

Van İlinde Satışa Sunulan Polenlerin Aflatoksin İçerikleri**

Fatih ARSLAN¹, Hisamettin DURMAZ^{2*}

¹Van Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Van, Türkiye.

²Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye.

Geliş Tarihi: 29.11.2018

Kabul Tarihi: 18.06.2019

Özet: Bu çalışmada, Van ilinde üretilen 35 adet polen örneğinin rutubet miktarı, su aktivitesi içeriği ve pH değerleri ile aflatoksin içerikleri araştırılmıştır. Polen örneklerindeki aflatoksin B₁, B₂, G₁ ve G₂, (AFB₁, AFB₂, AFG₁ ve AFG₂) miktarları yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile belirlenmiştir. Yapılan çalışmada polen örneklerinin rutubet miktarı %7.35 ile %11.41 arasında değişiklik göstermiş olup ortalama %9.46±0.18 olarak belirlenmiştir. Polen örneklerinin ortalama su aktivitesi (aw) içeriği 0.28±0.01 olarak tespit edilmiş olup 0.24 ile 0.45 arasında değişiklik göstermiştir. pH değerleri ise 3.91'den 5.50'ye kadar farklılık göstermiş ve ortalama 4.38±0.06 olarak tespit edilmiştir. Örneklerin hiçbirinde AFB₁ tespit edilemezken, AFB₂ düzeyleri 0-0.24 µg/kg arasında dağılım göstermiştir (ortalama 0.01±0.01 µg/kg). Polen örneklerinin toplam aflatoksin düzeylerinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri sırasıyla 0, 2.84 ve 0.34±0.13 µg/kg olarak belirlenmiştir. Örneklerin aflatoksin düzeyi ile rutubet miktarları arasında düşük fakat istatistiksel olarak önemli bir korelasyon (r: 0.41) bulunmuştur. Çalışma sonucunda, incelenen toplam 35 polen örneklerinin 23'ünde (%66) aflatoksin saptanmış ve belirlenen aflatoksin miktarının Türk Gıda Kodeksi'ne göre kabul edilebilir limitler içerisinde olduğu tespit edilmiştir. İncelenen polen örneklerindeki rutubet düzeyinin artışına bağlı olarak toplam aflatoksin düzeylerindeki artış yüksek aflatoksin içeriğinin depolama şartlarından kaynaklandığını düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Aflatoksin, Polen, Van.

Aflatoxin Contents of Pollens Sold in Van Province

Abstract: The objective of this study was to investigate moisture content, water activity, pH value and aflatoxin contents of pollen samples (n: 35) collected in Van province of Turkey. Aflatoxin B₁, B₂, G₁ and G₂ (AFB₁, AFB₂, AFG₁ and AFG₂) contents of the pollen samples were detected by high-performance liquid chromatography (HPLC). The moisture contents varied from 7.35% up to 11.41% with an average of 9.46±0.18%. The average water activity (aw) was determined as 0.28±0.01 varying between 0.24 and 0.45. The pH value varied from 3.91 to 5.50 and averaged 4.38±0.06. While AFB₁ was not detected in any of the samples AFB₂ content varied between 0.00 and 0.24 µg/kg with an average of 0.01±0.01 µg/kg. The minimum, maximum and mean value of total aflatoxin level was determined as 0, 2.84 and 0.34±0.13 µg/kg, respectively. A low but statistically significant correlation (r=0.41) between the total aflatoxin and moisture content was found (P<0.05). As a result, aflatoxin was detected in 23 (66%) of the 35 pollen samples tested, and the amount of aflatoxin was found within the ranges permitted by the Turkish Food Codex. The positive correlation between the moisture content the aflatoxin content of the pollen samples examined suggested that the high aflatoxin levels observed might due to inappropriate storage condition.

Keywords: Aflatoxin, Pollen, Van.

