

GIDA VE YEM MADDELERİNDE AFLATOKSİNLER

Selahattin Sert (1)

ÖZET

Gıda ve yem maddeleri protein, karbonhidrat, yağ, çeşitli vitamin ve mineral maddeleri içerdiği için, mikroorganizmaların gelişmelerinde iyi bir ortam teşkil ederler. Bu maddeler uygun olmayan depolama koşullarında küfler tarafından bozularak çoğu kez kullanılmaz bir duruma getirilirler. Özellikle *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* küf türleri fıstık, fındık, ceviz, badem, pamuk tohumu, ayçiçeği tohumu gibi yağlı ürünlerde, mısır, buğday, pirinç, arpa, yulaf çavdar, darı, kuru fasulye, bezelye gibi tahıllar üzerinde kolaylıkla gelişerek aflatoksin denilen çok kuvvetli kanserojenik metabolitler üretirler.

Bu derlemede, kısaca aflatoksinlerin genel özelliklerinden bahsedilmiş, çeşitli ülkelerde, özellikle yurdumuzda yapılan, gıda ve yem maddelerinde aflatoksinler ile ilgili çalışmalar özetlenmiştir.

1. GİRİŞ

Gıda ve yem maddelerinin bozulmasında önemli bir role sahip olan küfler, ekonomiye büyük kayıplar vermenin yanısıra, çoğalmaları eşnasında ortama "mikotoksin" denilen toksik maddeler bırakarak insan ve hayvanlarda "mikotoksikosis" diye tanımlanan zehirlenmelere yol açarlar. Bugüne kadar 250 den fazla küf türünün mikotoksin oluşturduğu ve bunların 20 kadarının önemli zehirlenmelere sebep olduğu tesbit edilmiştir. Mikotoksinlerden insan ve hayvan sağlığı açısından en tehlikelisinin aflatoksinler olduğu saptanmıştır. Öte yandan yapılan araştırmalarda, aflatoksinlerin kanserojenik maddelerin en etkili olduğu da belirlenmiştir.

Aflatoksinlerin zararlı etkilerinin anlaşılmasında, geçimişte meydana gelen afet görünümündeki olaylar önemli rol oynamışlardır. 1960 da İngiltere'de rasyonlarında yerfistiği küspesi bulunan 100 000 den fazla hindi palazı birkaç ay içinde ölmüş ve sebebi bilinmediği için bu hastalığa hindi X hastalığı (turkey X disease)

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Ürünleri Teknolojisi Bölümü Doçenti.

denilmiştir. Yine bu tarihlerde İngiltere'de 14 000 ördek ve 5 000 sülün yavrusunun ve Doğu Afrika'nın bazı çiftliklerinde ördek yavrularının aynı hastalık belirtileriyle öldükleri bildirilmiştir (Goldblatt, 1965, 1971 b). Bu olaylar üzerine çok yoğun araştırmalar yapılmış ve nedeni bilinmeyen bu hastalığın hayvanların yemlerinde bulunan ve *Aspergillus flavus* küf türü tarafından oluşturulan bir mikotoksinden ileri geldiği anlaşılmıştır. Daha sonraları *Aspergillus parasiticus*'un da aflatoksin ürettiği tesbit edilmiştir.

2. Aflatoksinlerin Genel Özellikleri

Aflatoksinler, kimyasal yapı olarak bis-furanocoumarin grubuna girerler. Bunların en önemli özelliği ultraviyole ışığı altında floresans vermeleridir. Aflatoksinlerin mavi floresans veren B₁ ve B₂ ile, yeşil floresans veren G₁ ve G₂ olmak üzere dört ana tipi vardır. Ayrıca, rasyonlarında aflatoksin B₁ bulunan hayvanların sütleriyle çıkan M₁ de önemli bir aflatoksin bileşiğidir. Şekil 1 de, tesbit edilen aflatoksin tipleri ve formülleri verilmiştir (Diener ve ark., 1976).

Aflatoksinler ısıya karşı oldukça dayanıklıdır. Örneğin, aflatoksin B₁ 130°C de bile parçalanmadığı için, pastörizasyon, sterilizasyon ve pişirme işlemlerinde gıdalarda kalabilmekte ve insan sağlığı açısından da tehlike oluşturmaktadır. Nitekim, Hindistanın bir köyünde ortaya çıkan bir hastalıktan 106 kişinin öldüğü, bu hastalığın gıdalarla günde 2-6 mg miktarında alınan aflatoksinden kaynaklandığı anlaşılmıştır (Krishnamachari ve ark., 1975). Uganda, Taiwan, Kenya, Swaziland, Mozambik, Filipinler, Güney Doğu Asya ve Zaire'de yapılan araştırmalar, bu ülkelerde tüketilen gıdaların aflatoksin içeriği ile, karaciğer kanseri arasında yakın bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur (Alpert, 1971; Hayes, 1978; Wilson, 1978; Kalengayi ve Masimango, 1981).

