



MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ  
“MAKÜ Sag. Bil. Enst. Derg.”  
<http://edergi.mehmetakif.edu.tr/index.php/sabed/index>



## Çeşitli Gıdalarda Okratoksin A Varlığı

### Presence of Ochratoxin A in Various Foods

Erhan Keyvan<sup>1</sup>, Özen Yurdakul<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, BURDUR, TÜRKİYE

**Abstract:** Ochratoxin A (OTA) is a mycotoxin which contaminates different plant products, including cereals, coffee beans, nuts, cocoa, pulses, beer, wine, spices and raisin. OTA is synthesized by *Aspergillus* and *Penicillium* species. OTA has been reported to have nephrotoxic, immunotoxic, teratogenic and carcinogenic effects in humans. OTA is a partly stable molecule and it may remain unchanged in food even after processing. Therefore, it is suggested that OTA content should be monitored in animal origin foods.

**Key words:** Analytical methods, food, Ochratoxin A.

**Yazışma Adresi:** Yrd. Doç. Dr. Erhan KEYVAN  
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, İstiklal Yerleşkesi, 15030, BURDUR

**E-posta:** erhankeyvan@mehmetakif.edu.tr  
**Tel:** 0248 213 21 27

**Öz:** Okratoksin A (OTA), tahıl, kahve çekirdeği, fındık, kakao, bakliyat, bira, şarap, baharat ve kuru üzümde bulunabilen bir mikotoksindir. OTA, *Aspergillus* ve *Penicillium* türü mantarlar tarafından sentezlenen nefrotoksik etkili bir toksindir. OTA ayrıca insanlarda immunotoksik, teratojenik ve karsinojenik etkileri nedeniyle kansere neden olan maddeler arasında yer almaktadır. OTA kısmen kararlı bir moleküldür ve gıdalara uygulanan işlemlerden sonra bile değişmeden kalabilir. Bu nedenle hayvansal gıdalarda OTA varlığına yönelik çalışmalar yapılması önerilmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Analitik yöntemler, gıda, Okratoksin A.

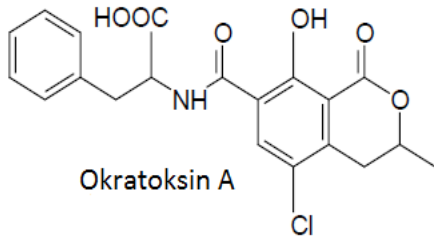
**Geliş Tarihi:** 10.03.2015

**Kabul Tarihi:** 14.05.2015

**Kaynak göstermek için:** Keyvan E, Yurdakul Ö. 2015. Çeşitli gıdalarda Okratoksin A varlığı. MAKÜ Sag. Bil. Enst. Derg. 3(1): 27-33.

## Giriş

Okratoksin A (OTA), tahıl, kahve çekirdeği, fındık, kakao, bakliyat, bira, şarap, baharat ve kuru üzümde bulunabilen bir mikotoksindir (Varga ve ark., 2006). Hayvanlarda toksik etkilere neden olan OTA, fungal bir metabolit olarak 1965 yılında keşfedilmiştir (Şekil 1) (Van der Meurve ve ark., 1965). OTA ilk olarak şarapta bulunmuştur (Zimmerli ve Dick, 1995). Daha sonra üzüm kaynaklı çeşitli gıdalarda OTA'ya rastlanmıştır. OTA, *Aspergillus* ve *Penicillium* türü mantarlar tarafından sentezlenmektedir. Bu mantarlar çeşitli koşullarda (pH, nem, sıcaklık ve yüzey) üreyebilmeleri sebebiyle doğada yaygın olarak bulunmaktadır (Turner ve ark., 2009). Bazı Avrupa Ülkeleri'nde yapılan bir çalışmada tahıllarda meydana gelen OTA kontaminasyonundan sorumlu tür, *P. verrucosum* olarak bulunmuştur (Lund ve Frisvad, 2003). Kahve ve üzümde meydana gelen OTA kontaminasyonundan ise genellikle *Aspergillus* türleri sorumludur (Tablo1) (Battilani ve Pietri, 2002).



Şekil 1. Okratoksin A'nın yapısı (Varga ve ark., 2006).

Tablo 1. Çeşitli gıdalarda OTA kontaminasyonundan sorumlu mantar türleri (Varga ve ark., 2006).

