

İstanbul'da Satışa Sunulan Mısır Bazlı Gıdalarda Fumonisin Varlığı[#]

Ayşe Öznur OCAK¹, Kamil BOSTAN^{2*}

¹ İstanbul İl Tarım Müdürlüğü

² İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni Bölümü

*Sorumlu Yazar: Kamil Bostan

İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni Bölümü, 34320, Avcılar, İstanbul, e-posta: bostank@istanbul.edu.tr,
Tel: 0 212 473 70 70/17185

Geliş Tarihi / Received : 22.06.2010

ÖZET

Fumonisinler, çeşitli *Fusarium* türleri tarafından üretilen metabolitler olup insanlar için yüksek derecede toksik etkilidirler. İnsanlar için kanserojen olarak kabul edilen fumonisinler küflenmeye ve mikotoksin oluşumuna yatkın tahıl ürünlerinde, özellikle mısırlarda bulunmaktadır. Bu çalışma, İstanbul'da tüketime sunulan mısır ve mısır bazlı gıdaların fumonisin yönünden halk sağlığı açısından riskli olup olmadıklarını saptamak amacıyla yapılmıştır. Çeşitli marketlerde satışa sunulan 25'er adet mısır konservesi, mısır unu ve mısır gevreğinde fumonisin varlığı ELISA ile test edilmiştir. Buna göre 25 mısır unu örneğinin altısında fumonisin miktarının Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen limit olan 2 mg/kg'ın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Mısır gevreği ve mısır konservesinde saptanan fumonisin miktarları kabul edilebilir sınırlar içinde bulunmuştur. Elde edilen bulgulara göre, mısır gevreği ve mısır konservesinin fumonisin açısından riskli olmadığı, mısır unlarının ise potansiyel risk taşıdığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fumonisin, mısır, ELISA, halk sağlığı

ABSTRACT

PRESENCE OF FUMONISIN IN THE CORN-BASED FOODS MARKETED IN ISTANBUL

Fumonisin are a group of fungal metabolites produced by several *Fusarium* species and have high level toxic effect for human. Fumonisin classified as a human carcinogen are present in cereals, especially corns, which are prone to molding and the formation of mycotoxins. The aim of this study was to determine if corn-based foods marketed in İstanbul contain risky amounts of fumonisin on public health. Totally 75 samples (25 canned sweet corn, 25 corn flour and 25 corn flakes) are provided from several markets. Presence of fumonisin was detected by using ELISA. Out of all the corn flour samples 6 contained fumonisin higher than 2 mg/kg which is the maximum permitted level in Turkish Food Codex. In corn flakes and canned sweet corns no sample exceeded the permitted levels. The results indicates that the fumonisin contents of the corn flakes and canned sweet corns are not risky but the corn flours have potential risk for public health.

Key Words: Fumonisin, corn, ELISA, public health.

