

# HUBUBATLARDA MİKROBİYAL BULAŞMA VE BOZULMALAR

## MICROBIOLOGICAL CONTAMINATION AND SPOILAGE OF CEREALS

Hülya GÜL, Sami ÖZÇELİK

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, ISPARTA

**ÖZET:** Hasat edilmiş hububat tanelerinin dış yüzeyinde, toprak, böcek veya diğer çevresel faktörlerden kaynaklanan bulaşma nedeniyle bir miktar mikroorganizma bulunur. Yeni hasat edilmiş bir hububatın, gramında birkaç binden milyona kadar varan sayıda bakteri ve sıfırdan yüzbinlere ulaşan sayıda küf sporları bulunabilir. En çok bulunan bakteriler arasında; *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Pseudomonas*, *Bacillus* ve diğer cinslere ait türler yer alırken, çeşitli sayıda bulunan küflerden en sık rastlanılanları; *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus* ve *Fusarium* cinslerindedir. Bu küflerden birçoğu mikotoksin oluşturur. Bunlardan en önemlileri; Aflatoksinler (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>), Ochratoksin A, Patulin, Luteoskyrin, Strigmatosistin ve Penisilik asit'dir. Hububat ve hububat ürünlerinde görülen mikrobiyal kaynaklı bozulmalar, insan ve hayvan sağlığı açısından potansiyel bir risk olduğu kadar, önemli ekonomik kayıplara da neden olmaktadır.

**ABSTRACT:** The exteriors of harvested grains retain some of the microorganisms they had while growing plus contamination from soil, insects and other sources. Freshly harvested grains contain a few thousand to millions of bacteria per gram and from none to several hundred thousand mold spores. Bacteria are mostly in the families *Micrococcaceae*, *Lactobacillaceae*, *pseudomonadaceae*, *bacillaceae*. Numerous different molds can be involved but the most common are species of *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus* and *Fusarium*. Many of these molds produce mycotoxins; such as Aflatoxins (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>), Ochratoxin A, Patulin, Luteoskyrin, Sterigmatocystin, Penicillic acid and etc. Cereals and cereal products spoiled by bacteria and molds represent a potential animal or human health hazard as well as great economic loss.

### GİRİŞ

Hububat, *Graminae* familyasına giren buğday, arpa, yulaf, çavdar, pirinç, mısır gibi ürün çeşitlerini içeren bir gıda grubudur.

Hububat üretiminin tarihi insanlık tarihi kadar eskidir. Avcılıktan sonra, insanın geliştirdiği ilk aletler, buğdayın öğütülmesinde kullanılmıştır. Daha sonra Dünyada ve Türkiye'de hızla artan nüfusun beslenme ihtiyacını karşılama sorunu, günümüzde hububat üretimine ayrı bir önem kazandırmıştır.

Dünyada ekiliş alanı ve üretim miktarı bakımından en yüksek olan ürün grubu hububattır. İşlenen toprakların yarısında hububat üretimi yapılmaktadır. Dünya toplam hububat üretimi 1994 yılı itibariyle 1.950.599.000 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu üretimin yaklaşık %27'sini buğday, %8,2'sini arpa, %29,2'sini mısır, %27,4'ünü de pirinç oluşturmaktadır. Dünya toplam hububat üretiminde Türkiye'nin payı %1,4 olup, ürünler itibariyle ise buğdayda %3,3, arpada %,4,4 mısırdaki ise %,0,32'dir (FAO, 1994).

Ülkemizde de gerek tüketimimiz ve gerekse ekonomimizdeki payı itibariyle hububat ve hububat ürünlerinin önemi büyüktür. Türkiye'de 1995 yılı verilerine göre üretilen hububatların üretim miktarları, ekilen alan ve verim miktarları Çizelge-1'de verilmiştir.

Türkiye'de nüfusumuzun temel besini, buğday ürünleri ve özellikle buğday ekmeğidir. Ulusal düzeyde günlük kalori ihtiyacının %53'ü, Dünya geneli günlük ortalama 2900

Çizelge 1. Türkiye'de 1996 Yılı Serin ve Sıcak İklim Hububatlarının Ekiliş Alanları, Üretim ve Verim Miktarları

Çeşit	Ekilen Alan (Bin Hektar)	Üretim (Bin ton)	Verim (kg/Ha)
Buğday	9400	18000	1932
Arpa	3525	7500	2143
Çavdar	146	240	1654
Yulaf	148	250	1690
Mısır	515	1900	3732
Pirinç	50	150	3003
Darı	4,1	6	4463
Kuşyemi	0,37	0,56	1514
Mahlut	17	22	1294

kalorinin %44'ü, 68 g olan günlük protein tüketiminin 45 gramı (%66'sı) hububattan ve özellikle buğday ekmeğinden sağlanmaktadır. Kişi başına yıllık buğday tüketimi yaklaşık 200 kg'dır. (FAO, 1998).

