aflatoksin tespit edildi. Yirmi ppb'nin üstünde total aflatoksin tespit edilen örneklerde Aflatoksin B₁ analizleri yapıldı. Analiz sonuçları Tablo 5'de özetlendi.

Yirmi ppb'nin üstünde total aflatoksin tespit edilen 7 adet alabalık yemi, 9 adet levrek yemi, 4 adet çipura yeminde yapılan Aflatoksin B₁ analizlerinde tüm örneklerde total aflatoksin miktarının tamamına yakın düzeylerinin Aflatoksin B₁'den oluştuğu gözlemlendi.

Yem türlerine göre aflatoksin kontaminasyonunun dağılımında istatistiki olarak önemli bir fark görülmedi ($P > 0,05$).

Tartışma

Aflatoksin kontaminasyon düzeyleri bakımından incelenen toplam 85 adet yem örneğinden 20 adedinde 20 ppb – 42,4 ppb aralığında total aflatoksin, 20 ppb'nin üzerinde total aflatoksin tespit edilen örneklerde 18,4 ppb – 36,3 ppb aralığında Aflatoksin B₁ tespit edildi. Çalışmamızda kullanılan farklı balık yemlerinde aflatoksin kontaminasyonunun dağılımı bakımından istatistiki olarak önemli bir fark görülmedi. Farklı balık türlerinin aflatoksin kontaminasyonuna duyarlılığı konusunda alabalık (*Oncorhynchus mykiss*), tilapia ve sazan üzerinde yapılan çalışmalar (15,18, 21) olmasına rağmen, bu çalışmada yem örnekleri kullanılan çipura ve levrek türlerinin aflatoksin duyarlılığı ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Yasal olarak yemlerde kabul edilebilir aflatoksin düzeyleri ülkelere göre farklı değerler gösterebilmektedir. Balık yemleri için belirlenen resmi bir limit yoktur. Bununla beraber FDA yem ve yem katkılarında maksimum 20 ppb aflatoksin'e izin vermektedir. Ülkemizde 2 Mayıs 1990 tarih 20506 sayılı resmi gazete ile karma yemlerde kabul edilebilir total aflatoksin değeri 50 ppb olarak belirlenmiştir.

Üründeki aflatoksin miktarının stabil olmadığı ve toksin oluşumuna ortam hazırlayan faktörlerin devamı halinde toksin miktarında artışlar olabileceği göz önüne alındığında aflatoksin tespit edilen örnekler, "kantitatif olarak düşük düzeyde toksin içerseler dahi" ilgiyle izlenmelidir sonucuna varıyoruz.

Çalışmamızda kullanılan İTK tekniği bir çok laboratuvarında kantitatif ve kalitatif aflatoksin tespitinde

Tablo 5. Total Aflatoksin (>20 ppb) Tespit Edilen Yem Örneklerin de Aflatoksin B₁ Değerleri (ppb).

Alabalık Yemi	Af. Total	27,3 32,0 34,3 38,4 39,2 40,0 40,0
	Af. B ₁	23,2 28,1 30,0 32,3 28,7 32,4 29,7
Levrek Yemi	Af. Total	21,2 23,0 24,0 24,5 26,0 26,8 32,4 32,9 42,4
	Af. B ₁	18,4 21,9 22,0 22,2 24,3 24,0 28,4 31,0 36,1
Çipura Yemi	Af. Total	24,0 25,2 38,5 42,0
	Af. B ₁	19,8 21,1 27,5 31,0

HPLC yöntemine göre daha ucuz olması nedeni ile kullanılmaktadır. İTK tekniğinden daha az zaman alması nedeni ile rutin analizlerde tercih edilen ELISA tekniği de bu çalışmada kullanıldı. Çalışmanın ana amacı, balık yemlerindeki aflatoksin düzeyini saptamak olup, kullanılan yöntemlerle ilgili deneyimlere, karşılaşılan sorunların aktarılması amacı ile yer verildi.