[#] Birinci yazarın Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir

Giriş

Tarım ürünlerinin çeşitliliği bakımından zengin, aynı zamanda bu ürünlerle işlenmiş gıdaların üretiminin, ihracatının ve ithalatının yoğun ve önemli olduğu ülkemizde bu ürünlerin yetiştirilmesi, işlenmesi, depolanması ve taşınması aşamalarında çeşitli kimyasal ve biyolojik kontaminasyonlar olabilmektedir. Küfler bu biyolojik kontaminasyonda ilk sırayı almaktadırlar. Küfler sıklıkla, yağlı tohumlar, baklagiller, hububat gibi çeşitli tarımsal ürünlerin mikroflorasında yer almakta veya hasat, işleme ve depolama aşamalarında bu tür ürünlere bulaşabilmektedirler (Elden ve Tağı, 2001). Yakın zamana kadar tarımsal ürünlerdeki küflerin varlığı yalnızca bozulmalar, ürünün besin değerindeki kayıplar, danelerin çimlenme kabiliyetindeki düşüşler nedeniyle ekonomik açıdan önemli görülmüştür (Tunail, 2000). Ancak küflerden bazılarının gıda maddesi üzerinde çoğalmaları sonucu "mikotoksin" adı verilen toksik ve kanserojenik metabolitleri oluşturabildikleri bilinmektedir (Kabak ve Var, 2005). Bu mikotoksinlerden olan fumonisinler, canlılar için yüksek derecede toksik etkili, başlıca *Fusarium moniliforme* (synonym *F. verticillioides*) olmak üzere çeşitli *Fusarium* türleri tarafından üretilen bileşiklerdir ve Fumonisin A₁, A₂, B₁, B₂, B₃, B₄ olarak sınıflandırılmaktadırlar (Doğan ve Tuzcu, 2001; Sanchis ve ark., 1994; Wang ve ark., 2008). Fumonisin B₁ (FB₁) en toksik olanıdır ve insanlar için kanserojen olarak kabul edilmektedir (Erzurum, 2001; Tunail, 2000). Fumonisinler lipit metabolizmasında bazı değişikliklere neden olmaktadır. Özellikle sfingolipitlerin sentezini kuvvetli bir şekilde inhibe ettiklerinden beyin dokusunda nekrotik lezyonların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Riley ve ark., 1998; Voss ve ark., 2007). Epidemiyolojik araştırmalar fumonisin içermesi muhtemel gıdaların yaygın olarak tüketildiği bölgelerde özafagus kanseri olmak üzere kanser görülme insidensinin daha yüksek olduğunu göstermiştir (Franceschi ve ark., 1990; Rheeder ve ark., 1992; Sydenham ve ark., 1990; Ueno ve ark., 1997; Wang ve ark., 2008).

Mısır bazlı gıdalar fumonisinler açısından riskli gıdaların başında gelmektedir (Doğan ve Tuzcu, 2001; Quan ve ark., 2006). Mısırlar hasattan önce, hasat zamanında ve hasat sonraki dönemlerde *Fusarium* cinsi küflerle kontamine olabilmektedir. Mısırlarda görülen ve önemli verim kaybına neden olan sap ve koçan çürüklüğü *Fusarium* cinsi küfler tarafından oluşturulmaktadır (Bottalico, 1998; Edwards, 2004; Uçkun, 2008). Olumsuz depolama koşulları (özellikle yüksek sıcaklık ve nem) da küf gelişimini dolayısıyla fumonisin oluşumunu teşvik etmektedir (Elden ve Tağı, 2001; Sweeney ve Dobson, 1998; Shephard, 2007).

Taze olarak tüketilebilen (haşlama ve közleme) mısır aynı zamanda mısır konservesi, mısır unu, mısır gevreği, mısır cipsi, patlamış mısır (popcorn) vb halinde de tüketime sunulmaktadır. Çeşitli gıdaların bileşimine giren mısırdan nişasta, yemeklik yağ, alkol ve yüksek früktozlu mısır şurubu gibi gıda sanayinin çeşitli ürünleri de edilmektedir. Mısır, ülkemizde başta ekmek yapımında kullanılmak üzere mısır unu şeklinde özellikle bazı bölgelerde yaygın olarak tüketilmektedir. Bununla birlikte değişen beslenme alışkanlıkları sebebiyle mısır bazlı gıdaların (mısır konservesi, mısır gevreği vb.) tüketiminde de hızlı bir artış dikkati çekmektedir. Önemli bir mikotoksin olmasına rağmen ülkemizde gıdalardaki maksimum fumonisin düzeylerini belirleyen yasal limitler ancak 2008 yılında yayınlanmıştır. Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ'e (2008/26) göre maksimum limitler işlenmemiş mısırdaki 4000 µg/kg, mısır bazlı ürünlerde 1000 µg/kg, mısır bazlı kahvaltılık tahıllar ve çerezlerde 800 µg/kg, bebek mamalarında 200 µg/kg ve mısır unlarında 2000 µg/kg olarak belirlenmiştir (Anonim, 2008). Dünyanın farklı ülkelerinde yapılan çalışmalarda mısır bazlı gıdalarda farklı fumonisin oranları bildirilmiştir. Ülkemizde mısırlarda ve yemelerde yapılan çalışmalar bulunmakla birlikte mısır bazlı gıdalarda gerçekleştirilenlerin sayısı oldukça sınırlıdır.