İnsan beslenmesinde birinci derecede öneme sahip ve vazgeçilemeyen gıdalar sınıfını oluşturan hububat ve hububat ürünleri, ihtiva ettiği karbonhidrat, protein mineral madde ve mineraller bakımından birçok mikroorganizmanın gelişebileceği uygun bir ortamdır. Bu bileşenlerden beslenme ve teknolojik yönden önemli olanlarının, ekonomik önemi olan hububat tanelerindeki oransal dağılışı aşağıdaki gibi tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Hububat Tanelerinin Yaklaşık Kimyasal Bileşimleri (ELGÜN ve ERTUGAY, 1997).

Kuru Maddeye göre bileşenler	Sert Buğday	Çavdar	Diş Mısır	Kavuzlu Arpa	Kavuzlu Yulaf	Pirinç	Sorgum
Su (%)	10,0	10,5	15,0	10,6	9,8	11,4	10,6
Protein (Nx6.25) (%)	14,3	13,4	10,2	13,0	12,0	9,2	12,5
Yağ (%)	1,9	1,8	4,3	2,1	5,1	1,3	3,4
Selüloz (%)	3,4	2,2	2,3	5,6	12,4	2,2	2,2
Kül (%)	1,8	1,9	1,2	2,7	3,6	1,6	2,0
Tiamin (mg/kg)	5,5	4,4	4,6	5,7	7,0	3,2	4,6
Niasin (mg/kg)	63,6	1,3	26,6	64,5	17,8	40,0	48,4
Riboflavin (mg/kg)	1,3	1,8	1,3	2,2	1,8	0,7	1,5
Pantotenik asit (mg/kg)	13,6	7,7	5,9	7,3	14,5	7,0	12,5

Hasat edilmiş tanedeki su miktarı, tanenin hayatietini devam ettirmesi ve mikrobiyolojik bozulmalardan korunması açısından önem arz eder. Su miktarı %14'ün üzerine çıkınca tanede solunum artar, yığınlarda kızışma söz konusu olur. Bunun da ötesinde çimleme, küf mantarlarının ve bakterilerin çalışmalarını aktive eder. Mikroorganizma gelişimi ile de ürünün kalitesi düşer, tane parçalanır ve küf zehirleri (mikotoksinler) oluşur.

## TARLADA VE DEPOLAMADA GÖRÜLEN MİKROBİYOLOJİK BOZULMALAR

### Hububat Mikroflorası

Hububat tanesinin gelişmesi sırasında, yüzeyinde epifitik mikroflora gelişir. Bu mikrofloranın besin maddesi, bitki hücrelerinin salgıları ve toz toprak gibi yüzey kir maddeleridir. Sekonder olarak, özellikle hasat sırasında taneler, toprak ve havada bulunan mikroorganizmalar ile bulaşır (ÖZÇELİK, 1986).

Hasat edilen hububat işleninceye kadar, işleme için arzulanan tane özelliklerini muhafaza etmesi lazımdır. İyi saklanmayan hububat; böceklenme, küflenme, kızışma, embriyo zedelenmesi, çimlenme gücü kaybı ve çürüme gibi zararlara uğrayabilir (ELGÜN ve ERTUGAY, 1997).

Yeni hasat edilmiş bir hububat tanesinin bir gramında birkaç binden milyona kadar ulaşan miktarlarda bakteri ve ayrıca yine binlerle ifade edilebilecek miktarlarda küf bulunabilir. Hububat örneklerinde en sık rastlanan bakteriler; *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Pseudomonas* ve *Bacillus*'dur. En sık rastlanan küfler ise; *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Monilia*, *Rhizopus* ve *Cephalosporium* cinslerinden olmaktadır.

