Araştırma Makalesi/Original Article
Makale Dili "Türkçe"/Article Language "Turkish"

Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi

Kırmızı biberde aflatoksin oluşturmayan *Aspergillus flavus* izolatlarının belirlenmesi

Determination of *Aspergillus flavus* isolates that do not produce aflatoxin in red pepper

Bekir Bülent ARPACI[1], Ayhan AK[2], Kerim KARATAŞ[2], Mehmet KOÇ[1], Peter J. COTTY[3]

ÖZET

Amaç: Türkiye'nin güneyinde yer alan Kahramanmaraş, kırmızı biber üretmek için geniş üretim alanlarına sahiptir. Kurutulmuş kırmızıbiber dünyada en çok üretilen baharattır ve kurutulmuş gıdalar en fazla mikotoksin bulaşımına maruz kalan ürünlerdir. Bu mikotoksinlerden aflatoksinler *Aspergillus* cinsine giren birçok tür tarafından üretilen zehirli fungal bileşiklerdir. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğine göre baharatlarda toplam aflatoksin miktarı 10 µg/kg ile sınırlandırılmıştır. Aflatoksinle bulaşık ürünlerin toksik ve kanser yapıcı etkileri bulunabilir. Aflatoksin bulaşımı ürünün kalitesini düşürür ve pazarlama olanaklarını sınırlandırır. *Aspergillus flavus* türü S ve L ırkları olarak iki gruba ayrılabilir. S ırkları genel olarak L ırklarından daha fazla aflatoksin oluşturma eğilimindedirler. L ırkına giren *Aspergillus* küflerinin birçoğu aflatoksin oluşturmamaktadır. Toksin üretmeyen *A. flavus* izolatları aflatoksin bulaşımının önlenmesi amacı ile biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılabilmektedir. Bu çalışma kırmızıbiberde aflatoksin üreten türleri ve uygun koşullar altında da olsa toksin üretme yeteneği bulunmayan izolatları belirlemek amacı ile yürütülmüştür.

ABSTRACT

Objective: Kahramanmaraş, located south of Turkey, has large cultivation areas in order to produce red pepper. Dried red pepper is the most produced spice in the world and dried foods are products exposed to the most mycotoxin contamination. Of these mycotoxins, aflatoxins are toxic fungal compound produced by several species of *Aspergillus genus*. According to Turkish Food Codex Regulation on Contaminants it was limited total aflatoxin amount in spices with10 µg/kg. Aflatoxin contaminated products may be effect toxic and carcinogenic. Contamination with aflatoxins reduces crop quality and limits marketing possibilities. *Aspergillus flavus* species can be divided into two groups as S and L strains. Generally S strain tends to produce greater quantities of aflatoxins than do L strain. Many of the *Aspergillus* molds belonging L strain cannot produce aflatoxin. Non toxigenicisolates of *A. flavus* can be used as biological control agents to prevent aflatoxin contamination. This study was carried out in order to determine the aflatoxin -producing species on red pepper and identify isolates that lack the ability to produce toxins under suitable conditions.

[1]Kilis 7 Aralık üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 79000 Kilis
[2]Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Kahramanmaraş
[3]Arizona Üniversitesi, Ziraat Koleji Bitki Hastalıkları Bölümü, ABD

İletişim / Corresponding Author : Bekir Bülent ARPACI
Kilis 7 Aralık Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Merkez Kampüs 79000 KİLİS / Türkiye
Tel : +90 505 507 11 42 E-posta / E-mail : bbarpaci@kilis.edu.tr

Geliş Tarihi / Received : 03.07.2015
Kabul Tarihi / Accepted : 23.05.2016

DOI ID : 10.5505/TurkHijyen.2016.36034

Arpacı BB, Ak A, Karataş K, Koç M, Cotty PJ. Kırmızı biberde aflatoksin oluşturmayan *Aspergillus flavus* izolatlarının belirlenmesi. Turk Hij Den Biyol Derg, 2016; 73(4): 323-332

Yöntem: İzole edilen *A. flavus* S ve L ırkları A&M sıvı ortamına aktarılmıştır. Aflatoksin kantifikasyonu HPLC ile yapılmıştır.