Bu çalışmanın amacı, İstanbul'da marketlerde satışa sunulan bazı mısır bazlı gıdalarda, toplam fumonisin varlığını araştırmak ve halk sağlığı açısından risk oluşturup oluşturmadığını belirlemektir.

Gereç ve Yöntem

Analizi yapılan 25'er adet mısır konservesi, mısır unu ve mısır gevreği örnekleri, İstanbul'un çeşitli semtlerinde faaliyet gösteren değişik marketlerden ve zincir marketlerden sağlanmıştır.

Toplanan örneklerdeki fumonisin miktarı ticari bir test kiti (RIDASCREEN FAST Fumonisin, R5602) kullanılarak ELISA ile saptanmıştır. Üretici firmanın önerdiği prosedür takip edilmiştir. Örnekler öğütüldükten sonra 50 g analiz için alınmıştır. Üzerine 250 ml % 70'lik metanol eklenip yüksek hızda 3 dakika karıştırılmıştır. Daha sonra örnek Whatman No:1 filtre kağıdı ile süzölmüştür. Elde edilen filtrat üzerine 1'e 13 oranında distile su eklenmiş ve 50 µl'si testte kullanılmıştır.

ELISA tabağındaki kuyucuklara sırasıyla toksin standartları ve örnek solüsyonları, antijen-antikor birleşmesini sağlayan konjugat ve son olarak antikor eklenmiştir. Yeterli süre inkübasyondan sonra yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Kromojen ile boyanarak 450 nm'de fotometrik olarak absorbans değeri üzerinden her örnekteki fumonisin miktarı saptanmıştır.

Bulgular

Mısır unu örneklerinden 14'ünde tespit edilebilir düzeyde fumonisin varlığı saptanmıştır (Tablo 1). Bunlardan altısında miktar 2,0 mg/kg'ın üzerinde (2,02 mg/kg, 3,12 mg/kg, 4,58 mg/kg, 4,81 mg/kg, 4,95 mg/kg, 5,58 mg/kg) bulunmuştur. Onbir mısır örneğinde tespit edilebilir düzeyde fumonisine rastlanmamıştır. Mısır gevreği örneklerinin ikisinde (0,257 ve 0,461 mg/kg); mısır konservesi örneklerinin ise sadece bir adedinde (0,392 mg/kg) fumonisin saptanmıştır.

Tablo 1. Mısır bazlı gıdalarda saptanan fumonisin düzeyleri.

Table 1. Levels of fumonisin determined in corn-based foods

Fumonisin (mg/kg)	Mısır unu (n)	Mısır gevreği (n)	Mısır konservesi (n)
<0,222	11	23	24
0,222 – 0,49	1	2	1
0,5 – 0,99	4	-	-
1,00 – 1,99	3	-	-
≥2,00	6	-	-

Tartışma ve Sonuç

İstanbul'daki çeşitli marketlerde satışa sunulan 25'er adet konserve mısır, mısır unu ve mısır gevreği örnekleri fumonisin içerikleri bakımından ELISA ile test edilmiş ve Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında

Tebliğ'e göre değerlendirilmiştir. Mısır unu örneklerinden 6'sının söz konusu tebliğde mısır unlarına dair limit değer olan 2000 µg/kg'nin üzerinde fumonisin içerdiği saptanmıştır. Mısır gevreği ve mısır konservesi örneklerinin hiç birisinde kendileri için belirlenen limitlerin (sırasıyla 800 µg/kg ve 1000 µg/kg) üzerinde

fumonisin varlığı tespit edilmemiştir. Buna göre mısır unu örneklerinin % 24'ü fumonisin açısından ilgili tebliğe aykırı; mısır gevreği ve konservesi örneklerinin tamamı uygun bulunmuştur.

