

Gıdalarda Bulunan Önemli Toksik Küfler ve Sağlık Açısından Değerlendirilmesi

Uzm. Zir. Yük. Müh. Şeminur TOPAL

TÜGAM - MAE, Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü — GEBZE

İnsanların yaşam ve sağlık açısından küflerle ilişki içinde oldukları bilinen bir gerçektir. Küfler; toprak, hava, su gibi doğanın her parçasında yaygın biçimde dağılarak tarımsal ürünler ve işlenmiş gıdalar için önemli kontaminantları oluştururlar. Ayrıca gıda ve diğer fermantasyon endüstrilerinde pek çok yollarla küflerden yararlanılmaktadır. Çeşitli fermente ürünler (örneğin özel peynir ve et çeşitleri, Saki, Tempe v.b. mahalli yiyecekler), yağ, gliserol, antibiyotik, vitamin, enzim, organik asitler gibi pek çok üretim teknolojisinde küfler yaygın olarak kullanılmaktadır. Gelişen teknolojiye paralel olarak ve hijyenik koşullarda çeşitlendirilen bu ürünler beğeni de kazanmaktadır. Ülkemizde anılan bu teknolojilerin güzel örnekleri, özellikle biyoteknoloji alanında gözükmekte iken, bazı yöresel geleneklerle ürünlerimizi çeşitlendirme çabaları, bütün ikelliği ve sakıncalarıyla da sürdürülmektedir. Bunlara ek olarak pek çok tarımsal ürünlere tarladan itibaren, mamullere de teknolojik işlemler ve saklanma sürecinden tüketime kadar küflerin verdiği ekonomik zararlar küçümsenmeyecek boyutlardır.

Çizelge 1. Küfler nedeniyle yaklaşık ürün kayıpları

Ürünler	Yıllık Üretim % kayıp
Yer Fıstığı	4,2
Mısır	3,0
Yağlı Tohumlar	12,0
Pirinç	5,0
Soya Fasulyesi	3,0

Küflerden yararlanma çabaları, fermantasyon şartlarını optimize ederek primer metabolitlerini kullanmak şeklinde sürdürülür. Bunun yanında ekonomik zararlara ilaveten büyük sağlık sorunları yaratabilen «sekonder metabolitleri» olarak bilinen mikotoksinler, yüksek organizmalar, insekt ve diğer organizmalar üzerinde aktif biçimde etkilidir. Steroidler, karotinoidler, alkaloidler, siklopeptidler ve kumarinler olarak sınıflandırılabilen bu sekonder me-

tabolitler, kimyasal yapı ve etkileri bakımından büyük farklılık gösterirler. Çeşitli alkaloidler, siklopeptidler ve kumarinler mikotoksinleri içine alırlar. Küflerin mikotoksin biyosentezleme özellikleri incelendiğinde, çeşitli değişik görüşler ortaya çıkmıştır. Bunlardan en geçerli olanı, mikotoksinlerin; onları üreten küflerin normal vegetatif gelişmelerini tamamladıktan sonra, «DİOFAZ» adı verilen safhaya girerek, sekonder metabolizma ürünlerini üretmeye geçtiklerinde oluşturulduğu yönündedir. Bu aşamada organizma ara metabolitlerini kullanarak antibiyotik veya toksik özellikle kompleks moleküller oluşturmaktadır. İki, dikotoksinler bunlar arasındadır (TURNER - 1971).

Antibiyotikle, mikotoksinlerin ayırım noktaları etki ettikleri metabolizmalardan kaynaklanır. Eğer sadece bakteri ve virüsleri etkiliyorsa «antibiyotik», insan ve hayvan gibi yüksek organizmaları da etkiliyorsa mikotoksin diye belirtilmektedir. Bu yakınlık nedeniyle de, uzun süre hatalı uygulamalar yapılmıştır. Örneğin 1950'li yıllara kadar, sitrinin, penisilik asit ve patulin, antibiyotik ve gıda sanayinde koruyucu madde olarak kullanılmıştır. Uygulamada «antibiyotiklerle, mikotoksinlerin bir biçiminin iki kenar tarafına benzer bir özellik gösterdiğine ilişkin» örnek akıldan çıkarılmamalıdır (IOWERS - 1979).