Giriş

Türkiye nüfusunun yarısından fazlası tarım ile uğraşmasına rağmen her geçen yıl gayri safi milli hasılda tarımın payı gittikçe düşmektedir. Günümüzde bu oranın %6.5-12.0 arasında kalması bile tarımdan elde edilen gelirin ve kalitenin iyi olmadığını göstermektedir. Türkiye'de arıcılık konusunda devlet desteği çeşitli şekillerde yapılmakta ve bu desteklemelerden bütün arıcıların faydalanması konusunda hassasiyet gösterilmektedir. İl Tarım ve Orman Müdürlükleri, Ziraat Bankası ve Tarım Kredi Kooperatifleri desteklemeler ve teşvikler konusunda gerekli olan bilgileri arıcılara verebilmektedirler (Sağlam, 2011). Tarımda kalite ve ürün miktarının artmasına sebep olacak en önemli yollardan biri de arılar tarafından tozlaşmanın sağlanmasıdır. Polen toplamak için çiçeğe giden arılar bitki türlerinde çeşitliliğe ve

miktar oranlarının artmasına neden olmaktadır (Kumova ve Özkütük, 1988).

Ülkemizde genelde sabit arıcılık faaliyetleri yerine gezginci arıcılık tercih edilmekte olup arıcıların büyük bir çoğunluğu yalnızca bal üretimi yapmaktadır. Diğer arı ürünlerinin (Polen, arı sütü, balmumu ve propolis gibi) üretimi bala oranla çok az olmasına rağmen, günümüzde özellikle tedavi amaçlı olarak talep edilmekte ve profesyonel arıcılar tarafından polen ve arı sütü üretiminin artırılması sağlanmaktadır (Kumova ve Korkmaz, 1999).

Arılar poleni, hem genç larvaların hem de yaşlı larvaların beslenmesinde kullanılmaktadır. Günümüzde polen, arılar kadar insanlar için de önemli bir besin kaynağı olarak kullanılmaktadır (Alataş ve ark., 1997). Son yıllarda, polen tüketimine olan ilgiye artış görülürken, diğer taraftan kayıt dışı

ve denetlenmeyen üreticilerin varlığı da artış göstermektedir. Bu nedenle polen tüketimi gittikçe riskli bir durum arz etmektedir. Polen, çiçeklerin açtığı ve hava sıcaklığının yüksek olduğu ilkbahar ve yaz mevsimlerinde elde edilmektedir. Kurutulması sırasında polenin nem içeriğinin ölçülmesi ve tüketime sunulacak polenin nem oranının %3-7 arasında olması mikrobiyolojik üreme açısından önem arz etmektedir (Çankaya ve Korkmaz, 2008). Aksi takdirde protein ve karbonhidrat değerinin yüksek olması nedeni ile polenlerde küf üremesinde artış olabilir ve bu küfler aflatoksin üretebilirler.

Aflatoksinler, depolanmış yem ve yem maddelerinde, besinlerde ve doğada yaygın bir şekilde bulunur. Ayrıca, üremeleri için sıcak (25-30°C) ve rutubetli ortamlarda muhafaza edilen besin ve yemlerde hızla gelişip toksin sentezi yapabilirler (Erol, 2007). Dolayısıyla kayıt dışı üretilen ve denetlenmeyen bu üretimlerde aflatoksin varlığının insanların sağlığı için bir tehlike oluşturduğu tahmin edilmektedir. Yapılan bu çalışmayla Van ilinde üretilen polenlerde aflatoksin varlığının halk sağlığı açısından tehlike oluşturup oluşturmadığı incelenmiştir.

Materyal ve Metot

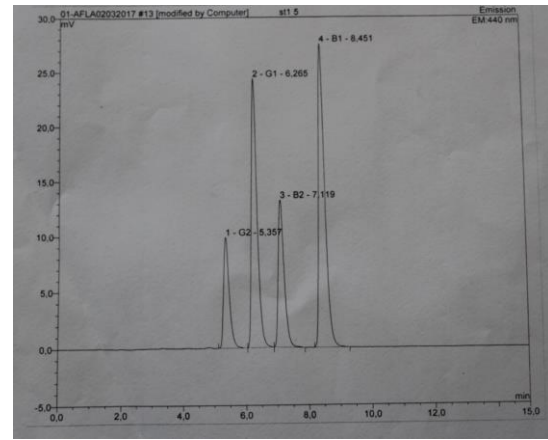
Materyal: Bu çalışmada, polen örnekleri alınabilecek arıcılar tespit edilmiş ve üretim yerine gidilerek Van ilinde 13 ilçeden 35 farklı arıcıdan aseptik şartlarda TS EN ISO 948 ve TS EN ISO 16050'ye göre toplam 35 adet polen örneği (her bir arıcıdan 1 adet 50 g) alınmıştır (Anonim, 2009; Anonim, 2013).