Mısır unu örneklerinin sadece 11 adedinde tespit edilebilir düzeyde fumonisin saptanmamış, geri kalan 14'ünde ise 0,257-5,58 mg/kg arasında fumonisin tespit edilmiştir. Buna karşın mısır gevreği örneklerinin sadece ikisinin, mısır konservesi örneklerinin ise sadece birisinin fumonisin içerdiği görülmüştür. Mısır unu örneklerinin diğerlerine göre yüksek fumonisin içeriği bir halk sağlığı soruna işaret etmektedir. Bu durum muhtemelen mısır üretiminde kullanılan hammaddelerin gerekli kalite kontrolünden geçirilmediğini ve kontamine mısır danelerinin üretiminde kullanıldığını göstermektedir. Gerek mısır gevreği gerekse konserve üretiminde son ürünün duyuşsal özelliklerini direkt etkileyeceğinden hammadde seçiminde daha titiz davranıldığından bu ürünlerin tamamına yakın kısmında fumonisinlere rastlanmamıştır. Diğer taraftan mısır unları için sadece fiziksel bir proses uygulanırken; diğer ürünlerde farklı proseslerin (haşlama, pişirme, kurutma, fırınlama, vb.) de uygulanması fumonisin düzeyindeki farklılıkların nedenleri arasında sayılabilir (Soriano ve Dragacci, 2004). Özellikle proses sırasında uygulanan yüksek ısı işlemlerin fumonisin düzeylerinde değişen oranlarda azalmaya neden olduğu yapılan çalışmalarla ispatlanmıştır (D'Ovidio ve ark., 2007; Humpf ve Voss, 2004; Jackson ve ark., 1997).

Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda mısır unlarında yüksek sayılabilecek oranlarda fumonisin varlığı saptanmıştır. Sydenham ve ark. (1991) tarafından yapılan çalışmada 52 mısır unu örneğinden 46 tanesinde ortalama olarak 0,14 mg/kg düzeyinde fumonisin bulunmuştur. Pestka ve ark. (1994) ise ELISA ile incelenen 14 mısır unu örneğinin 9'unda fumonisin tespit etmişlerdir. Machinski ve Valente (2000) 9 mısır ununun tamamında 0,56 – 4,93 mg/kg düzeyinde; Castells ve ark. (2008) ise 90 mısır unu örneğinin tamamında 0,892–6,307 mg/kg

düzeyleri arasında fumonisin bulmuşlardır. Adı geçen araştırmacıların bildirdiği bulgular çalışmamızdaki bulgulara nispeten benzerlik göstermektedir.

Mısır gevrekleri ile yapılan çalışmalarda ise genel olarak fumonisin tespit edilen örneklerin oranının düşük olduğu rapor edilmiştir. Sydenham ve ark. (1991) inceledikleri 3 mısır gevreği örneğinde fumonisin tespit edememiştir. Machinski ve Valente (2000) ise 4 örneğin 1 tanesinde 0,66 mg/kg düzeyinde fumonisin saptamıştır. Solfrizzo ve ark. (2001) HPLC ile analiz ettikleri 18 mısır gevreği örneğinden sadece birinde sırasıyla 1,092 µg/kg ve 235 µg/kg düzeyinde FB1 ve FB2 tespit etmişlerdir. Castells ve ark. (2008) tarafından ELISA ile yapılan çalışmada 47 mısır gevreğinin % 21'inin fumonisin içerdiği; ancak hiçbirisinde fumonisin miktarının Avrupa Birliği'nde yasal olarak belirlenmiş olan limit değeri olan 800 µg/kg'dan fazla olmadığını bildirmişlerdir. Nitekim çalışmamızda da sadece örneklerin % 8'inde fumonisin saptanmış olup hiç birisi yasal limitlerin üzerinde değildir.