ARAN ve EKE (1987) ülkemizin farklı zirai bölgelerinden değişik hububat ürünleri almışlar ve bu örneklerde mikroflora ile fungal bulaşmayı tespit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre; nem içerikleri %12,5 ile %13,97 arasında değişen örneklerde küf bulaşması  $10^3$ - $10^6$  koloni/gram olarak bulunmuştur. En çok izole edilen küfler ise; *Penicillium* (%46), *Aspergillus* (%22), *Cladosporium* (%9), *Rhizopus* (%6), *Aureobasidium* (%5), *Eurotium* (%4)'dur.

Amerika Birleşik Devletlerinde de tarlada açıkta depolanan hububat ürünlerindeki fungal populasyonun nem, depolama süresi, bölgeler ve böcek zararları ile olan ilişkisi araştırılmıştır. Bu amaçla tarlada depolama yapılan 27 ayrı bölgeden 100 çeşit ve 2557 tane örnek alınmıştır. Sonuç olarak *Aspergillus glaucus*; mısırdaki %84, yulafta %70, buğdayda %37, *Aspergillus flavus* ise mısırdaki ortalama %1,2, buğdayda ve arpada %0,1'den daha az bulunmuştur. Küf miktarı fazla olan örneklerde böcek hasarının da fazla olduğu tespit edilmiştir (SAUER ve ark., 1984).

Gırtlak kanserinin çok görüldüğü İran'ın kuzey bölgesinde hububat tanelerinin mikroflorasını belirlemek amacıyla, hasattan hemen sonra ve ayrıca yeraltında depolanan ürünlerden farklı zaman periyotlarında örnekler alınmıştır. Hasattan hemen sonra alınan örneklerde *Fusarium sp.*, *Penicillium sp.* ve diğer küflere az miktarda rastlanırken, yüzey sterilizasyonu yapılan örneklerde bile *Alternaria sp.* çok fazla miktarda bulunmuştur. Yeraltında yapılan depolamada kapalı binalarda yapılan depolamaya göre tanelerde fazla miktarda hasar oluşumu ve yine yeraltında depolama da yavaş da olsa *Aspergillus* gelişimi gözlenmiştir. Sonuç olarak *Aspergillus glaucus*, *A. candidus* ve *A. flavus* gruplarına çok rastlanması tanede su içeriğinin ve hasarın fazla olduğunun göstergesidir. Ochratoksin ise *Penicillium* bulaşmasına sadece bir örnekte rastlanmıştır. Bazı örnekler tuzlu su içerisinde bulunan karides larvalarına karşı tam olarak belirlenememiş bir toksik etki göstermelerine ve yine *A. flavus* ve *A. ochraceus* izolatları kültür ortamında sırasıyla aflatoksin ve ochratoksin üretmelerine rağmen tanelerin bir tanesinde rastlanan ochratoksinin haricinde hiçbirisinde mikotoksinlere rastlanılmamıştır. Mikotoksinlerin gırtlak kanserine yol açtığı konusunda çok az delil olduğu sonucuna varılmıştır (LACEY, 1988).

ÖZÇELİK (1987) tarafından yapılan bir çalışma ile Konya yöresinde üretilen bazı buğday çeşitlerinin mikroflorası tespit edilmiştir. Hasattan sonra alınan buğday çeşitlerinde, 1 g fırında kuru örnekte sayılan küf mantarı  $0,5 \times 10^2$ - $270,0 \times 10^3$ , *Bacillus* cinsinden olan bakteriler  $1,6 \times 10^2$ - $10,1 \times 10^2$ , fekal orijinli olmayan koliform bakteriler 2-10 ve toplam mikroorganizma (küf mantarı, maya ve bakteri)  $34,7 \times 10^3$ - $15,8 \times 10^5$  değerleri arasında bulunmuştur. İzole edilen ve sayılan küflerin çoğunlukla *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Cladosporium* ve *Neurospora* cinslerinden oldukları görülmüştür. Sonuç olarak; Konya yöresinde üretilen önemli bazı buğday çeşitlerinin farklı miktarda küf ve bakteri yüküne sahip oldukları, hammaddenin iyi temizlenmemesi, depolamanın uygun yapılması halinde özellikle küflerin gelişerek mikotoksin oluşturabilecekleri kanaatine varılmıştır.

#### Hububatın Depolanması Süresince Görülen Mikrobiyal Bozulmalar

Hububatı depolamanın amacı; kendine özgü yaşam faaliyetleri ile çevrenin etkilerine reaksiyon gösteren biyolojik bir madde olan hububat tanelerinin bileşim ve niteliklerinin uzun süre bozulmadan korunabilmesidir (ÜNAL 1991).