Rutubet, su aktivitesi ve pH değerlerinin belirlenmesi: Örneklerdeki rutubet içeriğini belirlemek amacıyla AOAC (1997) tarafından önerilen 925.45B metodu kullanıldı ve her bir polen örneğinden 3 g alınarak etüvde 105°C'de 3 saat bekletildi, soğuduktan sonra tartıldı ve rutubet içeriği belirlendi. Su aktivitesi (a_w) değerleri için her bir polen örneği su aktivitesi tayin cihazına (Novasina, ms1- a_w , İsviçre) direkt olarak yerleştirilerek 25°C'de ölçüldü. pH değerinin belirlenmesinde ise 5 g polen örneği alınarak 20 ml ultra saf su içerisinde sulandırıldı ve homojenize edildikten sonra digital pH-metre (Hanna 2211, Romanya) ile ölçüldü.

Aflatoksin B₁, B₂, G₁ ve G₂ standartlarının hazırlanması: Aflatoksin standartlarını hazırlarken öncelikle ana stok hazırlandı. İlk aşamada içerisinde 2600 mg toplam aflatoksin bulunan (1000 mg B₁, 1000 mg G₁, 300 mg B₂, 300 mg G₂) stok çözeltiden 1 ml şilifli şişeye alındı üzerine 9 ml metanol (HPLC

saflığında) eklenerek karıştırıldı ve elde edilen konsantrasyon ana stok olarak adlandırıldı. 10 kat seyreltilmiş olan ana stok örneğin içinde 100 mg B₁, 100 mg G₁, 30 mg B₂, 30 mg G₂ bulunmaktadır ve daha sonra bu ana stoktan 8 tane ara stok hazırlanarak kalibrasyon eğrisi çizildi (Şekil 1).

Aflatoksin miktarlarının belirlenmesi: Analiz amacıyla homojen hale getirilen örneklerden 25±0.1 g tartıldı, blenderin parçalayıcı haznesinde 5 g sodyum klorür ve 125 ml özütleme çözeltisi (87.5 ml metanol+37.5 ml ultra saf su) eklenerek karışım yüksek hızda 2 dakikada homojen hale getirildi. Elde edilen homojen karışım kaba oluklu filtre kâğıdından süzülerek berrak bir süzüntü elde edildi.



Şekil 1. Çalışma standartlarının alıkonma zaman grafiği.

Berrak bir süzüntü elde edilemeyenlerde ise süzme işlemi tekrarlandı. Örneklerdeki aflatoksinler ekstrakte edilip, elde edilen süzüntüden 5 ml alındı ve daha sonra üzerine 10 ml ultra saf su ilave edilerek immunoaffinite kolondan geçirildi. Bu işlem bağlanmayan pigmentleri uzaklaştırmak için yapıldı. Saflaştırılan toksinler immunoaffinite kolondan 1 ml HPLC saflığında metanolla (%99'luk konsantrasyonda) geçirilerek vialde aktarıldı, üzerine 1 ml ultra saf su ilave edildi ve bu vialdeki karışım homojenize edildi. Daha sonra viallerin kapakları kapatılarak enjeksiyon için HPLC cihazına yerleştirildi.

Tayin: Nicel tayin pik alanının birleştirilmesi veya pik yüksekliği standart maddeye ait ilgili değer ile ilişkilendirildi. Enjektör imalatçısının talimatlarına göre standart çözeltiden 50 µl'lik hacim enjeksiyon haznesine enjekte edildi. Aflatoksinler G₂, G₁, B₂ ve B₁ sırasıyla yaklaşık 6, 8, 9 ve 11 dakika alıkonma zamanları ile birlikte elüte edildi ve taban çizgisine göre ayırt edilebilir olduğuna dikkat edildi. Gerektiğinde hareketli fazın metanol konsantrasyonu değiştirilerek alıkonma süreleri ayarlandı.

İstatistiksel analiz: Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-wilks testi ile değerlendirilmiştir. Veriler arasındaki korelasyonlar ise Spearman's rho testi ile belirlenmiştir. Verilerin analizinde SPSS (1991) paket programı kullanılmıştır.