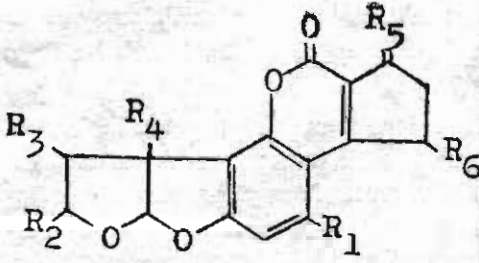
3. Bazı Gıda ve Yem Maddeleri Üzerinde Yapılan Aflatoksin Çalışmaları

Tarımsal ürünlerde en yaygın aflatoksin tiplerinin B₁ ve G₁ olduğu ve yapılan araştırmaların genellikle bu iki tip etrafında yoğunlaştığı bildirilmiştir (Goldblatt, 1971 a; Wogan ve ark., 1971; Scott, 1978).

Shotwell ve ark. (1969 a), 1368 buğday, sorgum ve yulaf örneğinin 11 inde, 2-19 ppb aflatoksin tesbit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar 1311 mısır örneğinin 35 inde 3-19 ppb aflatoksin B₁, 5 inde 2-8 ppb G₁, 866 soya fasulyesi örneğinin 2 sinde 7-10 ppb B₁, 0.4 ppb G₁ saptamışlardır (Shotwell ve ark., 1969 b). Aflatoksin, okratoksin, zearelenon yönünden 283 mısır örneğini analiz eden Shotwell ve ark. (1970), 6 örnekte 12-25 ppb aflatoksin B₁, 1 örnekte 12 ppb G₁ bulmuşlardır.

Girgis ve ark. (1977), Mısır'ın farklı bölgelerinden topladıkları buğday, mısır, fasulye, mercimek, hayvan yemi olarak kullanılan pamuk tohumu örneklerinde, 3-12 ppb arasında aflatoksin tesbit etmişlerdir.

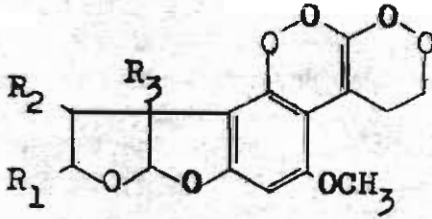
AFLATOKSİN B SERİSİ



1-metoksi-aflatoksin
2-metoksi-aflatoksin

1-etoksi-aflatoksin
3-hidroksi-aflatoksin B₁ veya

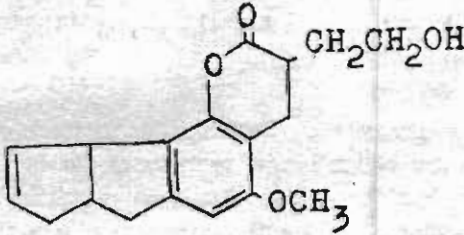
Toksin	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆
B ₁	OCH ₃	H	H	H	O	H ₂
B ₂	OCH ₃	H ₂	H ₂	H	O	H ₂
M ₁	OCH ₃	H	H	OH	O	H ₂
M ₂	OCH ₃	H ₂	H ₂	OH	O	H ₂
B _{2a}	OCH ₃	H,OH	H ₂	H	O	H ₂
R ₀	OCH ₃	H	H	H	OH	H ₂
B ₂	OCH ₃	CH ₃ O	H ₂	H	O	H ₂
B ₂	OCH ₃	H ₂	CH ₃ O	H	O	H ₂
B ₂	OCH ₃	C ₂ H ₅ O	H ₂	H	O	H ₂
B ₂	OCH ₃	CH ₃ CO ₂	H ₂	H	O	H ₂
Q ₁	OCH ₃	H	H	H	O	OH
P ₁	OH	H	H	H	O	H ₂



1-etoksi-aflatoksin

AFLATOKSİN G SERİSİ

Toksin	R ₁	R ₂	R ₃
G ₁	H	H	H
G ₂	H ₂	H ₂	H
G _{2a}	OH	H ₂	H
GM ₁	H	H	OH
G ₂	C ₂ H ₅ O	H ₂	H



PARASİTİKOL
(Aflatoksin B₃)