Gıda	Sorumlu Türler	Kaynak
Tahıllar	<i>P. verrucosum</i>	Lund ve Frisvad (2003)
Et, peynir	<i>P. nordicum</i>	Larsen ve ark. (2001)
Üzüm, şarap	<i>A. niger</i> , <i>A. carbonarius</i>	Battilani ve Pietri (2002), Cabanes ve ark. (2002)
Kahve, baharat	<i>A. ochraceus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. carbonarius</i>	Bucheli ve Taniwaki (2002), Téren ve ark. (1997)
İncir	<i>A. alliaceus</i>	Bayman ve ark. (2002)

OTA nefrotoksik etkili bir toksindir. İmmunotoksik, teratojenik ve karsinojenik etkileri de rapor edilmiştir (Kuiper-Goodman, 1996; JECFA, 2001; European Commission 2002). Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı OTA'yı grup 2B, muhtemel insan kanser etkeni olarak sınıflandırmıştır (IARC, 1993). OTA'nın önemi, insan ve hayvan sağlığına muhtemel zararlı etkilerinden dolayı dünya çapında giderek artmaktadır (Akdeniz ve ark., 2013).

## Okrotoksin A'nın gıdalarda varlığı

OTA'nın şaraplarda ilk olarak tespitinden sonra çeşitli gıdalarda da değişen oranlarda OTA'ya rastlanmıştır. Ülkemizde çeşitli gıdalara ait limit değerler Türk Gıda Kodeksi'nde (TGK) belirtilmiştir (Tablo 2). Ülkemiz açısından OTA riski, üzüm kaynaklı olmasından dolayı pekmezden kaynaklanabilir (Akdeniz ve ark., 2013).

**Tablo 2.** Ülkemizde çeşitli gıdalara ait Okrotoksin A limitleri (Anonim, 2011).

Gıda	Maksimum değerler (µg/kg)
İşlenmemiş tahıllar	5,0
İşlenmemiş tahıldan elde edilen tüm ürünler (doğrudan insan tüketimine sunulan tahıllar ve işlenmiş tahıl ürünleri dahil)	3,0
Kurutulmuş asma meyveleri (kuşüzümü, kuru üzüm ve çekirdeksiz üzüm)	10,0
Kavrulmuş kahve çekirdeği ve öğütülmüş kahve	5,0
Kahve ekstraktı, çözünebilir kahve ekstraktı veya çözünebilir kahve	10,0
Şarap ve meyve şarapları (köpüklü şarap/şampanya dahil, likör şarapları ve hacmen alkol miktarı en az % 15 olan şaraplar hariç)	2,0
Aromatize şarap, aromatize şarap bazlı içki ve aromatize şarap kokteyli	2,0
Üzüm suyu, konsantreden üretilen üzüm suyu, üzüm nektarı, üzüm şırası ve konsantreden üretilen üzüm şırası (doğrudan insan tüketimine sunulan)	2,0
Bebek ve küçük çocuk ek gıdaları	0,5
Bebekler için özel tıbbi amaçlı diyet gıdalar	0,5
Baharatın aşağıdaki türleri için; — Kırmızıbiber ( <i>Capsicum</i> spp.) (bunların kurutulmuş meyveleri, tüm ve öğütülmüş halleri dahil) — Karabiber ( <i>Piper</i> spp.) (bunların meyveleri, akbiber ve karabiber dahil) — Hintcevizi/Muskat ( <i>Myristica fragrans</i> ) — Zencefil ( <i>Zingiber officinale</i> ) — Zerdeçal ( <i>Curcuma longa</i> ) — Bunların bir veya birkaçını içeren karışım baharat	30,0 (30.6.2012 tarihine kadar)  15,0 (1.7.2012 tarihinden sonra)

Meyan kökü ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> , <i>G. inflata</i> ve diğer türler)	20,0
Meyan kökü (bitkisel infüzyon bileşeni olarak kullanılanlar) Meyan kökü ekstraktı (özellikle alkolsüz içecek ve şekerleme üretiminde kullanılan)	80,0

Pekmez genellikle kırsal bölgelerde asma üzümünden veya kuru üzümünden üretilen Türkiye'ye özgü bir gıdadır. Yılda 650 000 ton üzüm, pekmez üretimi için kullanılmaktadır. Türkiye'de yetiştirilen üzümün %37'si pekmez üretiminde kullanılmaktadır (Anon, 2007; Tosun ve ark., 2014). İstanbul'da semt pazarlarından toplanan 25 pekmez örneğinin 12'sinin (%48) EU üzüm suyu limit değeri (2 µg/kg) üzerinde OTA içerdiği tespit edilmiştir (Akdeniz ve ark., 2013). Bu durum, küçük aile işletmelerinde farklı tip üzümler kullanılarak üretilen pekmezin OTA kontaminasyonuna açık olduğunu göstermiştir. Küflü üzüm suyundan (OTA: 2.1-9.8 µg/kg) üretilen pekmezin ise üzüm suyuna göre 5-6 kat daha fazla OTA içerdiği tespit edilmiştir. Bu farklılık ise pekmezin kaynatılması sırasında kuru madde oranının artışına bağlanmıştır (Arici ve ark., 2004).

