

BESİNLERDEKİ KÜFLER VE MİKOTOKSİNLER

Yrd. Doç. Dr. Muhittin TAYFUR*

Bu yazıda uygun koşullarda saklanmayan besinlerde gelişen küfler ve ürettikleri mikotoksinlerin etkileri tartışılmış, günlük yaşantımızda uygulanabilecek basit önlemler üzerinde durulmuştur.

GİRİŞ

Günlük yaşantımız sırasında uygun koşullarda saklanmayan besinler üzerinde küfler gelişmekte ve bu durum önemsiz bir problem olarak değerlendirilmektedir (1). Mikroskopik küflerin uygun nem ve ısı koşulları altında besinlerde oluşturduğu ikincil toksik metabolitler mikotoksinlerdir (2).

Küfler, mantarlar alemi içinde yer alır. Küf hücreleri bakteri hücrelerine göre organize dir. Saprotit olarak ölü organik maddeler üzerinde veya parazit olarak canlı organizmalar üzerinde yaşarlar. Küflerde çoğalma farklı tiplerdeki sporlarla gerçekleşir. Sporlar suyu emerek şişer, hifleri oluştururlar. Hiflerin gelişmesi ilerledikçe miseller oluşur. Miseller, küflerin büyük çoğunluğunda gevşek bir ağ görünümündedir. Bunlar, küflerin ortama tutunmalarını, yaşama ve üremeleri için gerekli besini almalarını ve havaya doğru uzayarak spor oluşumunu sağlamaktadırlar (3).

Besinlerin Mikroflorası

Birçok çalışmada toksijenik küflerin tipleri ve değişik yiyecekler üzerinde insidansları üzerine raporlar vardır (4-8). Bu çalışmalar tehlikeli toksin üreten küflerin heryere dağıldıklarını belirlemiştir. Bir üründe bulunan küflerin tipini etkileyen etmenler nem ve depolama koşullarıdır.

Besinlerin mikroflorası 3 grupta incelenebilir (9,10).

I- *Tarla küfleri*: Hasattan önce tarlada bulunan türlerdir. Örnek; *Alternaria*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Cladosporium* gibi.

* H.Ü. Beslenme ve Diyetetik Bölümü Öğretim Üyesi

- II- *Depo küfleri*: Hasattan sonra depolama sırasında baskın olarak bulunan türlerdir. Örnek; *Aspergillus*, *Penicillium*.
- III- *Çürüme küfleri*: Bozulma olayından sonra diğer mikroorganizmalarca oluşturulurlar. Örnek; *Fusarium*, *Chaetomicum*.

Bu türler içinde en sık görüleni ve tehlikeli olanları depo küfleridir (10). Depo küfü deyimi 1940'larda düşük nem ve yüksek osmotik basınçta büyümeye uyum sağlamış, depolanmış ürünlerde bozulmalara neden olan küfleri tanımlamak için kullanılmıştır (11).

Küflerin Besinlere Bulaşması

Küf sporları toprakta yaygındırlar ve değişmeden kalabilirler. Atmosferde de bulunabilirler. Özellikle yüksek irtifalarda bulunurlar, rüzgar ve hava akımları ile taşınır ve yayılırlar. Küf sporları böcekler, kemiriciler ve diğer hayvanlar tarafından da yayılırlar. Küf sporları dayanıklı olup organik bileşiklerin parçalanması, küflerin büyüyüp gelişmesine yardımcı olur (12).

Küf miçelyumları buğday, arpa ve pirinç perikarpları ile ikinci kabuk altında yaygındır. Hasat zamanı depo küfleri görülebilir. Fakat tahıl tohumları üzerinde depo küfleri ile yüzey enfeksiyonu küçük miktarlarda olduğu için gözle görülmesi zordur. Hasat dönemi tohumun tarlada bırakılması yada bekletilmesi, rüzgar ile sıra sıra yatırılması, olgunlaşmış tanelerin yağmurlu havalarda iki hafta kadar bekletilmesi, küflerce istila edilmesine olanak sağlar. Hasattan bir veya iki hafta içinde ürünlerin depolama koşulları da küfler için uygun ise küfler hızla gelişirler (10).

Küflerin Büyüme ve Üremeleri

Küflerin büyümesinde ve toksin üretmesinde ürünün nem içeriği, nisbi nem, ısı, ürünün bileşimi, küfün türü önemlidir (13). Tarla küfleri ve çürüme sonucu gelişen küflerin büyüme ve gelişmeleri için gerek duydukları nem düzeyi % 20-25'dir. Depo küflerinin büyümesi için nisbi nemin % 65 olması, arpada nem içeriğinin % 14.5, buğday ve mısırdaki % 12.5-13.5, yer fıstığında % 8 olması kritik değerlerdir (9,14). Tablo 1'de mikotoksin üreten bazı küflerin gereksinme duydukları nem miktarları özetlenmiştir.