Şekil 1. Aflatoksinler ve Kimyasal Formülleri

Aspergillus flavus'un, sterilize edilmiş bazı hayvan yemleri ve soğan, patates, şeker pancarı, bezelye, kuru üzüm, incir, erik, elma, kayısı gibi gıdalarda, aflatoksin üretim potansiyelini araştıran Benson ve ark. (1975), 7-24 gün inkübe edilen bu ürünlerde, 50-500 ppb aflatoksin oluştuğunu saptamışlardır.

Shade ve ark. (1975) tarafından yapılan bir çalışmada, 74 badem örneğinin 10 unda aflatoksin bulunduğu ancak, bunların %90 ında aflatoksin miktarının tolerans sınırı altında olduğu bildirilmiştir.

Elli ayçiçeği tohumu örneğinin 14 ünde aflatoksin izole eden Dalcero ve ark. (1981), bu örneklerin 3 ünde yüksek oranda (357, 268, 71, ppb), 11 inde ise 20-30 ppb aflatoksin bulunduğunu kaydetmişlerdir.

Türkiyede ilk defa, 1967 yılında Kanadaya ihraç edilen 10 ton iç fındığın aflatoksini olduğu gerekçesiyle iade edilmesi üzerine, bu konuda çalışmalar başlamıştır (Köşker, 1975). Güray ve Vural (1968), Kanada'dan geri gönderilen bu fındıklar ile, Ankara piyasasından toplanan 26 iç fındık numunesinin % 20 sinde aflatoksin saptamışlardır.

Türkiye'den dış satım için hazırlanan 200 ton Antep fıstığını temsilen 40 örnekte yapılan bir araştırmada, 6 örneğin aflatoksin ihtiva ettiği bulunmuştur (Bozkurt ve ark., 1973). Antep fıstıklarında yapılan diğer bir çalışmada, aflatoksin oluşumunun önlenmesi için, depolama işlemlerinde dikkat edilmesi gerekli hususlar belirtilmiştir (Denizel, 1977).

Çolakoğlu ve Ünal (1974), 13 iç fındık, 20 yer fıstığı, 4 pamuk tohumu ve 1 zeytin örneği üzerinde yaptıkları analizlerde, hiçbir örnekte aflatoksine rastalayamamışlardır.

Demirer (1972, 1975), süt, beyaz peynir, yoğurt, ayran, eritme ve kaşar peyniri, tereyağı, süt tozu ve dondurmadan oluşan toplam 63 örnek ile, 91 tulum peyniri örneğinin hiçbirisinde aflatoksin tesbit edemediğini bildirmiştir. Çoksöyler ve Köşker (1980) de, 101 çiğ süt, 9 küflü çökelek, 4 küflü tulum peyniri örneğinde, teşhis edilebilir miktarda aflatoksin saptayamamışlardır.

Alpenden (1976), pastırma, sucuk, salam, sosis gibi et ürünleri ile peynirlerde yaptığı mikotoksin aramasında, et ürünlerinin % 8 inde, peynirlerin % 4 ünde aflatoksin bulmuştur. Aynı araştırmacı, daha sonra Trakya ve Marmara Bölgelerinden topladığı 145 adet et ve süt ürünlerinin % 4.82 sinde aflatoksin tesbit ettiğini bildirmiştir (Alperden, 1977).

Aşkın, ve ark. (1977), *A. flavus* ile aşılanan kuru incirler üzerinde yaptıkları bir çalışmada, nemlendirilip sterilize edilen birinci grup örnek ile, herhangi bir işleme tabi tutulmamış ikinci grup örnekler, *A. flavus*' un üç ayrı kültürü ile aşılanaarak 28°C de 2 haftaya kadar inkübe edilmiştir. Birinci grupta oluşan aflatoksin miktarları aşılanan kültüre göre değişmiş, maksimum 80-675 mikrogram/kg aflatoksin B₁, 300-750 mikrogram/kg G₁ meydana gelmiştir. İkinci grup örneklerde ise küf gelişimi ve aflatoksin teşekkülü olmamıştır.

Ülkemizin çeşitli bölgelerinde yetişen buğday, arpa, yulaf, çavdar gibi tahıllarda aflatoksin arama çalışmaları yapan Güray ve ark. (1978), 41 buğday örneğinin 10 unda, 43 arpa örneğinin 6 sında, 10 çavdar ve 33 mısır örneğinin 1 inde aflatoksin saptamışlardır.