İyi saklanmayan hububat, böceklenme, küflenme, kızışma embriyo zedelenmesi, çimlenme gücü kaybı ve çürümeye gibi zararlara uğrayabilir. Tane suyu depolama süresince yükselmeye başladıkça çevre atmosferinin nisbi nemi %85'e ulaşır ve bu durumda küf mantarlarının aktivitesi daha da artar. Solunum hızlanır, yağında süratle bir sıcaklık yükselmesi gözlenir, sonuçta sıcaklığın yükseldiği bölgelerde, küf kokulu, koyu kahve renkte yaprak taneler oluşur ki, bu olgu "*Silo Yanığı*" veya "*Ambar Yanığı*" olarak tanımlanır (ELGÜN ve ERTUGAY, 1997).

Suhargo ve Dharmawati (1985), mısır tanelerini 105 gün süreyle, keten çuvalarda, üstü açık bidonlarda ve hava ile teması kesilmiş bidonlarda (vakumlu, düşük oksijen konsantrasyonlu) depolamışlar; bu süre zarfında, tane sıcaklığı, nem içeriği, nisbi nem, böcek ve küf zararlıları ile tanenin gıda açısından kalitesini değerlendirmişlerdir. Vakumlu bidonlarda depolama yapılan tanelerde böcek, mikroflora veya tanenin solunumundan kaynaklanan herhangi bir sıcaklık yükselmesi kaydedilmemiş, *Aspergillus sp.* ve *Penicillium sp.* cinsinden küfler minimum düzeyde görülürken, önemli derecede aroma ve renk değişimine rastlanılmamıştır. Çuvalarda ve açıkta depolanan tanelerde ise zamanla tane sıcaklığı artmış, böcek populasyonu 29 böcek/100 g olarak bulunmuş, küfler de oldukça yoğun bir şekilde görülmüştür.

Ozon gazı ile muamele edilmiş hububat taneleri 10 ve 30°C de 30 gün süre ile depolandıktan sonra her birinin mikroflorasında meydana gelen değişiklik tespit edilmiştir. Ozon ile muamelenin etkisini değerlendirebilmek için ozonlama işlemi bu parametreler çerçevesinde yapılmıştır; ozon konsantrasyonu: 0,5-50 ppm, sıcaklık: 10°C, süre : 1 saat, oksijen-ozon akış hızı: 100 litre/dakika. Sonuç olarak; *Bacillus* ve *Micrococcus* türlerinin ha-

kim olduğu bu örneklerde 50 ppm daha az ozon uygulanması ve daha sonraki depolama aşamalarında mikroorganizma sayısının  $10 \cdot 10^3$ 'e kadar düştüğü, hububatların uygulanan ozonu uzun süre muhafaza edebildiği ve hububatlarda 5ppm, fasulye de 5ppm, baharatlar da 50 ppm, nohut da 5 ppm'den fazla ozon uygulandığı takdirde depolama ömürlerinin uzatılabileceği teşhis edilmiştir (NAITO ve ark., 1988).

Depo küfleri genellikle taşıma ve depolama sırasında çevreden, taşıma araçlarından ve ambardan bulaşır. Depolama sırasında farklı hububat çeşitlerinde değişik küf cinsleri bulunmakla birlikte, depo küflerinin çoğunluğunu *Aspergillus* (*A. halophilicus*, *A. restrictus*, *A. glaucus* grubu üyeleri, *A. candidus*, *A. ochraceus* ve *A. flavus*) ve *Penicillium* (örneğin; *P. aurantiogriseum*, *P. aurantiogriseum*, *P. chrysogenum*, *P. brevicompactum*, *P. crustosum*, *P. citrinum*) türleri oluşturur. Depo küfü olan diğer cinsler arasında ise *Mucor*, *Rhizopus* ve *Fusarium*'a ait türler bulunmaktadır (KARAPINAR ve GÖNÜL, 1998).

Pirinçte görülen sarı renge (yellow rice disease ) *Penicillium citrinum*, *P. islandicum* ve *P. citreonigrum* gibi toksijenik türler neden olurken, *P. puberulum* da kavun içi renge, *Fusarium chlamydosporium* kırmızı renklenmeye, *Helminthosporium oryzae* koyu kahverengi-siyah renklenmelere neden olmaktadır.

Depolanan mısırdan ise toksijenik *Fusarium* türleri, *A. flavus* başta olmak üzere toksijenik *Aspergillus* türleri, hem mavi renk bozulmasına (blue eye disease) neden olan hemde mikotoksin oluşturabilen *P. viridicatum*, *P. aurantiogriseum* gibi *Penicillium* türleri bulunabilmektedir.