Bulgular: Kırmızıbiber örneklerinden izole edilen *A. flavus* izolatlarının aflatoksin üretme yetenekleri belirlenmiştir. Toplam 15 örnekten izole edilen 212 *A. flavus* izolatının 63'ü uygun koşullar altında aflatoksin üretememiştir.

Sonuç: Çalışmada küf ile bulaşık kırmızıbiber örneklerindeki *Aspergillus* türleri belirlenmiştir. *A. flavus*, örneklerde baskın tür olarak bulunmuştur. Örneklerin aynı zamanda *A. parasiticus* ve *A. tamari* türleri ile de bulaşık olduğu belirlenmiştir. Toksin üreten izolatların ürettikleri aflatoksin miktarı ise 3,2 Log_{10} ppb ile 6,7 Log_{10} ppb arasında değişiklik göstermiştir. Bununla birlikte kırmızıbiber örneklerinde *A. flavus* türünün S ırkına nadir rastlandığı, büyük oranda L ırkının görüldüğü belirlenmiştir. Propagül sayısı ile izolatların toksin üretme kabiliyetleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunamamıştır.

Anahtar Kelimeler: kırmızıbiber, aflatoksin, *Aspergillus*, A. *flavus*

Method: S and L strains of *A. flavus* isolated were transferred to A&M media. Aflatoxin quantification was made with HPLC.

Results: It was determined that aflatoxin producing abilities of *A. flavus* isolates isolated from red pepper samples. 63 of 212 *A. flavus* isolates isolated from total 15 samples could not produce aflatoxin under suitable conditions.

Conclusion: *Aspergillus* species were determined in mold contaminated red pepper samples in the study. *A. flavus* was found as dominant species in the samples. The samples were also determined to contaminate with *A. parasiticus* and *A. tamara* species. Aflatoxin quantity of toxin producing isolates varied between 3,2 Log_{10} ppb and 6,7 Log_{10} ppb. Additionally, while it was determined that S strain of *A. flavus* was rarely found, L strain was mostly found in red pepper samples. It was not found any statistically significant relationship between the number of propagules and toxin producing ability of isolates.

Key Words: red pepper, aflatoxin, *Aspergillus*, *A. flavus*

GİRİŞ

Mikotoksin üreten mantarlar, bitkiyi hasat öncesi veya hasat sonrası dönemde enfekte edebilirler. Bu mantarların sporları hava akımlarıyla her yere taşınabilir. *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria* ve *Claviceps* gibi mantar cinslerinin düşük molekül ağırlıklı sekonder metabolitleri olan doğal toksinler insan ve hayvan sağlığı üzerinde güçlü toksik etkiler oluşturmaktadır. Bu toksinlerden biri olan aflatoksinler baharatlarda sık görülen kontaminantlarındandır (1).

Dünyanın toplam taze biber üretimi 30 milyon ton, kurutulmuş biber üretimi üç milyon tondur. Karabiber üretimi ise 400 bin ton olup bu değer kurutulmuş biber üretiminin onda biri kadardır. Bu değerler biberin en fazla üretimi yapılan baharat olduğunun göstergesidir. Dünyada en çok biber üretimi yapan ülke, 15 milyon ton üretim değeri ile Çin'dir. Türkiye ise iki milyon ton biber üretimi ile Meksika'nın arkasında yer almaktadır. Kurutulmuş kırmızıbiber üretiminde ise, 1.500.000 ton ile Hindistan ilk sırada yer alırken, bu ülkeyi sırasıyla 280.000 ve 200.000 ton üretim ile Çin ve Pakistan izlemektedir. Türkiye 15.000 ton kırmızıbiber üretimiyle, Nepal'in ardından 24. sıradadır (2).