Denizel (1979), Ordu ve Sakarya illerinden sağlanan 41 mısır örneğinin 5 inde 20 ppb nin altında, 13 ünde 30 ile 1000 ppb arasında aflatoksin (B₁+G₁) tesbit ettiğini bildirmiştir.

Duru ve Şahin (1979), Ankara çevresinden toplanan 93 adet un örneğinin aflatoksin analizinde, örneklerin 1 inde 20 mikrogram/kg dan, 2 sinde 30 mikrogram/kg dan fazla aflatoksin B₁ bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar yaptıkları diğer bir çalışmada, Çorum'un Sungurlu ilçesinden topladıkları 15 un örneğinin 3 ünde 30 mikrogram/kg dan, 2 sinde 20 mikrogram/kg dan fazla aflatoksin B₁ saptamışlardır (Şahin ve Duru, 1980).

Buğday, un ve ekmekte aflatoksin oluşumu ve stabilitesi üzerinde çalışan Atlı ve Köşker (1980), 72 buğday örneğinin sadece birinde 1.5 mikrogram/kg oranında aflatoksin B₁ tesbit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar, laboratuvar koşullarında, buğdaylarda *A. flavus* üremesi ve aflatoksin oluşumunun saptanması amacıyla, örnekleri *A. flavus* sporlarıyla aşıladıktan sonra 26°C de 15 gün inkübe etmişler ve yapılan aflatoksin analizinde 10.000 mikrogram/kg B₁ oluştuğunu ortaya koymuşlardır.

Karma yemler üzerinde de aflatoksinler ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Strezecki ve Gasiorowska (1974), 306 yem örneğinin 3 ünde 30-300 ppb oranında aflatoksin bulmuşlardır. Shreeve ve ark. (1975), yaptıkları çalışmada, karma süt yemlerinde 0.04 ppm aflatoksin B₁ ve G₁, arpa örneklerinde 0.05 ppm B₁, 0.20 ppm G₁ tesbit etmişlerdir. Seibol ve Ruch (1977), 60 karma yem örneğinin birinde 20 ppb aflatoksin bulmuşlardır. Demirer ve ark. (1979), inceledikleri 92 adet karma yem ve hammaddesi örneğinin sadece birisinde 30 ppb aflatoksin B₁ bulduklarını kaydetmişlerdir.

Ülkemizde halkın, özellikle hayvan yetiştiricilerinin aflatoksinler konusunda yeterince bilgi sahibi olmamaları ve genel olarak yem darlığı nedeniyle, küflü yemlerin hayvanlara yedirilmesinde bir sakınca görülmemektedir. Halbuki, küflü yemlerde bulunması muhtemel toksinler, hayvanlarda yüksek dozlarda akut zehirlenme, düşük dozlarda ise büyümenin yavaşlaması, yemden istifadenin azalması ve verimin düşmesi, kan tablosunda, karaciğer ve böbrek fonksiyonlarında bozukluklar, yaralanma ve bulaşıcı hastalıklara karşı aşırı duyarlılık gibi olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Bunun sonucu olarak, boyutları kesin olarak saptanamasa da, büyük ekonomik zararlar meydana gelmektedir. Öte yandan, hayvanlar tarafından alınan aflatoksinlerin karaciğer ve kas dokularında birikmesi, süte ve yumurtaya geçmesi, insan ve hayvan sağlığı açısından konunun önemini bir kat daha artırmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Alperden, İ. 1976. TÜBİTAK Marara Bilimsel ve Endüstriyel Araş. Enst. Yay. No. 16.
2. Alperden, İ. 1977. TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel. Araş. Enst. Yay. No.22.