Depolanan hububatta, ortam müsait olduğu zaman, küflerin oluşturduğu mikotoksinler, önemli zarara sebep olmaktadır. Mikotoksinlerin keşfedildiği 1960'lı yıllarda önce küflenmiş hububat ürünlerinin yenilmesi çeşitli zehirlenme olaylarına sebep olmuştur. *Fusarium graminearum* ve *F. Roseum* ile bulaşmış hububattan yapılmış un ve ekmek, İkinci Dünya Savaşı yıllarında Sovyetler Birliği'nde zehirlenmelere yol açmıştır. Alimenter Toksik Anemi (ATA) olarak tanımlanan bu zehirlenme sonucu; kemik iliği zarar görmekte, kanama durdurulamamakta, diyare, tremor (titreme, sara, kas çekilmesi) ve baş dönmesi görülmektedir. Aynı şekilde zehirlenmeye *Cladosporium* cinsinden olan bazı küf türleri de sebep olmaktadır. Bu türler - 8°C'de bile gelişebilmektedir. Bozulmuş hububatdan izole edilen *Penicillium islandicum* da mikotoksin oluşturmaktadır (MÜLLER, 1983).

1974 yılında, Hindistan'da aflatoksinli mısır üretiminden ileri gelen bir akut zehirlenme olayında 400 kişi etkilenmiş ve 106 kişi ölmüştür. ABD, mısırdan aflatoksin problemi sık rastlanan ülkeler arasında yer almaktadır.

Değişik hububat ve hububat ürünlerinde Aflatoksin oluşumunu araştırmak üzere İspanya'da hububat taneleri, fındık, ekmekek yapımı için kullanılan buğday unu, bisküvilik un, dilimlenmiş ekmekek, soya fasulyesi ve kahvaltılık hububatlar gibi çok çeşitli gıda maddelerini içeren 338 örnek üzerinde analiz yapılmış ve sonuç olarak; 27 tane karışık hububat tanesini içeren örneklerin 4 tanesinde 5 µg/kg.'ın altında aflatoksin, bir tane fındık örneğinde 120 µg Aflatoksin B<sub>1</sub>/kg ve 22 µg Aflatoksin B<sub>2</sub>/kg bulunmuştur. Ayrıca Aflatoksin B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub> bütün mısır unlarında B<sub>1</sub> ortalama 3 µg/kg olarak teşhis edilirken, toplam 288 örneğin hepsinde değişen oranlarda fungal bulaşmaya rastlanmıştır. *Aspergillus flavus* bulaşmaya rastlanmıştır. *Aspergillus flavus* ile bulaşma en fazla mısır örneklerinde görülürken, mısırdan izole edilen *A. flavus* diğer örneklerden izole edilenlere göre yüksek oranda toksijenik (%17,2) bulunmuştur (SANCHIS ve ark., 1986).

ÖZAY ve ALPERDEN (1989), ülkemizde mısır üretimi içinde aflatoksinin bir risk teşkil ettiği belirlenmiştir. Alınan örneklerde saptanan mikotoksinlerin tarlada oluşum nedenleri; sık dikim, kuraklık, yetersiz gübreleme, hasadın gecikmesi ve tarla zararları ile hasatta mekanik hasardır. Hasat sonrasında ise kurutmanın gecikmesi ve uygun olmayan depo koşullarından kaynaklanabileceği belirtilmektedir.

Bulgaristan'da böbrek yolları rahatsızlıkları ile boşaltım sistemi tümörlerinin çok yaygın olduğu bölgeler ile yaygın olmadığı bölgelerden 130 tane fasulye, mısır ve buğday unu örnekleri alınmış ve bu örnekler üzerinde *Ochratoxin A* bulaşımı araştırılmıştır. Hastalığın yaygın olarak görüldüğü bölgeden alınan fasulye örneklerinin %16,7'sinde 25-27 µg/kg, mısır örneklerinin %27,3'ünde 25-35 µg/kg arasında *Ochratoxin A*, bulunurken kontrol bölgelerinden alınan fasulye örneklerinin %7,1'inde 25-50 µg/kg, mısır örneklerinin %9'unda 10-25 µg/kg *Ochratoxin A* bulunmuştur. Buğday örneklerinin hiçbirisinde bulaşma saptanmamıştır (PETKOVA ve CASTEGNARO, 1985).