Gıdalarda kullanılan birçok baharat küf sporları, mayalar ve bakterilerin bulaşımına

maruz kalmaktadır. Baharat üretiminde kullanılan meyvelerin üretildiği bitkiler toprak ve su ile temas halinde olduklarından bulaşım kolay ve çabuk bir şekilde gerçekleşir. Kırmızı pul biber ülkemizde yoğun olarak tüketilen baharatların başında gelmektedir. Ülkemizde yapılan çalışmalar bu baharatın yaygın olarak çeşitli mikroorganizmalar tarafından bulaşıma maruz kaldığını göstermiştir (3- 5). Türkiye'de kırmızı biberde aflatoksin düzeyinin yasal limitlerin üzerinde bulunabildiğine dair çalışmalar bulunmaktadır (6-9). Benzer durum diğer ülkelerde de söz konusudur (10-12).

Mikotoksinler arasında önem yönünden ilk sırayı alan aflatoksinler yeryüzünde yaygın olarak bulunan *Aspergillus* cinsine ait hifli mantarlar tarafından üretilirler. *Aspergillus* cinsi mantarlar konidyumları ile alerjik reaksiyonlara sebep olabildikleri gibi ürettikleri aflatoksin ile karaciğerde adenoma ve kanser oluşumuna neden olabilmektedir (13). Aflatoksin oluşturan küflere 24-30 °C sıcaklıkta ve % 14 ve üzerinde nem içeren birçok gıda maddesinde rastlanabilmektedir. Birçok araştırıcı kırmızı biberin aflatoksin yönünden oldukça riskli bir baharat olduğunu bildirmiştir (3- 5, 10). Türkiye'de çeşitli gıda maddelerindeki aflatoksin miktarları ve küf oluşturan türler belirlenmiş ve risk görülen ürünlerde varlığı nicel olarak ortaya konmuştur (6, 7, 14). Bununla birlikte Flavi seksiyonuna giren bütün *Aspergillus* küfleri aflatoksin oluşturmamaktadır (15). Bazı toksin oluşturmayan *Aspergillus flavus* izolatları yerfıstığı (16) , pamuk (17) ve mısır (18) ürünlerinde aflatoksin kontaminasyonunun azaltılmasında etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

A. flavus türü morfolojik, fizyolojik ve genetik kriterler bakımından iki gruba ayrılabilir. L ırkı izolatlarının aflatoksin oluşturma kabiliyetleri değişiklikler göstermekle beraber büyük bir bölümü toksin oluşturmamaktadır. Morfolojik olarak daha küçük sklerotlar oluşturan S ırkı izolatları yoğun aflatoksin oluşturma eğilimindedirler. Bu ırk içerisinde aflatoksin oluşturmayan izolat nadiren görülmektedir (19- 22). S ırkı, Aflatoksin B üreten SB ve Aflatoksin B ve G üreten SBG olmak üzere iki alt gruba ayrılır (23). Günümüzde aflatoksin üretmeyen birçok *A. flavus* izolatının rekabet gücünden faydalanılarak ürünlerdeki aflatoksin kontaminasyonunu düşürmede kullanıldığı bildirilmiştir (24, 25). Bu ırklardan biri olan AF36 son zamanlarda Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı tarafından pamuk üretilen alanlarda aflatoksin bulaşımını azaltmada kullanılmak üzere biopestisit olarak tescil edilmiştir (24, 26). Bu çalışmada küf ile bulaşık biber örneklerinde bulunan *Aspergillus* türleri belirlenmiştir. Bu türler arasında en yaygın bulunan *A. flavus* türü içerisinden uygun koşullarda aflatoksin üretmeyen *A. flavus* izolatlarını belirlemek amaçlanmıştır.

1. Gereç ve Yöntem

1.1. Örneklerin Toplanması

Kahramanmaraş Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü tarafından kırmızı biber üretimi yapan işletmelerden toplanan örnekler çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Küf oluşumunun belirlendiği 15 örnek 250'şer gramlık paketler halinde hazırlanmıştır.

1.2. Örneklerin Hazırlanması

Aspergillus türünün Flavi seksiyonuna dahil olan türlerin belirlenmesi *A. flavus* izolatlarının aflatoksin üretme potansiyelleri ile belirtilen yöntemler doğrultusunda Arizona üniversitesinden Peter Cotty tarafından yapılmıştır (15,27,28).