ELISA tekniği ile yapılan analizlerde yaz aylarında plate inkübasyonu sırasında, ortam sıcaklığının oda sıcaklığı üzerinde olduğu durumlarda kalibrasyon eğrisinde % maksimum absorbansın % 100'den yukarıda grafik verdiği gözlemlendi. Denemeler sonucunda, plate'in etrafı akü ile çevrelenerek kuyucukların sıcaklığı 22 °C'de sabit tutularak reaksiyonun normal hızda sürmesi sağlandı. Aynı şekilde ortam sıcaklığının oda sıcaklığının altında olduğu durumlarda, absorbansın % 70-80 aralıklarında grafik verdiği görüldü. Bu sorun denemelerle plate'in oda sıcaklığına yükseltilmesi veya düşük sıcaklık nedeni ile yavaşlayan reaksiyonun tamamlanabilmesi için inkübasyon süresinin 30-45 dk uzatılması ile giderildi. Reaksiyonun sıcaklığa bağlı olarak seyirinin takibi, sıcaklık değişimini sağlayacak şartların önlenmesinin, pratikte çalışmanın sağlıklı sonuç vermesini sağlayacak önemli uygulamalar olduğunu düşündürdü. Ayrıca otomatik yıkama yapıldığında zamanla tıkanan yıkama uçlarının bazı kuyucukların yıkanmasını önleyerek, yıkanmayan kuyucuklara rastlayan standartların ve örneklerin ölçümünde sapmalara neden olabildiği, serolojik reaksiyonlara bağlı olan sonuçların sapma göstermemesi için, analizin her aşamasının dikkatle izlenmesi gerektiği düşünüldü. ELISA tekniği test prosedüründe bulunmayan bu bilgiler denemeler sonucunda bulundu ve bu çalışmada karşılaşılan sorunların aktarılması amacı ile ifade edildi. İnce tabaka kromatografisi (İTK) ile karşılaştırılarak, ELISA tekniğinin ekstraksiyon aşamasında immunoaffinité kolon kullanılmasının sonuç hassasiyetini arttırdığı bildirilmiştir (22). Aflatoksin analizlerinde her iki teknik de kullanılmaktadır ancak İTK'inde test süresince uygulayıcı kişinin yoğun olarak toksik solventlerle çalışmak zorunda kalması bu yöntemi zorlaştırmaktadır.

Farklı düzeylerde aflatoksin varlığını, ürün çeşidi ve ürün saklama koşulları ile bağlantılı olarak ortaya koyan çalışmalar vardır (23-25). Filipinler'de sekiz çeşit balık yeminde yapılan çalışmada 10-50 ppb arasında aflatoksin saptandığı bildirilmiştir (26). Ülkemizde balık yemlerinde aflatoksin düzeyi bulgusuna rastlayamadığımızdan sonuçlarımızı karşılaştırma imkanını bulamıyoruz. Ancak, çalışmalarımız sonucunda piyasada aflatoksin içeren yemlerin bulunduğunu söyleyebiliriz. Fabrikadan alınan ve saklama evresine girmemiş yemlerde aflatoksin miktarı 31 adet örnekten iki tanesinde 20 ppb'nin üzerinde iken (Tablo 1) balık üretim işletmelerinden sağlanan 34 adet yem örneğinin 24 adedinde 6,5 ppb - 42,4 aralığında bulundu (Tablo 2). İşletmelerde yemlerin ne şartlarda saklandığı bilgimiz dışındadır ancak araştırma bulgularımız (Tablo 3) bize saklama koşullarına bağlı bir kontaminasyonu düşündürdü.

En sık rastlanılan dört aflatoksinden (B1, B2, G1, G2) biri olan aflatoksin B1, en toksik metabolit olarak bildirilmiştir (14). Çalışmamızda 20 ppb'den fazla total aflatoksin içeren örneklerde, aflatoksin B1 analizleri yapılarak, sonuçta, 20 adet örneğin aflatoksin kontaminasyonunun büyük kısmının aflatoksin B1'den oluştuğu bulundu (Tablo 5).

Analiz sonuçları, yemlerin muhafazasında iklimik şartlarda oluşabilecek yetersizliklerin de etkili olabileceğini düşündürürken çalışma bulgularımız balık üretim işletmelerinden alınan yemlerde aflatoksin kontaminasyonunun daha yüksek olduğunu gösterdi. Balık yem sanayiinin yeni gelişmekte olduğu ülkemizde, yemlerde aflatoksin düzeyi, ekonomik kayıp ve insan sağlığı açısından olası problemleri önlemek açısından takip edilmelidir. Kontaminasyon düzeyinin stabil kalmayacağı ve aflatoksin oluşumuna zemin hazırlayan koşulların devam etmesi ile kontaminasyon düzeyinin artabileceği göz önüne alındığında, sorun tespit edilen durumu zaman içinde aşabilir. Bu nedenle, balık yemlerinin, balık üretim işletmelerinde periyodik olarak kontrolü, ürün nemi ve yemlerin saklama şekillerinin takip edilmesi ve benzer çalışmaların geniş kapsamlı ve kontrollü olarak yapılması olası kayıpların önlenmesi açısından yararlı olacaktır.