Mikotoksinlerin oluşumunu tek tek veya bir arada kolektif olarak etkileyen faktörler içinde en önemlileri; küf cinsi, ortam bileşimi, bağıl nemi, inkübasyon ortamının sıcaklığı ve süresidir (SMITH ve HACKING - 1983). Çeşitli şekillerde insanlar ve hayvanlar tarafından mikotoksinlerin vücuda alınmasıyla, bazı toksik sendromlar meydana gelir ki, organizmada oluşan bu sendromların yarattığı olaya **mikotoksikozis** denir. Akut ve kronik toksisite sendromları; mikotoksinlerin tiplerine göre değişik olup, karsinogenik, mutajenik, teratojenik, tremorjenik, hemorraljik veya dermatitik tiplerde gözlenebilir. En yaygın olanları hepatotoksik, nefrotoksik veya nörotoksik etkilidir. Daha

hassas etkileri ise, metabolizmadaki protein sentezinin veya gelişmenin inhibisyonu olduğu gibi, gözlemlenemeyen bazı aksaklıklara da sebep olabilmektedir (DAVIS ve DIENER - 1978, ALPERDEN - 1985).

Ayrıca kişilerin stres ve malnütrasyon durumlarının da mikotoksinlerin toksik etkilerini artırıp hızlandığı saptanmıştır. Özellikle ml. kotoksinlerin simbiyotik etkileri (ochratoksin ile sitrinin arasındaki gibi) etkinliklerini arttırmaktadır, ya da aflatoksin için kesinlikle saptandığı gibi; hassasiyet, artan yaşla değişebilir (WYLLIE ve MOREHOUSE - 1978 a, b, - 1977).

Dünya üzerinde yaygın olarak bulunduğu ve mikotoksinleriyle çeşitli zararlara sebep olduğu bildirilen en önemli küf cinsleri içinde 10 tanesi **Aspergillus, Penicillium, Fusarium, Claviceps, Stachybotrys, Pithomyces, Phoma, Myrothecium, Alternaria ve Diplodia** olarak belirtilmektedir (TOWERS - 1979). Bunların en yaygın olan ve en büyük sorunlar yaratanları **Aspergillus, Penicillium ve Fusarium** cinslerine ait toksik küflerdir (SMITH ve HACKING - 1983).

Bu 3 cins'e ait türlerin toksinleri ve bunların bulunma sıklığı açısından riskli gıda maddelerine ait örnekler, çeşitli kaynaklardaki bilgilerin değerlendirilmesiyle Çizelge 2 de sunulmuştur (ONIONS 1985 - 1982; SMITH ve HACKING - 1983, JARVIS ve ark., 1982, CORRY ve ark., 1982, NORTHOLT ve SOENTORO - 1981, MOREAU - 1979, CIEGLER - 1971).

Aspergillus Toksinleri : **Aspergillus** cinsine ait türleri belirleyen tipik bir (Sterigmata) kafa yapısı ve takibeden dallanma durumu (Univeriate - biseriata gibi), conidia - spor şekli gibi morfolojik özelliklerdeki farklılara göre değişen 132 tür belirlenmiş ve bu türler 18 değişik grup içinde toplanmıştır ve 64 toksik metaboliti olduğu bildirilmektedir (RAPEL ve FENNELL - 1965).

Önem sıralarına göre, «aflatoksin, sitrinin, sterigmatosistin, ochratoksin, patulin ve penisillik asit» olarak bildirilmektedir (WYLLIE ve MOREHOUSE - 1977). Penisillik asit kalıntısının kumulatif karsinogenik özelliği, i ve gen toksisitesinden daha önemlidir.