Bulgular

Araştırmada kullanılan örneklerdeki rutubet, su aktivitesi ve pH değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Rutubet içeriği %7.35 ile %11.41 arasında değişiklik göstermiş olup ortalama 9.46 ± 0.18 olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Polen örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.

Örnekler	Rutubet (%)	a_w	pH
Polen1	10.26	0.28	4.10
Polen2	9.19	0.29	4.11
Polen3	9.16	0.27	4.09
Polen4	10.12	0.25	3.95
Polen5	8.70	0.25	4.35
Polen6	10.20	0.24	3.91
Polen7	11.33	0.27	4.35
Polen8	11.18	0.25	4.33
Polen9	11.08	0.28	4.83
Polen10	10.42	0.31	4.50
Polen11	9.14	0.40	4.09
Polen12	11.41	0.35	4.75
Polen13	11.05	0.45	4.53
Polen14	9.28	0.27	4.25
Polen15	8.70	0.25	4.47
Polen16	10.01	0.28	4.03
Polen17	8.29	0.25	4.85
Polen18	8.37	0.26	4.95
Polen19	9.92	0.28	4.15
Polen20	10.58	0.25	4.30
Polen21	9.83	0.26	4.22
Polen22	9.84	0.27	4.05
Polen23	9.13	0.25	4.52
Polen24	8.29	0.27	4.60
Polen25	9.28	0.26	4.25
Polen26	9.26	0.28	3.95
Polen27	9.10	0.25	4.70
Polen28	9.61	0.27	4.20
Polen29	7.35	0.27	5.50
Polen30	7.80	0.26	5.03
Polen31	8.26	0.26	4.25
Polen32	8.63	0.27	4.45
Polen33	8.57	0.27	4.30
Polen34	9.18	0.27	4.33
Polen35	8.54	0.28	4.05
Ortalama	9.46	0.28	4.38
Minimum	7.35	0.24	3.91
Maksimum	11.41	0.45	5.50
Standart hata	0.18	0.01	0.06

Ortalama su aktivitesi (a_w) 0.28 ± 0.01 olarak tespit edilmiş ve 0.24 ile 0.45 arasında değişiklik tespit edilmiştir. Örneklerin pH değerleri ise 3.91'den 5.50'ye kadar farklılık göstermiş ve ortalama 4.38 ± 0.06 olarak belirlenmiştir. Örneklerin hiçbirinde aflatoksin B₁ (AFB₁) tespit edilememiştir.

Aflatoksin B₂ (AFB₂) ise 0-0.24 $\mu\text{g}/\text{kg}$ arasında olup ortalama 0.01 ± 0.01 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak belirlenmiştir. Toplam aflatoksin seviyesinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri sırasıyla 0, 2.84 ve 0.34 ± 0.13 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak belirlenmiştir (Tablo 2). İstatistiksel analiz sonuçlarına göre toplam aflatoksin ile rutubet miktarı arasında orta derecede ($r: 0.41$) bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tartışma ve Sonuç

Yüksek derecelerde besleyici maddeleri ihtiva eden taze polenler yaklaşık %20-30 rutubet oranlarına sahip olup bu özellikleri ile birçok mikroorganizmanın ve özellikle maya-küflerin gelişip çoğalması için iyi bir ortam oluşturmaktadırlar. Bu nedenle polenler bozulmayı önlemek ve raf ömrünü uzatmak için en kısa sürede hasat edilip kurutma aşamasına hazır hale getirilmelidirler. Arıcılar polenleri günlük olarak toplamazlar ve bunun bir sonucu olarak higroskopik olan polenler yüksek derecede çevreden rutubet çekerler (Bogdanov, 2012).

Tablo 2. Polen örneklerindeki aflatoksin miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

Örnekler	AFB ₁	AFB ₂	AFG ₁	AFG ₂	Toplam (B ₁ +B ₂ +G ₁ +G ₂)
Polen1	0.00	0.00	2.76	0.00	2.76
Polen2	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04
Polen3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen4	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Polen5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen7	0.00	0.00	0.68	0.00	0.68
Polen8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen9	0.00	0.00	2.16	0.00	2.16
Polen10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen11	0.00	0.24	0.00	0.00	0.24
Polen12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen13	0.00	0.00	0.00	0.36	0.36
Polen14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen16	0.00	0.21	0.00	2.64	2.84
Polen17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen18	0.00	0.00	0.00	0.34	0.35
Polen19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen20	0.00	0.00	0.00	1.24	1.24
Polen21	0.00	0.00	0.09	0.00	0.09
Polen22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen25	0.00	0.05	0.00	0.00	0.05
Polen26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen28	0.00	0.00	0.00	0.74	0.74
Polen29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen32	0.00	0.00	0.17	0.00	0.17
Polen33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polen35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ortalama	0.00	0.01	0.17	0.15	0.34
Minimum	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maksimum	0.00	0.24	2.76	2.64	2.84
Standart hata	0.00	0.01	0.10	0.08	0.13