Kaynaklar

1. Bullerman, L.B.: Significance of Mycotoxins to Food Safety and Human Health. J. Food Protec. 1979; 42: 65-86.
2. Scott, P.M.: Mycotoxins in Feeds and Ingredients and their Origin. J. Food Protec. 1978; 5: 385-398.
3. Betina, V.: Mycotoxins, Mycotoxins Chemical Biological and Environmental Aspects, Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo, Elsevier, 1989, 437.

4. Howell, M.V.: Moulds and Mycotoxins in Animal Feedstuffs, In The Recent Advances in Animal Nutrition. Ed. Haresing, W., Mansell Bookbinders Ltd. 1982; Vol.1, p.20.
5. Clarke, M.L., Harvey, D.G., Humpreys, D.J.: Mycotoxins. Vet. Toxicol. 1985; 8: 265-280.
6. Wyllie, T.D., Morehouse, L.G.: Mycotoxic Fungal. Mycotoxicoses (An Encyclopedic Handbook). Mycotoxic Fungi and Chemistry of Mycotoxins. Marcel Dekker. Inc. New York 1977; 121.
7. Towers, R.N.: Mycotoxins in Nutrition, Proc. Nutr. Soc. Aust. 1979; 4: 72-79.
8. Tuite, J.F., Haugh, C.G., Fsacs, G.W., Huxoll, C.L.: Growth and Effect of Moulds in Stored High Moisture Corn. Transactions of the ASAE. 1987; 6: 730-732.
9. Kaya, S.: Aflatoksinler ve Diğer Mikotoksinler, Türk Vet. Hek. Derg. 1989; 2: 12-16.
10. Smith, J.E., Hacking, A.: Fungal Toxicity, (In: The Filamentous Fungi. Eds. Smith, J.E., Berry, D.R., Kristlansen, A.) Edward Arnold Ltd. London, 1983; 238-265.
11. Takeda, Y., Isohata, E., Amona, R. Uchiyama, M.: Simultaneous Extraction and Fraction Thin Layer Chromatographic Determination of 14 Mycotoxins in Grains, Assoc. Anal. Chem. 1979; 62: 573-577.
12. Şanlı, Y., Ceylan, S., Kaya, S.: Karma Yemlerde Aflatoksin. Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg. 1982; 2: 29-70.
13. Ciegler, A.: Mycotoxins Occurance, Chemistry, Biol. Activity. 1989; 38: 21.
14. Betina, V.: Bioactive Molecule, Biological and Enviromental Aspects. Elsevier Amsterdam. 1989; 9: 436-437.
15. Black, J.J., P.C. Baumann.: Carcinogens and Cancers in Freshwater Fishes. Environ. Hlth. Perspect. 1991; 90: 27-33.
16. Smith, J.E.: Aflatoxins: Fungal Toxicant. In: Handbook of Plant and Fungal Toxicants. D'Mello, J.P.F. (Ed.). CRC Press, Boca Raton, 1997; pp.269-285.
17. Bullerman, L.B.: Mycotoxins and Food Safety: Food Tech. 1986; 40: 59-66.
18. Halver, J.E.: Fish Nutrition. Academic Press: San Diego. 1989.
19. AOAC. Official Method of the Ass-of-Offic. Agr. Chemist. AOAC. 1980; 3: 414-428.
20. Yu, W., Chu, F.S M.: Aflatoxins. Agric. Food Chem. 1998.; 46: 1012-1017
21. Halil, A.H.K., Abdalla, A.N.A., Soliman, M.K.: Toxicity of Aflatoxin B1 in Tilapia and Common Carp. The IFT Annual Meeting, Egypt 1999.
22. Scott, P.M., Truckess, M.W.: Application of Immunoaffinity Columns to Mycotoxin Analysis. J. AOAC Internat. 1997; 80: 941-947.
23. ZMAE. Fındık, Antep Fıstığı ve Yer Fıstığı Mahsullerinde Aflatoksin Oluşturan Etmenler ve Oluşumu Etkileyen Faktörler İle Buna Karşı Alınacak Koruma Tedbirlerinin Tespiti Üzerine Araştırmalar. Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Yayınları. Teknik Bülten 1978; No:11. 154.
24. Jelinek, C.F.: Distribution of Mycotoxins an Analysis of Worldwide Commediens Data. Including Data from FAO/WHO/UNEP. Food Contamination Monitoring Programme. Rome, 1987.
25. Converse, H.H., Saver, B.D., Hodges, T.O.: Aeration of High Moisture Corn. Transactions of the ASAE 1983; 16: 696-699.
26. Michail B., Farm-Made Aquafeeds, Fisheries Technical Paper, FAO, Rome. 1995; 339.