Mısır konservelerinde yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiş olup ya incelenen örneklerde fumonisin tespit edilememiş ya da yasal limitlerin altında fumonisin düzeyi saptanmıştır. Kim ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada 5 mısır konservesi örneği incelenmiş, hiçbirinde fumonisin tespit edilememiştir. Machinski ve Valente (2000) ise 11 örnekten sadece ikisinde 0,08 mg/kg'dan daha düşük düzeylerde fumonisin varlığı bildirmişlerdir. Tuncel ve ark. (2009) da mısır konservesi örneklerinde kontamine örnek bulunmuşlardır. Gerek kendi bulgularımız gerekse diğer araştırmacıların bulguları mısır konservelerinin fumonisin açısından güvenilir olduğunu göstermektedir.

Mısır bazlı ürünlerin halk sağlığı açısından riskli olup olmadıklarının tespitini amaçlayan çalışmamızda elde edilen bulgulara göre mısır unlarının fumonisin içeriği açısından risk taşıdığı; buna karşın mısır gevreği ve mısır konservelerinin güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Mısır unlarının başta ekmek yapımı olmak üzere birçok gıda formülasyonunda yer alması ve nispeten yüksek oranda tüketiliyor olması nedeniyle mısırlarda fumonisin kontrol programlarının uygulamaya konulması ve ürünleri güvenilir hale getirecek yöntemlerin pratiğe aktarılmasında yarar görülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde önemli desteğini gördüğümüz sayın Biyolog Zeynep ÖZDEMİR'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2008.** Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ (2008/26). Resmi Gazete 17.05.2008. Sayı: 26879, Ankara.
- Bottalico, A., 1998.** *Fusarium* diseases of cereals: species complex and related mycotoxin profiles, in Europe. European Journal of Plant Pathology 80 (2), 85-103.
- Castells, M., Marin, S., Sanchis, V., Ramos, A.J., 2008.** Distribution of fumonisins and aflatoxins in corn fractions during industrial cornflake processing. International Journal of Food Microbiology 123, 81-87.
- Doğan, A., Tuzcu, M., 2001.** Fumonizinler. Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi 7 (2), 237-244.
- D'Ovidio, K.L., Trucksess, M.W., Devries, J.W., Bean, G., 2007.** Effects of irradiation on fungi and fumonisin B₁ in corn and of microwave-popping on fumonisins in popcorn. Food Additives and Contaminants, 24 (7), 735-743.
- Edwards, S.G., 2004.** Influence of agricultural practices on *Fusarium* infection of cereals and subsequent contamination of grain by trichothecene mycotoxins, Toxicology Letters, 153, 29-35.
- Elden, E., Tağı, Ş., 2001.** Tarımsal ürünlerde mikotoksinlerin önemi. Ekin 5 (17), 38-43.
- Erzurum, K., 2001.** Fumonisinlerin insan sağlığı açısından önemi ve detoksifikasyonları. Gıda 26 (1), 41-46.
- Franceschi, S., Bidoli, E., Baron, A.E., La Vecchia, C., 1990.** Maize and risk of cancers of the oral cavity, pharynx and esophagus in Northeastern Italy. Journal of National Cancer Institute 82, 1407-1411.
- Humpf, H.U., Voss, K.A., 2004.** Effects of thermal food processing on the chemical structure and toxicity of fumonisin mycotoxins. Molecular Nutrition and Food Research 48 (4), 255-269.
- Jackson, L.S., Katta, S.K., Fingerhut, D.D., DeVries, J.W., Bullerman, L.B., 1997.** Effects of baking and frying on the fumonisin B₁ content of corn-based foods. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45, 4800-4805.
- Kabak, B., Var, I., 2005.** Işınlamanın küf gelişimi ve mikotoksin kontrolü üzerine etkisi. Gıda, 30 (1), 197-201.
- Kim, E.-K., Shon, D.-H., Chung, S.-H., Kim, Y. B., 2002.** Survey for fumonisin B₁ in Korean corn-based food products. Food Additives and Contaminants, 19, 459-464.
- Machinski, M., Valente, L. M., 2000.** Fumonisin B₁ and B₂ in Brazilian corn-based food products. Food Additives and Contaminants, 17, 875-879.
- Pestka, J.J., Azcona-Olivera, J.I., Plattner, R.D., Minervini, F., Doko, M.B., Visconti, A., 1994.** Comparative assessment of fumonisin in grain-based foods by ELISA, GC-MS, and HPLC. Journal of Food Protection, 57, 169-172.
- Quan, Y, Zhang, Y., Wang, S., Lee N, Kennedy, I.R., 2006.** A rapid and sensitive chemiluminescence enzyme-linked immunosorbent assay for the determination of fumonisin B₁ in food samples. Analytica Chimica Acta 580, 1-8.
- Rheeder, J.P., Marasas, W.F.O., Thiel, P.G., Sydenham, E.W., Shepard, G.S., Van Schalkwyk, D.J., 1992.** *Fusarium moniliforme* and fumonisins in corn in relation to human oesophageal cancer in Transkei. Phytopathology, 82, 353-357.
- Riley, R.T., Voss, K.A., Norred, W.P., Sharma, R.P., Wang, E., Merrill, A.H., 1998.** Fumonisin: mechanism of mycotoxicity. Revue de Medecine Veterinaire, 149 (6), 617-626.
- Sanchis, V., Abadias, M., Oncins, L., Sala, N., Vinas, I., Canela, R., 1994.** Occurrence of fumonisins B₁ and B₂ in corn-based products from the Spanish market. Applied and Environmental Microbiology 60 (6), 2147-2148.
- Shephard, G.S., 2007.** Committee on natural toxins and food allergens. Mycotoxins. General Referee Reports, Journal of AOAC International, 90: No.1.
- Soriano, J. M., Dragacci, S., 2004.** Intake, decontamination and legislation of fumonisins in foods. Food Research International, 37, 367-374.