1.2.1. Türlerin belirlenmesi

Örnekler steril saf su ile 10 dakika çalkalanmış, filtrelerden süzülmüş ve fungal süspansiyon hazırlanmıştır. Süspansiyon içinde %5 V-8 ve %2'lik Agar ile %2'lik PDA bulunan ortamlara ekilmiştir. 31°C'de beş gün inkübe edildikten sonra ortamlarda

koloni oluşturma birimi sayımları gerçekleştirilmiştir (20). Gelişen funguslardan *Aspergillus* türleri ayrılmış ve 0,05 g/lt streptomisin ve 0,05 g/lt kloramfenikol ilave edilmiş PDA ve 5/2 Agar içeren ortama alınmıştır. *Aspergillus* ırkları 31°C de yedi gün 5/2 agar ortamında alt kültüre alındıktan sonra S ve L ırkları belirlenmiştir (20).

1.2.2. *Aspergillus flavus* izolatlarının aflatoksin üretme potansiyelleri

İzole edilen *A. flavus* S ve L ırkları A&M sıvı ortamına aktarılmıştır (17). Bu ortamlar 70 ml olarak 250 ml'lik erlenmeyerlere alınmış ve 100 µl (5000-7000 konidi) süspansiyon ilave edilmiştir. 30°C'de karanlık koşullarda 150 devir/dk çalkalayıcıda beş gün fermente edilmiştir. Ardından her erlene misellerden aflatoksini ayırmak maksadı ile 70 ml aseton eklenmiştir. Bu solüsyon dört numara Whatman filtre kağıdından süzülmüş ve 100 ml solusyona 100 ml steril saf su ilavesi yapılmıştır. Süzüntü 250 ml'lik ayrıma hunisinde 25 ml metilen klorid ile iki kez ekstrakte edilmiştir. Kalan su kısmını almak amacı ile süzüntü 50 gr susuz sodyum sülfattan geçirilmiş ve 25 ml metilen klorid ilave edilerek organik fazın sodyum sülfattan ayrılması sağlanmıştır. (23). Metilen klorid fraksiyonları ayrılıp kalan katı kısım 25 ml metilen klorid ile çözülmüş ve kantifikasyonu HPLC ile yapılmıştır. Böylelikle her izolatın aflatoksin üretme kabiliyetleri belirlenmiştir. Aflatoksin konsantrasyonları (ppb) on tabanında logaritmik transformasyona tabi tutulmuş, sonuçlar bu değerler üzerinden tartışılmıştır. Propagül sayısı ile aflatoksin üretim miktarları arasındaki ilişki ikili Pearson'un korelasyon katsayısının JMP istatistik paket programı kullanılarak hesaplanması ile belirlenmiştir.