OTA ile kontamine hayvansal kökenli gıdaların tüketimine bağlı olarak şekillenen bir halk sağlığı riski de oluşabilir. Bu nedenle et, süt, kan ve ilgili gıdalara ilişkin durumun incelenmesi gerekir (Duarte ve ark., 2012). Düşük oranda OTA içeren yemlerle beslenen domuz ve piliçlerden elde edilen gıdalarda 'taşınma' (carry over) şeklinde OTA'ya rastlanmıştır (Micco ve ark., 1987). OTA sağlam bir moleküldür ve gıdalara uygulanan işlemlerden sonra bile değişmeden kalabilir (Schiavone ve ark., 2008). OTA ile kontamine gıdalar Avrupa'da yaygın olarak bulunmuştur. Analiz edilen 6 476 gıdanın %57'si OTA tespit limiti (0.01 µg/kg) üzerinde bulunmuştur (Wolff, 2000).

Avrupa Komisyonu, et ve diğer hayvansal kökenli gıdalar için izin verilen maksimum bir OTA limiti belirlememiştir. Ancak bazı ülkeler; Danimarka (domuz böbreği: 10 µg/kg), Estonya (Domuz karaciğeri: 10 µg/kg), Romanya (Domuz böbreği, karaciğeri ve eti: 5 µg/kg), Slovakya (et ve süt: 5 µg/kg) şeklinde belirlemiştir. OTA'nın hayvansal gıdalarda varlığına yönelik etkili çalışmaların yapılması gerekmektedir (Duarte ve ark., 2010).

### **Okratoksin A Tespit Yöntemleri**

Çoğu mikotoksin kararlı moleküle sahip olması nedeniyle kimyasal olarak dayanıklı bir yapıdadır. Depolama, yüksek sıcaklıkta pişirme gibi işlemler sonucu bile ürünlerde

bozulmadan kalabildikleri görülmüştür. Bu durum mikotoksinlerin ürünlerde oluşumunu engellemek için gerekli tedbirlerin alınması gerektiğini göstermektedir (Bullerman ve ark., 1984).

Mikotoksin tespiti amacıyla seçilen metotların çoğunun başarısı ekstraksiyon ve temizleme (clean up) yöntemlerinin doğruluğuna bağlıdır ve ELISA'da temizleme aşaması gerekmez (Chu, 1992). Mikotoksin, ekstraksiyon metodu ile toksinin yapısına bağlı olarak biyolojik matriksten ayrılır. Temizleme aşaması en önemli aşamadır ve örneği en saf haliyle elde etmek için dikkatli bir şekilde tamamlanmalıdır. Ekstraksiyon ve temizleme amaçlı çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler şu şekilde sıralanabilir: Liquid-liquid extraction (LLE), Supercritical fluid extraction (SFE), Solid phase extraction (SPE) (Turner ve ark., 2009).

### **Analitik metodlar**

Mikotoksin analizi için kullanılan çeşitli tipte kromatografik metodlar bulunmaktadır. Kromatografi bir karışımda bulunan maddelerin, biri sabit diğeri hareketli faz olmak üzere birbirleriyle karışmayan iki fazlı bir sistemde ayrılması ve saflaştırılmasıdır (Monaci ve Palminaso, 2004). Kullanılan yöntemler; İnce Tabaka Kromatografisi (Thin Layer Chromatography-TLC), Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi (High Performance Liquid Chromatography-HPLC), Gaz Kromatografisi (Gas Chromatography-GC), Kapillar Elektroferez (Capillary Electrophoresis-CE) gibi kromatografik yöntemler ile son yıllarda kullanım alanı bulan ELISA yöntemidir.

### **Sonuç**

OTA, immunotoksik, teratojenik ve karsinojenik etkileri sebebiyle önemli bir metabolittir. Hayvansal kaynaklı gıdalardan et ve sütün kontaminasyonuna neden olabilir. Ayrıca mikotoksinlerin "taşınma" şeklinde gıdalara transferi de mümkündür. Bu nedenle hayvansal gıdalarda OTA varlığına yönelik çalışmalar yapılması gerekmektedir.