3. Alpert, M.E., M.S.R. Hutt, G.N. Wogan, and C.S. Davidson. 1971. *Cancer*. 28: 253-260.
4. Aşkın, O., T. Denizel ve Ö. Köşker. 1977. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı. 27: 130-144.
5. Atlı, A. ve Ö. Köşker. 1980. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Diploma Sonrası Yüksek Okul İhtisas Tezi Özetleri. 294-311.
6. Benson, M.W., R.H. Kurtzman Jr., W.U. Halbrook and R.M. Mc Cready. 1975. *J. Food Sci.* 40: 1085-1086.
7. Bozkurt, M., N. Göksoy, A. Karaali ve M. Akşehirli. 1973. *Türk Hij. Tec. Biy. Derg.* XXXII: 221-223.
8. Çoksöyler, N. ve Ö. Köşker, 1980. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Diploma Sonrası Yüksek Okul İhtisas Tez Özetleri. 436-456.
9. Çolakoğlu, M. and K. Ünal. 1974. *Proc. IV Int. Congress Food Sci. Technol.* III: 309-313.
10. Dalcerro, A.M., S. Chulze and E. Varsavsky. 1981. *Int. Symp. Workshop on Mycotoxins (Abst. Book)*. 6-16 Sept., Cairo. 22-23.
11. Demirer, M. 1972. 15. Türk Mikrobiyoloji Kongresi. 28-30 Eylül. 346-349.
12. Demirer, M. 1975. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.* XXI: (1-2), 180-198.
13. Demirer, M., M. Akkılıç, E. Özalp, Ş. Kaymaz, B. Dinçer, E. Akşehirli. 1979. *Ank. Üniv. Vet. Fak. Derg.* XXVI: (1-2), 169-184.
14. Denizel, T. 1977. *Archives de L'Institut Pasteur de Tunis*, 3-4: 433-440.
15. Denizel, T. 1979. *Doçentlik Tezi (Basılmamış)*. Ankara.
16. Diener, U.L., N.D. Davis and G. Morgan-Jones. 1976. *Proceeding of the Third International Biodegradation Symp.* J.M. Sharpley and A.M. Kaplan, eds. *Appl. Sci. Publishers, Ltd. London*. 589-605.
17. Duru, S. ve G. Şahin. 1979. *Mikrobiyoloji Bülteni*. 13: 371-376.
18. Girgis, A.N., S. El-Sherif, N. Rafael, and S. Nesheim. 1977. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 60: 746-747.
19. Goldblatt, L. A. 1965. *Proceeding Clinic. New Orleans La., ARS* 72-49. Feb. 8-9, 3-11.
20. Goldblatt, L.A. 1971. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 48: 605-610.
21. Goldblatt, L.A. 1971 b. *The Aflatoxin Problem-Background Proceedings of the Twentieth Oilseed Proc. Clinic. ARS* 72-93, p. 31-33.
22. Güray, Ö. ve N. Vural. 1968. *Ankara Üniv. Tıp Fak. Mec.* XXI: 1030-1044.

23. Güray, Ö., M. Arat ve G. Yılmaz. 1978. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Derg. 8: 129-143.
24. Hayes, A.W. 1978. J. Food Protect. 41: 373-374.
25. Kalengayi, M.R., and N.M. Masimango. 1981. Int. Symp. Workshop on Mycotoxins. Cairo. Sept. 6-16. p. 38-39.
26. Köşker, Ö. 1975. Top. Mah. Ofisi Derg. 17:7-9.
27. Krishnamachari, K.A.V.R., R.V.Bhat, V. Nagarajan; T.B.G. Tilak. 1975. The Lancet. May 10. I: 1061-1063.
28. Scott, P.M. 1978. J. Food Protect. 41: 385-398.
29. Seibold, R., and W. Ruch. 1977. Karafutur. 60: 182-185.
30. Shade, J.E., K. Mc Greevy, A.D. King, Jr. B. Mockey, and G. Fuller. 1975. Appl. Microbiol. 29: 48-53.
31. Shotwell, O.L., C.W. Hesseltine, H.R. Burmeister, W.F. Kwolek, G.M. Shannon, and H.H. Hall. 1969 a. Cereal Chem. 46: 446-454.
32. Shotwell, O.L., C.W. Hesseltine, H.R. Burmeister, W.F. Kwolek, G.M. Shannon, and H.H. Hall, 1969 b. Cereal Chem. 46: 454-463.
33. Shotwell, O.L., C.W. Hesseltine, M.L. Goulden, and E.E. Wandergraft. 1970. Cereal Chem. 47: 700-707.
34. Shreeve, B.J., D.S.P. Patterson, and B.A. Roberts. 1975. Vet. Rec. 97: 275-278.
35. Strzelecki, E.L., and U.W. Gasiorowska. 1974. Zentralbl. Vet. Med. B. 21: 395-400.
36. Willson, B.J., T.C. Campbell, A.W. Hayes, and R.T. Hanlin. 1968. Appl. Microbiol. 16: 819-821.
37. Wogan, G.N., G.S. Edwards, and P.M. Newberne. 1971. Cancer Res. 31: 1936-1942.