Tablo 1: Tahıllarda Küflerin Büyümesi için Gereksinme Duydukları Nem Miktarları

Nem Miktarı (%)	Küf Türü
10.0-17.0	<i>Aspergillus glaucus</i> grubu
14.5-16.5	<i>A. ochraceus</i>
15.6-21.0	<i>Penicillium palitans</i> <i>P.oxalium</i> <i>P.viridicatum</i>
18.0-19.5	<i>A.flavus</i>
18.4	<i>Fusarium moniliforme</i>
22.2	<i>F. roseum</i> var. <i>graminearum</i>
21.2-33.0	<i>Fusarium</i> spp. <i>Alternaria</i> spp.

Yüksek nem içeriği küflerin büyümesine ve toksin üretmesine izin vermektedir. Ancak ısı ise küflerin büyümesi ve toksin üretimi için neme göre daha az etkindir. Çünkü birçok organizma normal ısı derecelerinde metabolizmalarını sürdürmekte ve bu durumu da tolere edebilmektedir (14).

Mikotoksin Üreten Küfler

Mikotoksinler, küfler tarafından üretilen zehirli bileşikler olup canlı organizmalara toksik etkileri vardır. Mikotoksin terimi Yunanca da mantar anlamına gelen "mykes" ve Latince de zehir veya toksik anlamına gelen "toxicum" kelimesinden gelmektedir (15).

Mikotoksinler bakteriyel toksinler gibi değildir. Mikotoksinlerin çoğunluğu kuru depolama koşullarında aylarca hatta yıllarca kalabilirler, pişirme ve fırınlamaya dayanıklıdır (16).

Küfler, besinleri üretim, taşıma, işleme ve depolama sırasında işgal etmeye başlarlar. Eğer küf büyüyüp gelişmişse mikotoksin üretmesi de olasıdır (9). Fakat besinlerde toksijenik küflerin varlığı direkt olarak mikotoksinlerinde varlığı anlamına gelmez. Bu durumda dışarıdan mikotoksin kontaminasyonu olasılığı vardır. Toksijenik küflerin yokluğu ürünlerde mikotoksinlerin de yok olduğunu göstermektedir (17). Tablo 2'de değişik ürünlerde bulunan toksijenik küfler ve ürettikleri mikotoksinler özetlenmiştir (9).

Tablo 2: Çeşitli Ürünlerden İzole Edilen Toksikjenik Küfler ve Ürettikleri Mikotoksinler

Ürün	Küf	Mikotoksin
Un, ekmeğe, mısır unu, popmısır	1- <i>Aspergillus</i> : <i>Flavus</i> , <i>ochraceus</i> , <i>versicolor</i> 2- <i>Penicillium</i> : <i>Citrinum</i> , <i>citico-viridie</i> , <i>cyclopium</i> , <i>martensii</i> , <i>puberulum</i>	Aflatoksin, okratoksin, sterigmatocystin, Patulin, penisillik asit
Yerfıstığı-ceviz	1- <i>Aspergillus</i> : <i>Flavus</i> , <i>parasiticus</i> , <i>ochraceus</i> , <i>versicolor</i> 2- <i>Penicillium</i> : <i>Cyclopium</i> , <i>expansum</i> , <i>citrinum</i> ,	Aflatoksin, okratoksin, Patulin, sterigmatocystin
Elma ve elma ürünleri	1- <i>Fusarium</i> 2- <i>Chaetomium</i> 3- <i>Penicillium expansum</i>	Patulin
Et, kıyma, pişirilmiş et, eski salam sucuk, tütsülenmiş etler	1- <i>Aspergillus</i> : <i>Flavus</i> , <i>ochraceus</i> , <i>versicolor</i> 2- <i>Penicillium</i> : <i>Viridicatum</i> , <i>cyclopium</i>	Aflatoksin, okratoksin, patulin, Penisillik asit, sterigmatocystin.
Kurufasulye, soya fasulyesi	1- <i>Aspergillus</i> : <i>Flavus</i> , <i>ochraceus</i> , <i>versicolor</i> 2- <i>Penicillium</i> : <i>Cyclopium</i> , <i>viridicatum</i> , <i>citrinum</i> , <i>expansum</i> , <i>islandicum</i> , <i>artical</i> 3- <i>Alternaria</i> 4- <i>Cladosporium</i>	Aflatoksin, okratoksin, sterigmatocystin, penisillik asit, Patulin, sitrinin, griseofulvin
Kakao	1- <i>Cladosporium</i>	
Kara ve kırmızı biber	1- <i>Aspergillus</i> : <i>Flavus ochraceus</i> 2- <i>Penicillium</i> türleri	Aflatoksin, okratoksin
Soğutulmuş ve dondurulmuş pastalar, dondurulmuş ve dondurulmamış olarak evde depolanan yiyecekler	1- <i>Aspergillus</i> türleri 2- <i>Penicillium</i> türleri	Aflatoksin, sterigmatocystin, okratoksin, Sitrinin, patulin, penisillik asit, kojik asit
Küflü süpermarket yiyecekleri	1- <i>Aspergillus</i> türleri 2- <i>Penicillium</i> türleri 3- <i>Fusarium</i> : <i>Oksisponum</i> , <i>solani</i>	Penisillik asit, T-2, diğer <i>penicillium</i> toksinleri

Mikotoksinlerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Mikotoksinlerin insan sağlığına etkilerini belirlemek ve açıklamak, insanlar üzerinde deneyler yapılamadığı ve sonuçlar da olmadığı için zordur (18). Farklı hayvan türleri mikotoksinlerin akut ve kronik etkilerine duyarlıdır. Bu indirekt verilere göre insanlar da duyarlı olabilirler. Hastalıkları belirlenmiş, izolasyon rapor ve verilerine, epidemiyolojik bulgulara göre mikotoksinlerin insanlarda hastalık yapabileceği görüşü desteklenmektedir (14,19). Bu alanda kullanılabilen en büyük bilgi aflatoksinlerle ilgilidir (20).

Mikotoksinlerin insan sağlığı üzerine etkileri bireyin beslenme durumu ve diyet, bireyin dayanıklılığı, mikotoksinlerle karşı karşıya gelmesi ile açıklanabilir. Toplumlarda malnütrisyon ve karaciğer hastalıkları insidansının yüksek olması, aflatoksinlerin karaciğer kanseri oluşturmalarına yardımcı etkenler olduğunu düşündürmektedir (18-20). Bu nedenle insan mikotoksikozisleri için en büyük tehlike düşük kaliteli yiyecekler ve depolama koşullarının ilkel olmasıdır.

Tüketiciler Ne Yapabilirler?

Yeryüzünden küflerin eradikasyonu mümkün değildir. Genellikle evlerde depolanan yiyeceklerde küflenme gelişebilir. Bunu basit şekilde önlemler alarak ve bu konuda kararlı olarak mikotoksinlerin tehlikelerini minimuma indirebiliriz. Tüketicilerin uygulayabilecekleri basit önlemler şöyle sıralanmaktadır (15,21-23).

- 1- Peyniri buzdolabında saklıyorsanız, buzdolabında aflatoksinler gelişmemiş, diğer toksinler çok küçük miktarlarda veya hiç ürememişlerdir. Bu durum araştırmalarla belirlenmiştir.
- 2- Peynirin miktarı küçük, üzerinde gelişen küfün yaygınlığı geniş ise peynir tüketilmemelidir. Fakat gelişen küf çok küçük, bir -iki koloniden ibaret ise, küflü peynirin küflü kısmı en az 1.3 cm ve daha fazlası kesilerek uzaklaştırılır. Bu faydalı risk azaltma özellikle peynir buzdolabında saklanmış ise yapılmalıdır.
- 3- Katı olan yiyeceklerde gözle görünür küflenme varsa küflü kısım kesilerek ayrılır. Ancak sıvı ve fermente ürünlerde küf metabolitle-

rinin difüzyon olayını gerçekleştirme olasılığı vardır. Ürünlerdeki tat ve koku değişikliği ile karar verilebilir. Salçalarda küf gelişimini önlemek için salça buzdolabında veya buzlukta tutulmalı ve üst kısmını kapatacak şekilde sıvı yağ konulmalıdır.

- 4- Özellikle kırmızı elmanın patulin ile enfekte olması sözkonusudur. Enfekte olan kısım kesilerek patulin uzaklaştırılır.
- 5- Yiyecek üretimi ve tüketimi arasında geçen aşamalarda üreticiden tüketiciye ulaşırken küflerin gelişmesini minimuma indirmek için iyi bir sanisyona gereksinme vardır. Vakumla paketlenme iyi bir minimuma indirme yöntemidir. Özellikle fermente süt ürünleri buzdolabında saklanmalı, kullanılacakları zaman yeterli miktarda alınmaları gereklidir. Bu reçel, marmelat vb. ürünler içinde geçerlidir.
6. Küf inhibitörleri kullanılmalıdır. Bunlar potasyum sorbat, kalsiyum propionat gibi maddelerdir. Bu maddeler yiyecekler tüketiciye ulaşmadan önce küflerin gelişmelerini önlemek için kullanılmalıdır.

SUMMARY

FUNGI IN FOODS AND MYCOTOXINS

Tayfur, M.