## Kaynaklar

1. Akdeniz AS, Ozden S, Alpertunga B. 2013. Ochratoxin A in dried grapes and grape-derived products in Turkey. *Food Addit. Contam. B.* 6, 265-269.
2. Anonim. 2007. Türk Gıda Kodeksi (Tebliğ No: 2007/27). Üzüm pekmezi tebliği. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/06/20070615-6.htm> (Erişim tarihi: 03.03.2015)
3. Anonim. 2011. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-8.htm> (Erişim tarihi: 03.03.2015)
4. Arici M, Gümüş T, Kara F. 2004. The fate of ochratoxin A during the pekmez production from moldy grapes. *Food Cont.* 15, 597-600.
5. Battilani P, Pietri A. 2002. Ochratoxin A in grapes and wine. *Eur. J. Plant Pathol.* 108, 639-643.
6. Bayman P, Baker JL, Doster M, et al. 2002. Ochratoxin production by the *Aspergillus ochraceus* group and *Aspergillus alliaceus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 68, 2326-2329.
7. Bucheli P, Taniwaki MH. 2002. Research on the origin, and on the impact of post-harvest handling and manufacturing on the presence of ochratoxin A in coffee. *Food Addit. Contam.* 19, 655-665.
8. Bullerman LB, Schroeder LL, Park KY. 1984. *J. Food Prot.* 47, 637.
9. Cabanes FJ, Accensi F, Bragulat MR, et al. 2002. What is the source of ochratoxin A in wine? *Int. J. Food Microbiol.* 79, 213-215.
10. Chu FS. 1992. Handbook of applied mycology. Bhatnagar D, Lillehoj EB, Arora DK, ed. *Mycotoxins in Ecological Systems*. New York: Marcel Dekker, 87.
11. Duarte SC, Lino CM, Pena A. 2010. Mycotoxin food and feed regulation and the specific case of ochratoxin A: A review of the worldwide status. *Food Addit. Contam. A.* 27, 1440-1450.
12. Duarte SC, Lino CM, Pena A. 2012. Food safety implications of ochratoxin A in animal-derived food products. *Vet. J.* 192, 286-292.
13. European Commission. 2002. Commission Regulation (EC) No 472/2002 of 12 March 2002 amending regulation (EC) No 466/2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Off. J. Eur. Union.* L75, 18-20.
14. IARC (International Agency Research of Cancer). 1993. Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. In: *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. Lyon: IARC Press, 56, 489-521.
15. JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee of Food Additives). 2001. Evaluation of certain mycotoxins in food: fifty-sixth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva: WHO Technical Report Series, 906.
16. Kuiper-Goodman T. 1996. Risk assessment of ochratoxin A: an update. *Food Addit. Contam.* 13, 53-57.
17. Larsen TO, Svendsen A, Smedsgaard J. 2001. Biochemical characterization of ochratoxin A-producing strains of the genus *Penicillium*. *Appl. Environ. Microbiol.* 67, 3630-3635.
18. Lund F, Frisvad JC. 2003. *Penicillium verrucosum* in wheat and barley indicates presence of ochratoxin A. *J. Appl. Microbiol.* 95, 1117-1123.
19. Micco C, Miraglia M, Benelli L, et al. 1987. Longterm administration of low doses of mycotoxins in poultry. Residues of ochratoxin A in broilers and laying hens. *Poultry Sci.* 66, 47-50.
20. Monaci L, Palmisano F. 2004. Determination of ochratoxin A in foods: State-of-the-art and analytical challenges. *Anal. Bioanal. Chem.* 378, 96-103.
21. Schiavone A, Cavallero C, Giroto L, et al. 2008. A survey on the occurrence of ochratoxin A in feeds and sera collected in conventional and organic poultry farms in Northern Italy. *Ital. J. Anim. Sci.* 7, 495-503.
22. Téren J, Varga J, Hamari Z, et al. 1996. Immunochemical detection of ochratoxin A in black *Aspergillus* strains. *Mycopathologia.* 134, 171-176.

- 23.** Tosun H, Yıldız H, Obuz E, et al. 2014. Ochratoxin A in grape pekmez (grape molasses) consumed in Turkey. *Food Addit. Contam. B.* 7:1, 37-39.
- 24.** Turner NW, Subrahmanyam S, Piletsky SA. 2009. Analytical methods for determination of mycotoxins: a review. *Anal. Chim. Acta.* 632, 168–180.
- 25.** Van der Merwe KJ, Steyn PS, Fourie L, et al. 1965. Ochratoxin A, a toxic metabolite produced by *Aspergillus ochraceus* Wilh. *Nature.* 205, 1112–1113.
- 26.** Varga J, Kozakiewicz Z. 2006. Ochratoxin A in grapes and grape derived products. *Trends Food Sci. Technol.* 17, 72–81.
- 27.** Wolff J, Bresch H, Cholmakov-Bodechtel C, et al. 2000. Ochratoxin A: contamination of foods and consumer exposure. *Arch. Lebensmittelhyg.* 51, 81–128.
- 28.** Zimmerli B, Dick R. 1996. Ochratoxin A in table wine and grapejuice: occurrence and risk assessment. *Food Addit. Contam.* 13, 655– 668.).