Hububat ve ürünlerinde önemli mikotoksinler, bunları oluşturan küfler ve oluştuğu ortamlar Çizelge-3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Önemli Mikotoksinler, Bunları Oluşturan Küfler ve Oluştuğu Ortamlar (MÜLLER 1986, REİSS 1998)

Mikotoksin	Küf mantarı	Oluştuğu Ortam
Alfatoksinler (B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub> )	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. nomius</i> , <i>A. parasiticus</i>	Yağlı tohumlar, Hububat Yem
<i>Alternaria</i> -Toksinleri: Altenuen Alternariol Alternariol-Monometileter Tenuazonik asit	<i>Alternaria alternata (tenuis)</i> <i>Alt. alternata</i> , <i>Alt. Cucumerina</i> <i>Alt. Dauci</i> <i>Alt. alternata</i> , <i>Alt. longipes</i> , <i>Alt. Mali</i> , <i>Aspergillus sp.</i> , <i>Phoma sorghina</i>	Meyve, Sebze, Hububat
<i>Fusarium</i> -Toksinleri: Deoksinivalenol (Vomitoksin, DON) Diasetoksiscirpenol Fumoniziner Moniliformin Nivalenol (NIV) T-2 Toksin Zearalenon Trikotesenler	<i>Fusarium culmorum</i> , <i>F. graminearum</i> <i>F. roseum</i> , <i>F. solani</i> var. <i>Coeruleum</i> <i>F. scirpi</i> , <i>F. tricinctum</i> , <i>F. graminearum</i> <i>F. moniliforme</i> , <i>F. Proliferatum</i> <i>F. moniliforme</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. Gram</i> <i>F. nivale</i> , <i>F. Culmorum</i> <i>F. culmorum (roseum)</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. Poae</i> Birçok <i>Fusarium</i> türü <i>Fusarium sp.</i> , <i>Cephalosporium</i> , <i>Stachbortrs</i> , <i>Trichoderma</i>	Hububat, mısır
<i>Fusarin C</i>	<i>Fusarium moniliforme</i>	Mısır
Glitoksin	<i>Gliocladium fimbriatum</i> , <i>Trichoderma viride</i>	Yem
Islanditoksin	<i>Penicillium islandicum</i>	Pirinç
Luteoskirin	<i>P. islandicum</i>	Pirinç, Yem
Maltorisin	<i>Aspergillus oryzae</i>	Malt
Okratoksin	<i>Aspergillus ochraceus</i> <i>Penicillium sp.</i>	Hububat (mısır)
Patulin	<i>Penicillium urticae</i> , <i>Penicillium expansum</i> <i>Aspergillus clavatus</i>	Malt, Pirinç
Rubrotoksin	<i>Penicillium rubrum</i>	Hububat
Rugulsin	<i>Penicillium rugulosum</i>	Pirinç
Sterigmatosistin	<i>Aspergillus versicolor</i> <i>Aspergillus nidulans</i> <i>Bipolaris sp</i>	Un, Yem, Yer Fıstığı
Trikotesin	<i>Trichothecium roseum</i>	Mısır unu, yağlı tohum
Zearalenon	<i>Gibberalle zea</i>	Mısır

Hububat tanelerinde bakteri gelişimi, sıcaklık ve nem miktarına bağlı olup genellikle %20 ve üzerinde nem olmadığı sürece hububat tanelerinde bakteriler gelişemezler. Küfler primer bozulma etkeniyken, bakteriler sekonder bozulma etkenidir. Küf gelişiminden sonra çoğalmaya başlarlar. Uygun şekilde işlem gören hububat tanelerinde su aktivitesi bakteri gelişimine izin vermeyecek düzeydedir. Böcekler, kemiriciler, kuşlar veya insanlar aracılığı ile bazı patojen bakteriler hububat tanelerine bulaşabilir.

Bakteriyel bulaşma içinde en önemlisi *Salmonella* olup, hayvan, yem ve benzeri maddeleri taşıyan nakliye araçlarında hububat taşınması sonucu sıkça bulaşır. Hububat tanelerinin su aktivitesi düşük olduğundan *Salmonella* çoğalamaz, ancak bu maddelerin su aktivitesi yüksek gıdalarda kullanılması ile *Salmonella*'nın bu gıdalarda gelişmesi söz konusu olabilir.