Penicillium ve toksinleri : **Penicillium**lar, 1809'da ilk kez Link tarafından tanımlanmış ve 1930'da 678 tür ve bunların varyeteleri içinde toplanmıştır. Daha sonra 33 ilave varyete almıştır. 1949 da Raper ve Thom tarafından önce 137 ve en son da 150 tür ve bunların varyeteleri içinde toplanmıştır (PITT - 1979). **Penicillium**ların 97 toksini vardır. İnsanlar için gerek endüstriyel açıdan, gerekse toksinleriyle sağlık açısından çok önemlidir. Toksinlerinin bazıları; sitrinin, sitrik asit, mikofenolik asit, ochratoksin A, sitreoviridin, rubratoksin A ve B, patulin, penisillik asit, penitrem A, P-R (P. roqueforti) toksini, Tuteoskyrin, islando-toksin, ksantosillin, siklopiazonik asit, sekalonik acid - D, gliotoksin, viridikatam - toksin, sitromisetin (frequentik asit), rugulsin, ksantomeg nin, diastereoisomerik toksin, rugulovasin A ve B, verruculotoksin, emodin, kaetoglobosin'dir (WYLLIE, MOREHOUSE - 1977).

Fusarium ve toksinleri : **Fusarium** türleri taze veya depolanmış ve özellikle kışlatılmış tahıllar (arpa, buğday, çavdar, darı v.b.), sebze, keçiboynuzu, meyve, toprak, yemlik daneler için yaygın sorunlar getirmektedir. Bilinen bütün türleri toksik özellik gösterebilmektedir. İnsan, hayvan ve bitkiler için şiddetli seyreden toksikoziara sebep olabilmektedir. En önemli toksinleri, trikotesen, zearalenon (F₂ toksini), skirpen, sitroviridin, fusariogenin, epikladosporik asit, fagiklodosporik asit olup şiddetli östorojenik ve hepatotoksik etkiler yaparlar (ARDA 1980, SMITH ve HACKING - 1983; BOOTH - 1985).

En önemli mikotoksinlerin etmeni bu 3 küf cinsi dışında diğer toksik küf türleri ve bunların toksinleri çizelge 3 de özetle sunulmuştur. Bu küfler açısından tahıllar ve yemler riskli gıdalar sayılabilir (SAMUELS - 1984, NORTHOLT ve SOENTORO - 1981).

Oluşan toksinlerin detoksifikasyonu çok güç, bazanda imkansızdır. Bu nedenle esas tedbir toksin oluşumuna önlem almaktır. Bunlarda esas olarak, hasat öncesi önlemler (küfleri ve yayılmalarını minumuma indirmek üzere çevre şartlarının kontrolü), depolama önlemleri (kuru şartlarda veya hermetik depolama), yada kimyasal inhibisyon (koruyucu maddeler kullanımı) şeklinde özetlenebilir (SMITH ve HACKING - 1983).

Çizelge 2. Bazı mikotoksinler, bunları üreten küfler ve riskli gıdalardan örnekler