BULGULAR

Türlerin Belirlenmesi

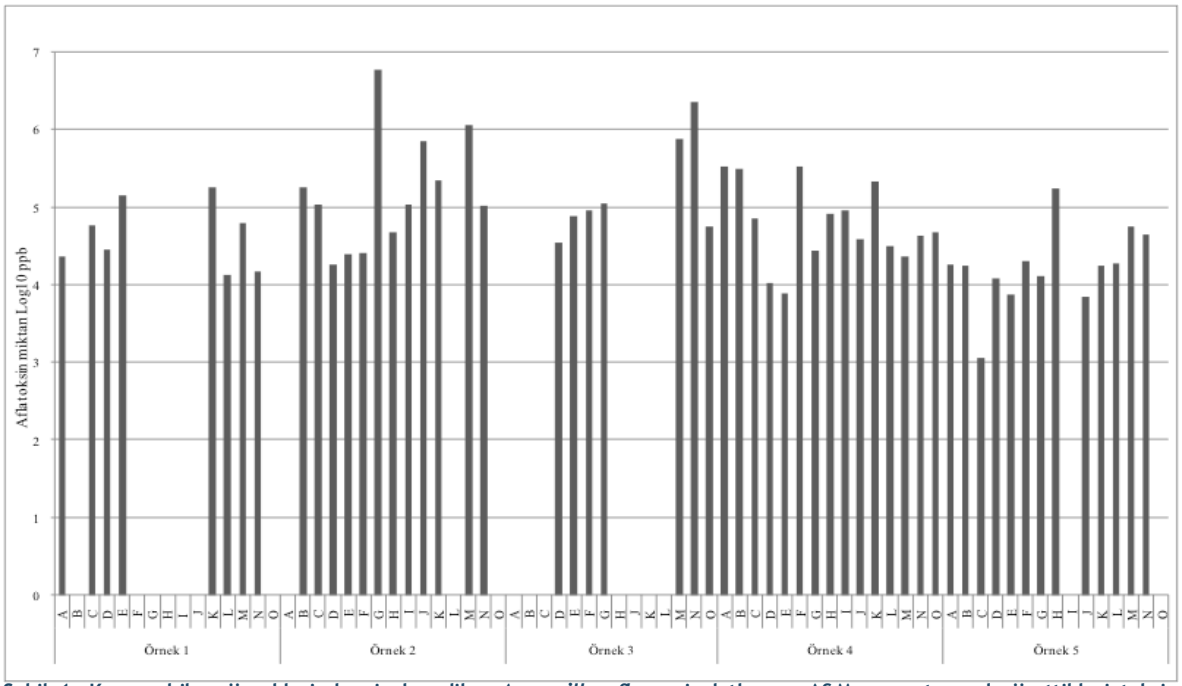
Alınan 15 örnekten 12'sinden *A. flavus* türü izole edilebilmiştir. TP1 ve TP15'de %7 oranında *A. tamari*, TP 13'de ise %25 oranında *A. parasiticus* ve %13 oranında *A. tamari*'ye rastlanmıştır. TP2, TP8 ve TP10 dışındaki örneklerde *A. flavus* türünün S ırkına rastlanmamıştır: Bu örneklerdeki S ırkı izolatlarının oranı ise %7 olarak belirlenmiştir. Toplam 212 örnekten elde edilen *Aspergillus* türleri göz önüne alındığına yaklaşık %2'sinin *A. parasiticus*, %2'sinin *A. tamari* ve %97'sinin *A. flavus* olduğu söylenebilir. *A. flavus* biber örneklerinde en yaygın olarak görülen *Aspergillus* türü olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte kırmızı biber örneklerinde *A. flavus* türünün S ırkının nadir olarak görüldüğü L ırkının büyük çoğunluğu teşkil ettiği görülmektedir. TP4 örneği en fazla propagül içeren örnek olurken TP13'de ise sadece bir propagüle rastlanmıştır.