- Sweeney, M.J., Dobson, A.D.W., 1998.** Mycotoxin production by *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* species. *International Journal of Food Microbiology*, 43, 141–158.
- Solfrizzo, M., De Girolamo, A., Visconti, A., 2001.** Determination of fumonisins B1 and B2 in cornflakes by high performance liquid chromatography and immunoaffinity clean-up. *Food Additives and Contaminants* 18(3), 227-235.
- Sydenham, E. W., Thiel, P. G., Marasas, W. F. O., Shepard, G. S., Van Schalkwyk, D. J., Koch, K.R., 1990.** Natural occurrence of some *Fusarium* mycotoxins in corn from low and high esophageal cancer prevalence areas of Transkei, Southern Africa. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 38, 1900-1903.
- Sydenham, E.W., Shephard, G.S., Thiel, P.G., Marasas, F.O., Stockenstrom, S., 1991.** Fumonisin contamination of commercial corn-based human foodstuffs. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 39, 2014–2018.
- Tunail, N., 2000.** Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, Genişletilmiş 2. Baskı; Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını, Sim Matbaası, Ankara, s522.
- Tuncel, N.B., Yılmaz, N., 2009.** Mısır ve mısır bazlı ürünlerde fumonisin kontaminasyonunun belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 7(3), 6-11.
- Uçkun, Z., 2008.** Güney Marmara Bölgesi Mısır Alanlarında Sap ve Koçan Çürüklüğüne Neden Olan *Fusarium* Türleri, Oluşturdukları Mikotoksinler ve Başlıca Türlerle Karşı Dayanıklılık Kaynaklarının Saptanması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ueno, Y., Iijima, K., Wang, S.D., Sugura, Y., Sekijima, M., Tanaka, T., Chen, C., Yu, S.Z., 1997.** Fumonisin as a possible contributory risk factor for primary liver cancer: A 3-year study of corn harvested in Haimen, China, by HPLC and ELISA. *Food and Chemical Toxicology*, 35, 1143-1150.
- Voss, K.A., Smith, G.W., Haschek, W.M., 2007.** Fumonisin: Toxicokinetics, mechanism of action and toxicity. *Animal Feed Science and Technology* 137, 299–325.
- Wang, J., Zhou, Y., Liu, W., Zhu, X., Du, L., Wang, Q., 2008.** Fumonisin level in corn-based food and feed from Linxian County, a high-risk area for esophageal cancer in China. *Food Chemistry* 106, 241–246.