Polenlerde renk bozukluğu ve kimyasal reaksiyonlar (maillard reaksiyonu ve lipid oksidasyonu) oluşup, kötü koku ve acı tada neden olduğundan dolayı %3'den az rutubet oranı arzu edilmez (Serra Bonvehi ve ark., 1991). Bu nedenle kurutulmuş polenlerin rutubet içeriği %4-8 arasında

olması gerektiği bildirilmiştir (Melo ve Almeida-Muradian, 2011; Mutsaers ve ark., 2005). Brezilya, Arjantin, Sırbistan ve Çin gibi ülkelerde kurutulmuş polenlerde maksimum rutubet içeriği sırasıyla, %4, %4, %8 ve %10 olarak belirlenmiştir (GB/T 19330-2003, 2003; Krell, 1996; Službeni list SCG 45, 2003). Bu çalışmada elde edilen rutubet miktarları yönünden örneklerin %5.7'si Sırbistan mevzuatlarına ve %68.5'i ise Çin mevzuatlarına uygun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada belirlenen rutubet miktarları Nogueira ve ark. (2012)'nin polenler üzerine yapmış oldukları çalışmada belirledikleri rutubet değerleri (%6.02-8.40) ile benzerlik göstermiştir. Buna karşın tespit edilen sonuçlar, Brezilya ve Arjantin resmi mevzuatlarındaki ticari arı polenleri için belirlenen limitlerin üzerinde bulunmuştur. Polen örneklerindeki yüksek rutubet içeriği uygun olmayan muhafaza şartlarından kaynaklanmış olabilir. Polenler nadiren vakumlu plastik poşetlerde saklanır ve genellikle uygulanan dondurma ve çözündürme işlemleri rutubet içeriğini olumsuz yönde etkileyebilir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre ise toplam aflatoksin ile rutubet miktarı arasında orta derecede (r: 0.41) bir korelasyon olduğu tespit edilmiş olup, yüksek rutubet değerlerine sahip örneklerde daha fazla oranda aflatoksin belirlenmiştir (Tablo 3). Bu sonuçlar kurutma ve depolama şartlarında daha düşük rutubet oranlarının gerekliliğini göstermektedir.

Tablo 3. Toplam aflatoksin düzeyi, su aktivitesi, pH ve rutubet değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

	Aflatoksin	Su aktivitesi	pH
Su aktivitesi	0.22		
pH	-0.12	-0.14	
Rutubet (%)	0.41*	0.21	-0.27

*: 0.05 düzeyinde önemli

Fungal gelişme için en önemli çevresel faktörler su aktivitesi (serbest su miktarının ölçülmesi) ve sıcaklıktır (Lacey ve Magan, 1991). Polen gibi dehidre gıdaların hijyenik olarak muhafaza edilebilmesi için su aktivite değerinin 0.30'dan düşük olması gerekmektedir (Serra Bonvehi ve Escolà Jordà, 1997). Bu çalışmada örneklerin su aktivitesi 0.24-0.45 değerleri arasında ve ortalama 0.28 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir. Belirlenen değer aralığı, dehidre gıdalar için normal sınırlar içerisinde olup Brezilya (0.3-0.5) ve İspanya (0.261-0.280)'da arı polenlerinde belirlenen limitler arasında olduğu görülmektedir (Carpes ve ark., 2009; Serra Bonvehi ve Escolà Jordà, 1997). Tespit edilen su aktivitesi değerleri, Estevinho ve ark. (2012)'nin bildirdikleri 0.32-0.55 değerleri ve Serra Bonvehi ve Escolà Jordà

(1997)'nin bildirdikleri ortalama 0.27 değerine benzerlik göstermiştir. Bu çalışmadaki örneklerden tespit edilen su aktivitesi değerleri ürünün mikrobiyolojik stabilitesini sağlamada yeterli olabileceği sonucunu göstermektedir.