1.3. A. flavus izolatlarının Aflatoksin üretme potansiyelleri

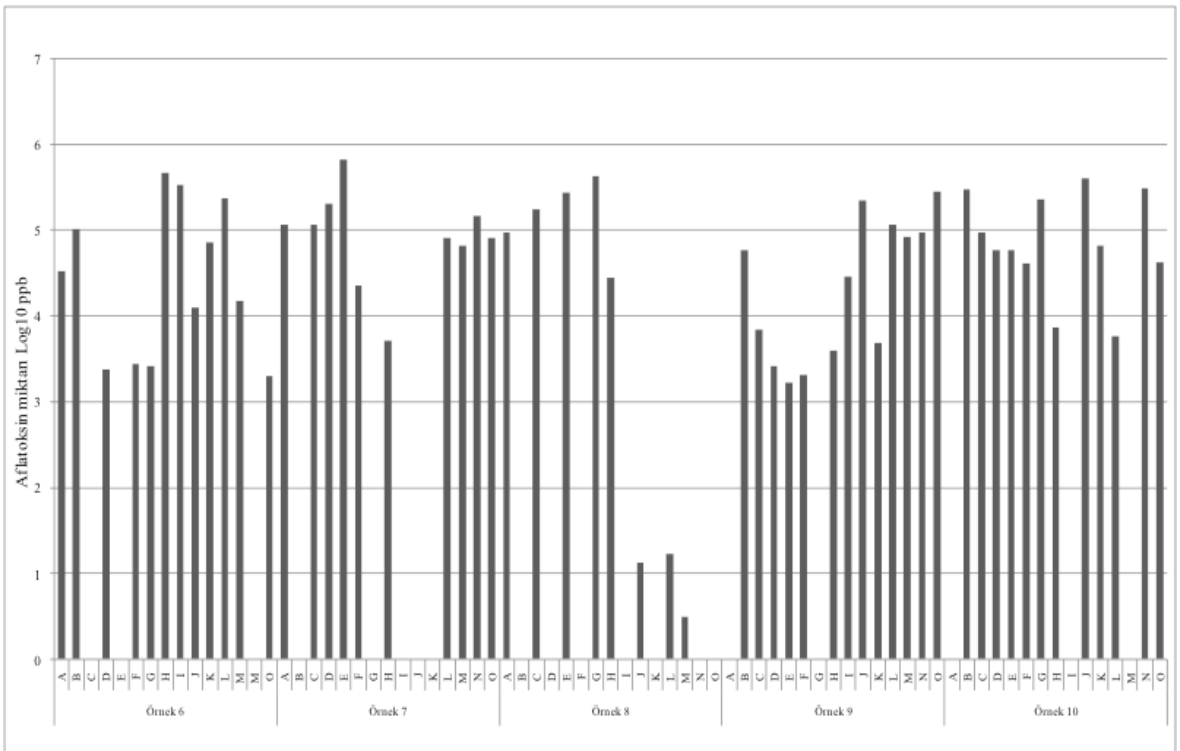
Kırmızı biber örneklerinden izole edilen *A. flavus* izolatlarının aflatoksin üretme yetenekleri belirlenmiştir. Toplam 212 A. *flavus* izolatının 63'ü uygun koşullar altında toksin üretmemiştir. Örnekler arasında en az toksin üretmeyen izolatın bulunduğu örnek 3/15 oranı ile üç numaralı örnektir. Dört numaralı örnekten izole edilen izolatların tamamı toksin üretim potansiyeline sahiptir. En yüksek toksin üreten izolat 6,7 Log_{10} ppb ile 2G izolatı, en az toksin üreten izolat ise 3,2 Log_{10} ppb ile 5C izolatı (Şekil 1: Örnek 2 G ve Örnek 5 C sütunu) olmuştur. Örneklerdeki propagül sayısı ile toksin üretmeyen izolat arasında istatistiksel anlamda ilişki bulunamamıştır (r 0,41; P değeri 0,12).

Tablo 1. Biber örneklerinde aflatoksin üreten fungusların izolat sayıları, spor sayıları ile tür ve ırk oranları