Factors favoring mycotoxin contamination of human foods are usually quite obvious. Involving improper harvesting and methods of food storage favor fungus contamination and growth.

KAYNAKLAR

- 1- Stoloff, L.: The Three Eras of Fungal Toxin Research. Am. Oil Chem. Soc. 56: 784, 1979.
- 2- Möller, T.: Mycotoxins, Food Laboratory Newsletter, No 1: 19-20, Uppsala, Sweden, 1984.

- 3- Aran, N.:Küflerin Genel Tanımları ve Sınıflandırılmaları. Gıdalarda Küfler ve Mikotoksinler araştırma Projesi Çalışmaları III, TÜBİTAK-MAE. Beslenme ve Gıda Teknolojisi Böl. Yayın No. 106, Sayfa 47, Gebze, 1985.
- 4- Aran, N., Eke, D.: Bazı Tahıl ve Ürünlerinde Küf Florası. KÜKEM Derg. 10: 41, 1987.
- 5- Çolakoğlu, G.: Erzurum İli ve İlçelerindeki Buğday ve Arpa Depolarından İzole Edilen Küf Mantarları Üzerine Araştırmalar. KÜKEM Derg. 10: 60, 1987.
- 6- Demirer, M.A., Dinçer, B., Kaymaz, Ş., ve ark.: Bazı Gıda Maddelerinde Mycoflora ve Mycotoxin Araştırmaları. A.Ü. Vet. Fak. Derg. 36 (1): 85, 1989.
- 7- Topal, Ş., Aran, N.: Bazı Yağlı Tohumlarda Küf Florası ve Taşıdığı Riskler. E.Ü. Müh. Fak. Seri B. Gıda Müh. 5 (2): 47, 1987.
- 8- Eke, D., Aran, N.: Güney Doğu Anadolu Bölgesinde Yetiştirilen Antep Fıstıklarında (*Pistacia vera*) *Aspergillus Flavus* Gelişmesi ve Mikoflora E.Ü. Müh. Fak. Seri B. Gıda Müh. 5 (2): 23, 1987.
- 9- Bullerman, L.B.: Significance of Mycotoxins to Food Safety and Human Health. J. Food Protec. 42: 65, 1979.
- 10- Christensen, C.M.: Deterioration of Stored Grains by Fungi. The Botanical Review, 23: 109, 1957.
- 11- Christensen, C.M.: Storage Fungi in Food and Beverage Mycology (Ed. L.R. Beuchat). Chapter 7, Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, 173, 1978.
- 12- Concorn, J.M.: Food Toxicology, Part B: Contaminants and Additives, Mold and Mycotoxin Contamination of Food Products (Chapter 13), P. 677-770, Marcel Dekker, Inc. New York, 677, 1988.
- 13- Sinha, R.N., Abramson, D., Mills, J.I.: Interrelations Among Ecological Variables in Stored Cereals and Associations with Mycotoxin Production in the Climatic Zones of Western Canada, J.Food Protec. 49: 608, 1986.
- 14- Ciegler, A., Burmeister, H.R., Vesonder, R.F., Hesseltine, C.W.: Mycotoxins (Shank, K. ed): Occurrence in the Environment in Mycotoxins and N-Nitroso Compounds: Environmental Risks. Vol. 1, Chapter I, CRC Press Inc. Boca Raton, Florida, 50, 1981.
- 15- Anon: Mycotoxins and Food Safety Food Technol 40 (5): 59, 1986.
- 16- Wilson, B.J.: Mycotoxins and Toxic Stress Metabolites of Fungus-Infected Sweet Potatoes. In Nutritional Toxicology (Ed. Hathcock J.N.) Academic Press, New York, 239, 1982.
- 17- Reiss, J.: Mykotoxine in Lebensmitteln, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1981.
- 18- Anon: WHO Environmental Health Criteria: 11 Mycotoxins, World Health Organization, Geneva, 1979.

- 19- Wilson, B.J.: Hazards of Mycotoxins to Public Health J. Food Protec. 41: 375, 1984.
- 20- Anon. IARC Monographs, 1: 145, 1972.
- 21- Frank, H.K.: Diffusion of Aflatoxin in Foodstuffs J. Food Sci. 33: 98, 1968.
- 22- Aran, N., Eke, D.: Kaşar Peynirlerinde Tüketim Aşamasında Küf Florasının ve Kontaminasyon Düzeyinin Belirlenmesi, Gıda Sanayii. 1: 8, 1987.
- 23- Topal, Ş.: Kaşar Peynirlerinde Küflenmenin Önlenmesi İçin Pratik Öneriler. TÜBİTAK Marmara Arş. Ens. Beslenme ve Gıda Tek. Böl. Bilgi Profili I, 1989.