Pirinç ve pirinçli yiyecekler ise *Bacillus cereus* gıda zehirlenmesinin önemli kaynaklarından birini oluşturur. Bu bakterinin sporları, uygulanan pişirme işlemi sırasında canlılıklarını korur ve pirinç 10-49°C arasında uzun süre tutulursa çimlenerek vegetatif hücrelere dönüşür.

Depodaki hububat kütlesi içinde koşullar anaerobik ve mikroaerobik olduğundan laktik asit bakterileri gelişerek taneleri fermente eder. Asitliğin artması ile mayalar gelişir, bunu asetik asit bakterilerinin gelişimi ve alkolle-ri okside etmeleri izler. Eğer bozulma bu aşamaya kadar sürerse küf gelişimi inhibe olabilir (KARAPINAR ve GÖNÜL, 1998).

### HUBUBATLARDA MUHAFAZA YÖNTEMLERİ

Hasat öncesi hububatta oluşmuş mikotoksinler genellikle kimyasal açıdan stabil bir yapıda olup depolama ve işleme sırasında aktivitelerini korurlar. Tarladaki hububat tanelerinde küf gelişimi ve mikotoksin oluşumuna karşı kullanılan bazı fungusitler etkili olmakla birlikte mikotoksin oluşumunun tamamen önlenmesi zordur ve mikotoksin oluşumu önemli ölçüde hasat öncesi ve hasat sırasındaki iklim koşullarına bağlıdır.

Fare ve sıçanlarla, böceklerin zararları genellikle açığındaki yığınlarda, ilaçlanmamış ve iyi ambarlanmamış hububat partilerinde görülür. Zararlı böcekler ile mücadelede en etkili yöntem kimyasal mücadeledir.

Hububat tanelerinde mikrobiyal gelişmenin önlenmesi için en etkili yöntem su aktivitesinin düşük tutulmasıdır. Uygun şekilde kurutulan tanelerin depolanması sırasında, havalandırma ile; depolanan üründeki koku giderilir, ilaçlamada kullanılan dezenfektanların ürün içinde daha iyi dağılımı sağlanır, kızışma, ani sıcaklık yükselmesi engellenir.

Hububat mikroflorasının doğurduğu problemler genellikle telafi edilemezler. Ancak çoğalmanın ilk safhalarında bozulma fark edilirse, böyle yığınlar yıkanıp, derhal kurutulur küf kokusundan arındırılabilirler. Tohumluk olarak kullanılamazlar. Gıda maddesi ve yem olarak kullanıldıklarında, mantar çoğalması sonucu tanede biriken mikotoksinlerin insan ve hayvan üzerine olan toksik etkilerinden yukarıda bahsedilmişti.

Toksin oluşturma sıcaklığı küf cinslerine göre farklılık gösterir ve küfün çoğalma üreme sıcaklığından farklı olabilir. Örneğin *Aspergillus flavus* 6 ila 46°C arasında gelişebilirken, aflatoksin oluşumu daha dar bir sıcaklık aralığında (7,5 ila 40°C) olur. Ancak, donma dercesinin altında toksin oluşturan *Fusarium* türleri de mevcuttur. *F. poae* ve *F. sporotrichioides* en yüksek düzeyde mikotoksini 5 ila 8°C arasında oluşturmaktadırlar. *Penicillium martensii* de %25 nem içeren mısırlarda -4 ila 32°C aralığında penisilik asit oluşturabilirler (KARAPINAR ve AKTUĞ, 1998).

Mikotoksin oluşumunun en fazla oranda rastlandığı hububat çeşitlerinden biri olan mısırdaki aflatoksinlerin üründen uzaklaştırılmaları oldukça zordur. Denenmiş çeşitli detoksifikasyon yöntemlerinden amonyaklama işlemi mısır için en etkin yöntem olarak bilinmekte, ancak, sadece hayvan yemi olarak kullanılacak mısıra uygulanabilmektedir. Mikotoksinli ürünün değerlendirilmesinde pratikte uygulanan çeşitli yöntemler vardır. Örneğin kontamine ürün "temiz" ürünle karıştırılarak mevcut mikotoksin oranı düşürülebilir. Ancak bu işlemde mikotoksin içeriği yüksek ürünler için fazla miktarda sağlam ürün kullanılacağından bu yöntem genellikle önerilmemektedir. Bu nedenle mikotoksinlerden korunmanın en iyi yolu, oluşumu engelleyici önlemlerin alınmasıdır. Ayrıca tarımsal ürünlerimizde mikotoksin kontrolü yapan kuruluşlar güçlendirilip, bu kuruluşlar ile işbirliği sağlanmalıdır (ÇAMLİBEL, 1995).