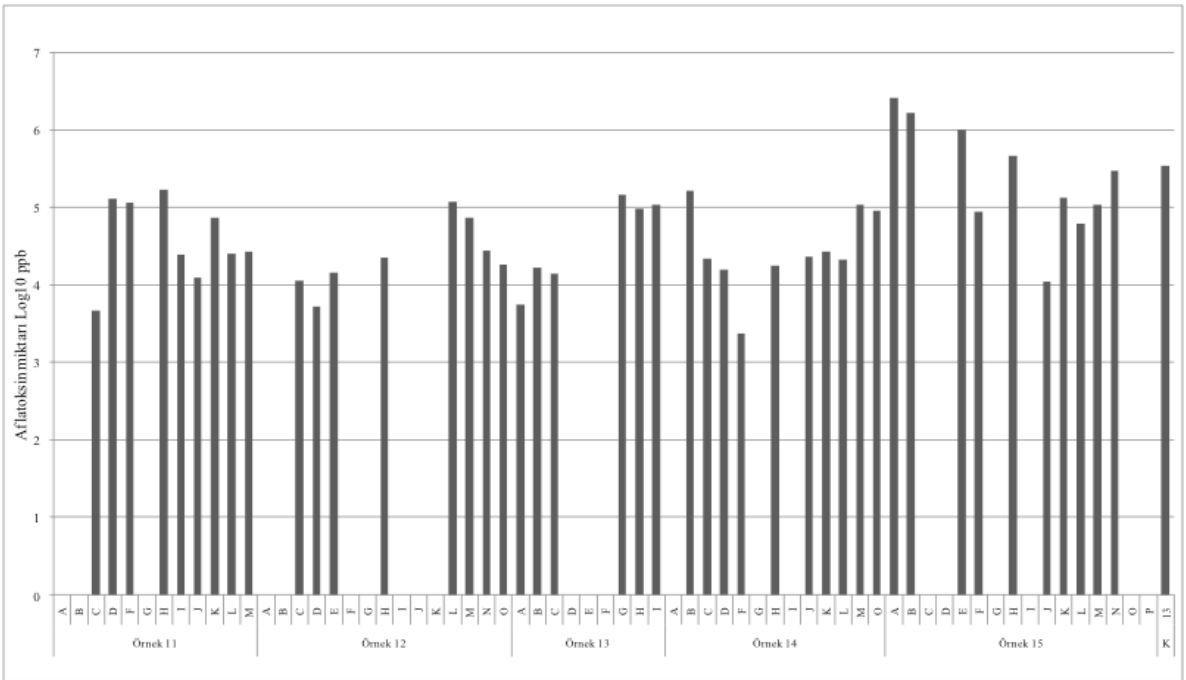
Örnek	*A. parasiticus* (%)	*A. tamari* (%)	*A. flavus* (%)	*A. flavus* izolat sayısı	S ırkı oranı (%)	Toksin üretmeyen *A. flavus* izolat sayısı	Spor sayısı/g
TP1	0	7	93	15	0	7	4
TP2	0	0	100	15	7	3	2.634.038
TP3	0	0	100	15	0	7	10.637
TP4	0	0	100	14	0	0	3.034.410
TP5	0	0	100	15	0	2	94.440
TP6	0	0	100	15	0	3	184.592
TP7	0	0	100	15	0	5	190.128
TP8	0	0	100	15	7	10	120.820
TP9	0	0	100	15	0	1	32.164
TP10	0	0	100	15	7	3	100.990
TP11	0	0	100	11	0	3	3
TP12	0	0	100	15	0	7	57.304
TP13	25	13	63	8	0	3	1
TP14	0	0	100	14	0	3	19
TP15	0	7	93	15	0	6	67.943
Toplam				212		63	



Şekil 1. Kırmızı biber örneklerinden izole edilen *Aspergillus flavus* izolatlarının A&M sıvı ortamında ürettikleri toksin miktarı (Log_{10} ppb)



Şekil 1'in devamı. Kırmızı biber örneklerinden izole edilen *Aspergillus flavus* izolatlarının A&M sıvı ortamında ürettikleri toksin miktarı (Log_{10} ppb)



Şekil 1'in devamı. Kırmızı biber örneklerinden izole edilen *Aspergillus flavus* izolatlarının A&M sıvı ortamında ürettikleri toksin miktarı (Log_{10} ppb)

TARTIŞMA VE SONUÇ

Dünyada kırmızı biberde aflatoksin kontaminasyonu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (10, 12). Türkiye'de de kırmızı biberdeki aflatoksin sorunu önemli gıda risklerinden görülmüştür (6,14,29). Kırmızı biberdeki aflatoksin sorununu diğer gıdalarda olduğu gibi tek bir yöntem kullanarak çözmek mümkün gözükmemektedir. Hasat öncesi ve hasat sonrası biyotik ve abiyotik birçok faktörün etkisi ile kırmızı biberde oluşan aflatoksin oluşumunun engellenmesinin yollarından biri de toksin üretmeyen izolatların toksin üreten izolatlarla rekabet etmesidir. Mısır, yerfıstığı, pamuk gibi birçok üründe kontaminasyona sebep olan *A. flavus* türü toksin üreten ve üretmeyen izolatlara sahiptir (16- 18). Bu çalışmada kırmızı biberde toksin üretme kabiliyetine sahip olmayan *A. flavus* türlerinin varlığı ortaya konmuştur.