Polenlerin pH değerleri tekstür, stabilite ve raf ömrünü önemli derecede etkiler. Bundan dolayı polenlerin muhafazası esnasında bu değerlerin büyük önemi vardır (González-Martin ve ark., 2007). Bu çalışmada analiz edilen polen örnekleri 3.91-5.50 arasında pH değerine sahip olup, tamamı asidik özellik göstermiştir. Elde edilen veriler Brezilya mevzuatına (pH: 4-6) benzerlik göstermiştir. Ayrıca araştırmamızda elde edilen pH değerleri, Herbert ve Shimanuki (1978)'nin (3.8-5.9), Bastos ve ark. (2003)'nin (3.7-5.5), Coronel ve ark. (2004)'nin (4.27-6.54) ve Marchini ve ark. (2006)'nin (4.3-5.2) belirledikleri değerlere benzerlik göstermektedir.

Aspergillus flavus tropik ve subtropik bölgelerde daha yaygın görülmektedir. Türkiye'nin birçok bölgesinde çeşitli sebeplerden dolayı rutubet ve sıcaklık, mikroorganizmaların lehinde değişmiş (Çetin ve ark., 2008) ve son yıllarda Van ilinde de iklim değişikliği görülerek sıcaklık ve rutubet değerlerinde artış görülmüştür. Bu durum doğada kontrolsüz bir şekilde kurutulan veya muhafaza edilen polenlerin üzerinde küf mantarlarının üremesini arttırmaktadır. İncelenen örneklerin bir kısmında aflatoksin tespit edilmesi, analiz edilen polenlerin *Aspergillus* spp. ile kontamine olduğunu düşündürmektedir.

Aspergillus'ların gelişmesinde mısır, soya fasulyesi ve buğdayın önemli bir yeri vardır (Nilüfer ve Boyacıoğlu, 2002; Rustom, 1997). Arılar bu bitkilerden *Aspergillus* ile kontamine polenleri toplar ve kovana getirirler. Yapılan bir çalışmada buğday, mısır ve soya fasulyesinin bu tip bir kontaminasyona sahip olduğu bildirilmiştir (Niu ve ark., 2011). Diğer bir kontaminasyon kaynağı arıların bizzat kendileridir. Polen üretim aşamalarından; toplama, kurutma, paketleme ve muhafaza dönemlerinde arıların polenleri kontamine edebilirler. Nitekim Pitta ve Markaki (2010)'nin arı polenleri üzerine yaptığı bir çalışmada kovanlardan alınan polenlerin sıklıkla sonraki aşamalarda aflatoksin ile kontamine olduğunu bildirmiş ve polenlerin aflatoksin ile kontaminasyonunun toplama sonrası arıların tarafından olduğu kanaatine varmışlardır.

Ratlar üzerine yapılan çalışmalarda günlük 10 µg/kg vücut ağırlığı miktarında aflatoksin alımının en tehlikeli sonucunun kanserojen etki olduğu ve akut toksisite değerinin (LD₅₀) 7.2 mg/kg vücut ağırlığı olduğu bildirilmiştir (Belitz ve ark., 2009). Tablo 2'de örneklerin bir kısmında aflatoksin belirlendiği, maksimum 2.84 µg/kg olarak tespit

edilen değerin belirtilen limitlerin çok altında olduğu görülmektedir.