Mikotoksinler	Küfler		Riskli gıdalardan örnekler
Aflatoksinler	<i>Aspergillus flavus</i> * <i>A. parasiticus</i>		Yerfıstığı, Antepfıstığı, fındık, pirinç, kahve, kakao, soya, mısır, ve ürünleri, süt ve süt ürünleri, yemler
Sitrinin	<i>Penicillium citrinum</i> * <i>P. viridicatum</i> * <i>P. citreo - viride</i> <i>P. expansum</i> <i>P. fellutanum</i> <i>P. implicatum</i> <i>P. jensenii</i> <i>P. lividum</i> <i>P. canescens</i>	<i>P. notatum</i> <i>P. palitans</i> <i>P. steckii</i> <i>P. corylophilum</i> <i>Aspergillus candidus</i> <i>A. niveus</i> <i>A. terreus</i> <i>P. claviforme</i> <i>P. jenseni</i>	Buğday, çavdar, arpa, pirinç, darı, peynir
Ochratoksin	<i>Aspergillus ochraceus</i> * <i>A. melleus</i> <i>A. sulphureus</i> <i>Penicillium viridicatum</i> *	<i>P. cyclopium</i> <i>P. variable</i> <i>P. verrucosum</i> <i>P. palitans</i>	Mısır, arpa, çavdar, buğday, yerfıstığı, fındık, narenciye, kahve, kakao, soya, peynir
Penisillik asit	<i>Penicillium cyclopium</i> * <i>P. aurantio - virens</i> <i>P. baarnense</i> <i>P. fennelliae</i> <i>P. janthinellum</i> <i>P. lividum</i> <i>P. martensii</i> * <i>P. palitans</i> <i>P. puberulum</i> <i>P. thomii</i>	<i>P. verrucosum</i> <i>P. piscaum</i> <i>P. roqueforti</i> <i>P. simplicissimum</i> <i>P. stoloniferum</i> <i>P. viridicatum</i> <i>Aspergillus ochraceus</i> <i>A. alliaceus</i> <i>A. melleus</i> <i>A. sclerotiorum</i> <i>A. sulphureus</i>	Mısır, bakliyat, meyva
Patulin	<i>Penicillium patulum</i> <i>P. expansum</i> * <i>P. variable</i> <i>P. claviforme</i> <i>P. lapidosum</i> <i>P. melinii</i> <i>P. rugulosum</i>	<i>P. divergens</i> <i>P. griseofulvum</i> <i>P. cyclopium</i> <i>Aspergillus clavatus</i> <i>A. giganteus</i> <i>A. terreus</i> <i>Byssochlamys nivea</i>	Meyva suyu, peynirler
Roquefortin	<i>Penicillium roqueforti</i>		Yem, silaj
Fumitremorgen	<i>Aspergillus fumigatus</i> <i>Penicillium lanosum</i>	<i>A. caepitosus</i>	Pirinç
Siklopiyozonik asit	<i>Penicillium cyclopium</i> , <i>P. crustosum</i> <i>P. viridicatum</i>	<i>P. puberulum</i> <i>P. patulinum</i>	Yumuşak peynir
Rubratoksin	<i>Penicillium rubrum</i>		Mısır

Çizelge 2. Bazı mikotoksinler, bunları üreten küfler ve riskli gıdalardan örnekler (Devamı)

Mikotoksinler	Küfler		Riskli gıdalardan örnekler
Sterigmatisetin ve türevleri	Aspergillus amstelodami A. chevalieri A. flavus A. nidulans	A. versicolor * Bipolaris sorokiniana Penicillium luteum R. rugulosus	Tahıllar, kahve, çeşitli gıdalar
Trikotesenler	Fusarium avenaceum F. culmorum F. equiseti F. graminearum (P. roseum, Gibberella zeae) * F. lateritium	F. tricinctum * F. moniliforme F. oxysporum F. poae F. solani F. sporotrichioides	Mısır ve diğer çeşitli tahıllar
Zearalenon	Fusarium graminearum (F. roseum) * F. moniliforme F. culmorum	F. oxysporum F. sporotrichioides F. tricinctum F. nivale	Mısır ve çeşitli tahıllar

* : Önem durumuna göre toksini en çok üreten küf türü.

Çizelge 3. Diğer önemli toksik küfler ve toksinler

Küf türleri	Toksinleri
Alternaria sp.	Tenuazoik asit, alter toksin, tenuazonik asit
Byssosclamyces fulva	Bissoklamik asit, patulin
Cladosporium herbarum	Epiklodosporik asit
Claviceps purpurea	Ergot alkaloidleri
Mucor sp.	(Yapıları bilinmiyor)
Rhizopus sp.	(" ")
Stachybotrys sp.	Stachybotrio toksinler
Phoma sp.	Tenuazonik asit, ergokromlar, sitokalsinler
Curvularia sp.	Zearalenone

KAYNAKLAR

- ALPERDEN, İ. 1985. Küfler ve Mikotoksinlerin İnsan Sağlığına Etkileri. (Alınmıştır. Gıdalarda Küfler ve Mikotoksinler, Genel Bilgi ve Laboratuvar Çalışma Yöntemleri - Anonymous, TÜBİTAK-MAE, Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü Yayını - MAE Matbaası - Gebze 1 - 31).
- ARDA, M. 1980. Mikoloji - A.Ü. Vet. Fak. Yayınları, Yayın No: 366, A.Ü. Basımevi, 276 - 279.
- BOOTH, C. 1985. Fusarium sp. and their toxins. (Özel kurs notları) CMI - LONDON.
- CIEGLER, A.; S. KADIS. S.J. AJL, 1971. Microbial Toxins. Vol VI, (Fungal Toxins). Academic Press Inc. London Ltd - 563 s.
- CORRY, J.E.L., D. ROBERTS, F. SKINNER 1982. Isolation and Identification Methods of Food Poisoning Organisms - Academic Press - London.
- DAVIS, N.D.; U.L. DIENER. 1978. Mycotoxins (alınmıştır. Food and Beverage Mycology - BEUCHAT, L.R.) 397 - 444. Avi Pub. Comp. Inc. U.S.A.
- JARVIS, B.; W.B. CHAPMAN, A.P. WILLIAMS, D.M. NORTON ve G.M. TOULE -