### KAYNAKLAR

- ARAN, N., EKE, D. 1987 Mould Mycoflora of Some Turkish Cereals and Cereal Products. Journal of Applied Microbiology and biotechnology, 3(3), 281-287 sayfa.
- ÇAMLİBEL, M.L., 1995. Gıdalarda Aflatoksin ve Türkiye'de Dünyada Aflatoksin Konusunu Gündeme Getiren Çeşitli Ürünler. Gıda Sanayii Dergisi, Sayı: 39, 31-35 sayfa.
- DİE. 1995. Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat Değer). TC Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü DİE Matbaası, Ankara, 6 sayfa.
- ELGÜN, A. VE ERGÜTAY, Z. 1997. Hububat İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniv. Yayın No: 718, Zir. Fak. No: 297, Ders Kitapları Serisi No: 52. Erzurum.
- KARAPINAR, M., GÖNÜL, Ş.A. 1998. Hububat Ürünlerinde Mikrobiyolojik Bozulmalar, Patojen Mikroorganizmalar ve Muhafaza Yöntemleri." Alınmıştır. Gıda Mikrobiyolojisi, Ed. Ünlütürk, A. ve Turantaş, F." Mengi Tan Basımevi, İzmir, 371-386 sayfa.
- LACEY, J. 1988. The Microbiology of Cereal Grains From Areas of Iran with a High Incidence of Oesophageal Cancer. Journal of Stored Products Research. 24 (1), UK, 39-50 sayfa.

- MÜLLER, G. 1983. Mikrobiologie Pflanzlicher Lebensmittel. Steinkopff Verlag, Darmstadt, 147-154 sayfa.
- NATŖO, S., OKADA, Y., SAKAI, T., 1988. Studies on Utilization of Ozone in Food Preservation. Part V. Changes in Microflora of Ozone-treated Cereals, Grains, Peas, Beans and Spices During Storage. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkai Shi. 1988, 35(2), 69-77, Japan.
- ÖZAY, G., ALPERDEN, İ. 1989. Türkiye'de yetiştirilen yer fıstıklarında (*Arachis hypogaea*) mikotoksinler. Gıda 14 (5): 267-273 sayfa.
- ÖZÇELİK, S. 1986. Hububat-Un Mikrobiyolojisi ve Ekmede Görülen Bazı Hastalıklar. Standard Ekonomik ve Teknik Dergi "TS 4500 Buğday Unu", Konya.
- ÖZÇELİK, S. 1987. Konya Yöresinde Üretilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Mikroflorasının Araştırılması. Türkiye Hububat Simpozyumu. Bursa, 06-09 Ekim 1987. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi ve Tarım Ormancılık Araştırma Grubu Simpozyum Kitabı, Bursa, 293-299 sayfa.
- PETKOVA.B.T., CASTEGNARO, M. 1985. Ochratoksin A Contamination of Cereals in an Area of High Incidence of Balkan Endemic Nephropathy in Bulgaria. Food Additives Contaminants. 2(4), Bulgaria.267-270 sayfa.
- REISS, J. 1988. Schimmelpilze. Lebensweise, Nutzen, Schaden, Bekämpfung. Springer Verlag, Berlin. 308 sayfa.
- SANCHIS, V., SALA, N., PALOMES, A., SANTAMARİNO, P., BURDASPAL, P.A. 1986. Occurence of Aflatoxin and Aflatoxicogenic Molds in Foods and Feed in Spain. Journal of Food Protection, 1986, 49(6), Spain, 445-448 sayfa.
- SAUER, D.B., STOREY, C.L., WALKER, D.E. 1984. Fungal Population in US Farm-Stored Grain and Their Relationship to Moisture, Storage Time, Regions, and Insect Infestations. Phytopathology, 1984, 74 (9) USA, 1050-1053 sayfa.
- SUHARGO, DHARMAWATI, E., 1985. Storage of corn in Simple Airtight Drums. Proceedings of the 8th ASEAN Technical Seminar on Grain Post-Harvest Technology [edited by Semple, R.L. and Frio, A.S.]. 1985, 135-149; 11 ref, Metro Manila, Philippines; National Post-Harvest Institute for Research and Extension.
- ÜNAL, S. 1991. Hububat Teknolojisi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çoğaltma Yayın No: 29. İll. baskı. İzmir.