Türkiye’de diğer birçok ülkede olduğu gibi gıdalarda aflatoksin kontaminasyonu ile ilgili yasal kısıtlamalar vardır. Türkiye’de hazırlanan Türk Gıda Kodeksi Tebliği (Anonim, 2011)’nde çeşitli gıdalar için AFB₁, toplam aflatoksin (B₁, B₂, G₁ ve G₂) ve aflatoksin M₁ (AFM₁) ile ilgili sınırlar belirlenmiştir. Bu tebliğe göre gıdalarda bulunabilecek üst limitler AFB₁ için 5 µg/kg ve toplam aflatoksin için 10 µg/kg’dır. Bu çalışmada hiçbir örnekte AFB₁ tespit edilememiş ve toplam aflatoksin seviyeleri de izin verilen değerler arasında (0-2.84 µg/kg) bulunmuştur. Her ne kadar insanlar tarafından günde 5-10 g polen tüketimi potansiyel olarak tehlikeli görünmese de mısır, buğday ve süt gibi aflatoksinlerle kontaminasyona maruz kalan diğer gıda maddeleri fazla miktarlarda tüketildiğinde ve bu tür gıdalara aflatoksin içeren polen ilavesiyle günlük kabul edilebilir değerin aşılabileceği unutulmamalıdır. Ayrıca Niu ve ark. (2011), arı yemlerine propolis ilavesiyle aflatoksin toksisitesinin azaltılabildiğini bildirmişlerdir. Bu uygulama insan tüketimi için hazırlanmış polenlerde de benzer bir etkiye sahip olabilir ve bu konunun bilimsel sonuçlar ile ortaya çıkarılması gerekmektedir.

Sonuç olarak, örneklerden bir kısmının aflatoksin grupları ile kontamine olduğu, fakat tespit edilen değerlerin mevzuatta bildirilen maksimum limitlerin altında olduğu ve insan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Ancak yukarıda da ifade edildiği gibi düşük seviyedeki aflatoksin ile kontamine polenlerin, başka kontamine bir ürüne ilave edilmesi sonucunda maksimum limitleri aşmaya neden olabileceğinden, bu konuda riskli gıda olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Diğer taraftan, rutubet miktarı düşük olan polen örneklerinin aflatoksin içeriklerinin de düşük olduğu saptanmıştır (P<0.05). Dolayısıyla küf mantarlarının aflatoksin sentezinin engellenmesi amacıyla polenlerin uygun şartlarda kurutulması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma doktora tezinden hazırlanmış olup, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (Proje No: TYL-2017-6135) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

Alataş İ, Yalçın Lİ, Öztürk Aİ, 1997: Arıcılıkta polen üretiminin koloni gelişimine ve bal verimine etkileri. *Anadolu J of Aari*, 7, 1, 30-42.

Anonim, 2009: Türk Standartları Enstitüsü-TS EN ISO 948 Baharat ve çeşniler-numune alma standardı, Ankara.

Anonim, 2011: Türk Gıda Kodeksi 2011/28157, Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği.

Anonim, 2013: Türk Standartları Enstitüsü-TS EN ISO 16050, Gıda maddeleri-hububat, sert kabuklu yemiş ve bunlardan üretilmiş ürünler içindeki aflatoksin B₁ ve toplam aflatoksin (B₁, B₂, G₁ ve G₂) muhtevasının tayini-yüksek performanslı sıvı kromatografi yöntemi, Ankara.

AOAC, 1997: Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th Ed., 3rd Rev., Assoc of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.

Bastos DH, Rocha CI, Cunha IBDS, Carvalho PDO, Torres EA, 2003: Composição e qualidade de pólen apícola comercializado em algumas cidades nos estados de São Paulo e Minas Gerais-Brasil. *Rev Inst Adolfo Lutz*, 62(3), 239-244.

Belitz HD, Grosch W, Schieberle P, 2009: *Food Chemistry*. Springer-Verlag, Heidelberg.

Bogdanov S, 2012: Pollen production, nutrition and health: a review. *Bee Product Science*, www.bee-hexagon.net, Erişim tarihi; 15.11.2017.

Carpes ST, Cabral ISR, Rosalen PL, De Alencar SM, Masson ML, 2009: Caracterização do potencial antimicrobiano dos extratos de pólen apícola da região sul do Brasil. *Alimentos E Nutrição*, 20, 271-277.

Coronel BB, Grasso SC, Pereira G, Fernández A, 2004: Caracterización bromatológica del polen apícola Argentino. *Cienc Docencia Tecnol*, 15, 141-181.

Çankaya N, Korkmaz A, 2008: Polen. *Samsun İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Yayını*, 33, 3-5.

Çetin Ö, Eylene M, Üzen N, 2008: İklim değişikliğine karşı GAP bölgesinde etkin sulama stratejileri. TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, 13-14 Mart, Ankara, 269.

Erol İ, 2007: Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi, Pozitif matbaacılık, Ankara.

Estevinho LM, Rodrigues S, Pereira AP, Feás X, 2012: Portuguese bee pollen: Palynological study, nutritional and microbiological evaluation. *Int J Food Sci Technol*, 47, 429-435.