1982. Methods for the Detection and Identification of selected Mycotoxins (Alınmıştır. Isolation and Identification Methods for Food Poisoning organisms - J.E.L. CORRY, D. ROBERTS, E.A. SKINNER) Academic Press London. (367 - 392).
8. MOREAU, C. 1979. Moulds, Toxins, and Food. 2 nd. Ed. John Wiley & Sons - G. Britain. 477 s.
9. NORTHOLT, M.D. and P.S.S. SOENTORO - 1981. Fungal Growth on Foodstuffs Related to Mycotoxin, Contamination (Alınmıştır - Introduction to Food - Borne Fungi, SAMSON, R.A., E.S. HOEKSTRA and C.A.N. van OORSCHOT - CBS - Baarn - Netherlands (212 - 218).
10. ONIONS, A.H.S. 1985 - Typical Toxin Producing Fungi (Özel kurs notları), CMI. London.
11. ONIONS, A.H.S. 1982 - Mycotoxigenic Fungi: Penicillium and Aspergillus - (Alınmıştır. Isolation and Identification Method of Food Poisoning Organisms - CORRY, J.E.L; D. ROBERTS; F. SKINNER) - Academic Press Ins. London Ltd. (343 - 365).
12. PITT, J. 1979 - The Genus Penicillium, and its Teleomorphic States Academic Press - London - 634 s.
13. RAPER, K.B. and D.I. FENNELL - 1965. The Genus Aspergillus - Williams & Wilkins - Baltimore.
14. SAMUEL, J.G. 1984 - Toxicogenic Fungi as Ascomycetes (Alınmıştır. Toxicogenic Fungi - Their Toxins and Health Hazard - Ed. H. KURATA, Y. UENO - KODANSHA - Tokyo) (ELSEVIER Pub. Amsterdam) (119 - 147).
15. SMITH, J.E. and A. HACKING - 1983. Fungal Toxicity. (Alınmıştır - The Filamentous Fungi - J.E. SMITH, D.R. BERRY and B. KRISTIANSEN - 1 St Ed.) Edward Arnold. Ltd. London (238 - 265).
16. TOWERS, R.N. 1979 - Mycotoxins in Nutrition. Proc. Nutr. Soc. Aust. 4, 72 - 79.
17. TURNER, W.B. 1971 - Fungal Metabolites - Academic Press - London. 446 s.
18. WYLLIE, T.D. and L.G. MOREHOUSE - 1977 - Mycotoxic Fungi, Mycotoxins, Mycotoxicoses. (An Encyclopedic Handbook) - Vol I (Mycotoxic Fungi and Chemistry of Mycotoxins). Marcel DEKKER, INC. New York - 538 s.
19. WYLLIE T.D. and L.G. MOREHOUSE - 1978. (a) Mycotoxic Fungi, Mycotoxins, Mycotoxicoses (An Encyclopedic Handbook) Vol. II. Mycotoxicoses of Domestic and Laboratory Animals, Poultry and Aquatic Invertebrates and Vertabrates) Marcel DEKKER, INC - New York - 570 s.
20. WYLLIE, T.D. and L.G. MOREHOUSE - 1978 (b) - Mycotoxic Fungi, Mycotoxins, Mycotoxicoses (An Encyclopedic Handbook) Vol III. (Mycotoxicoses of Man and Plants: Mycotoxin Control and Regulatory Aspects) Marcel DEKKER, INC. New York. 202 s.