GB/T 19330-2003, 2003: Product of designations of origin or geographical indication-Raohe (Northeast-China black bee) honey, royal jelly, propolis, bee pollen (in Chinese). General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People’s Republic of China, Beijing, China.

Gonzalez-Martin I, Hernández-Hierro JM, Barros-Ferreiro N, Marcos CC, García-Villanova RJ, 2007: Use of NIRS technology with a remote reflectance fibre-optic probe for predicting major components in bee pollen. *Talanta*, 72(3), 998-1003.

Herbert JR, Shimanuki H, 1978: Chemical composition and nutritive value of bee-collected and bee-stored pollen. *Apidologie*, 9, 33-40.

Krell R, 1996: Value-Added Products from Beekeeping. FAO Agricultural Services Bulletin. No: 124.

Kumova U, Korkmaz A, 1999: Arı ürünleri tüketim davranışları üzerine bir araştırma. Türkiye’de arıcılık sorunları. In: I. Ulusal Arıcılık Sempozyumu, Kemaliye/Erzincan.

- Kumova U, Özkütük K, 1988: Çukurova bölgesinde arıcılığın yapısı. *ÇÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 3, 1, 26-40.
- Lacey J, Magan N, 1991: Fungi colonising cereal grain: their occurrence and water and temperature relationships. In "Cereal Grain Mycotoxins, Fungi and Quality in Drying and Storage" Ed; Chelkowski J, *Elsevier Science*, Amsterdam, pp. 77-118.
- Marchini LC, Reis VDA, Moreti ACCC, 2006: Composição físico-química de amostras de pólen coletado por abelhas africanizadas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em Piracicaba, Estado de São Paulo. *Ciênc Rural*, 36, 949-953.
- Melo ILP, Almeida-Muradian LB, 2011: Comparison of methodologies for moisture determination on dried bee pollen samples. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31, 1, 194-197.
- Mutsaers M, Blitterswijk H, Leven L, Kerkvliet J, Waerd J, 2005: Bee Products. Properties, Processing and Marketing. Agromisa Foundation, Wageningen, Netherlands.
- Nilüfer D, Boyacıoğlu D, 2002: A comparative study of three different methods for the determinations of aflatoxins in tahini. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 3375-3379.
- Niu G, Johnson RM, Berenbaum MR, 2011: Toxicity of mycotoxins to honey bees and its amelioration by propolis. *Apidologie*, 42, 79-87.
- Nogueira C, Iglesias A, Fea's X, Estevinho LM, 2012: Commercial bee pollen with different geographical origins: A comprehensive approach. *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 11173-11187.
- Pitta M, Markaki P, 2010: Study of aflatoxin B₁ production by *Aspergillus parasiticus* in bee pollen of greek origin. *Mycotoxin Research*, 26, 229-234.
- Rustom IYS, 1997: Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. *Food Chemistry*, 59, 57-67.
- Sağlam M, 2011: Başlarken. *Ordu'da Tarım Dergisi*, 15(89), 1-8.
- Serra Bonvehi J, Escolà Jordà R, (1997): Nutrient composition and microbiological quality of honeybee-collected pollen in Spain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(3), 725-732.
- Serra Bonvehi J, Escura Pseudo F, Giner Pallares J, (1991): La détermination quantitative des acides aminés libres dans les pollens apicoles à l'aide de la chromatographie en phase gazeuse, chromatographie liquide haute performance et spectrophotométrie. *Annales des falsifications, de l'expertise chimique et toxicologique*, 84, 897, 153-166.
- Službeni list SCG 45, 2003: Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za med, druge pčelinje proizvode, preparate na bazi meda i drugih pčelinjih proizvoda [Rulebook on quality and other requirements for honey, other bee products and products based on honey and other bee products]. Službenom listu SCG, br. 45/2003 od 17.10.2003. godine, član 31.
- SPSS, 1991: Statistical Package for The Social Sciences (SPSS/PC+). Chicago, IL: SPSS Inc.
- ** : Bu çalışma 2017 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalında yapılan Doktora tezinden özetlenmiştir.
- *Yazışma Adresi:** Hisamettin DURMAZ
Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Eyyübiye Kampüsü/Şanlıurfa.
e-mail: hdurmaz@gmail.com