Aflatoksin üreten *A. parasiticus*, *A. tamari* ve *A. flavus* türlerinin kırmızı biber örneklerinde yaygın olarak bulunduğu belirlenmiştir. *A. flavus* türünün baskın tür olduğu ancak L ırklarının S ırklarına göre daha yaygın olduğu görülmüştür. Çalışmada izolatlar toksin üretebilecekleri en uygun ortamlarda geliştirilmişlerdir. Toplam 15 örnekten izole edilen 212 izolatın 63'ünün toksin üretemediği görülmüştür. Toksin üreten izolatlar arasında da farklılıklar görülmüş, izolatların toksin üretme kabiliyetinin 6,7 Log10 ppb ile 3,2 Log10 ppb arasında değiştiği belirlenmiştir. Doğal koşullar altında toksin üretebilen izolatların toksin üretme kabiliyetlerinde azalmalar görülmesi beklenebilir. Bununla birlikte uygun ortamlarda toksin üretmeyen izolatların doğal koşullar altında da toksin üretmeyeceği düşünülmektedir.

A. flavus türünün bulaştığı üründeki lipid miktarının yüksekliği türün gelişimini hızlandırmakta, üründeki şeker varlığı ise gelişimi ve aflatoksin oluşumunu tetiklemektedir. Bununla birlikte bitki bünyesinde türün gelişimini ve aflatoksin

oluşumunu engelleyen inhibitörler de bulunabilir. (30, 31). Bu nedenle her türün aflatoksin oluşumuna tepkisi farklılıklar gösterebilir. Aynı türün farklı genotiplerinin de aflatoksin oluşumuna farklı tepkiler göstermesi beklenebilir. Alınan örneklerdeki spor sayısının fazla olması ancak spor sayısı ile aflatoksin oluşumu arasında ilişkinin bulunmaması izolatların toksin üretim kabiliyetine veya bulaştığı genotipin tepkisine bağlıdır. Biber genotiplerinin etmene direnç göstermesi veya etmenin genotipler arasında seçim yapması söz konusudur Aflatoksin oluşumunun önlenmesi ile ilgili diğer bir yöntem ise etmene dayanıklı biber genotiplerinin geliştirilmesi olabilir. Bu nedenle farklı toksin üretme kabiliyetine sahip izolatların biber genotiplerinin üzerindeki etkilerinin araştırılması kırmızı biberde aflatoksin oluşumunun önlenebilmesi açısından önemlidir. Dayanıklı genotipler bütün bitki türlerinde abiyotik ve biyotik etmenlerle mücadele yöntemlerine kolaylıkla entegre olabilmektedir. Farklı ürünlerde aflatoksinle mücadelede dayanıklı genotiplerin kullanılması hasat öncesi önlemler arasında yer almaktadır (25, 32). Aflatoksin sorunu ile gündeme gelen önemli türlerden mısırda toksin oluşumuna dayanım gösteren hatlar belirlenmiştir (33,34). Bu nedenle kırmızı biberde aflatoksinle mücadelede toksin üretmeyen izolatların rekabet gücünden faydalanmakla birlikte etmene dayanıklı kırmızı biber genitörlerinin geliştirilmesi faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Girgin G, Başaran N, Şahin G. Mycotoxins in Turkey and the world. Turk Hij Den Biyol Derg, 2001; 58(3): 97-118.
2. Anonymous, 2012. FAOSTAT Database. http://faostat3.fao.org/ Erişim Tarihi:26.12.2013
3. Karapınar M, Tuncel G. Perakende satılan bazı toz baharatların mikrobiyolojik kaliteleri. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi, 1986; 4: 27-36.
4. Kıvanç M, Sert S. Erzurum'da perakende satış mağazalarındaki bazı öğütülmüş baharatların mikrobiyel mikrobiyal kalitesi. Doğa TUBITAK Tarım Ormancılık, 1989; 13: 316-325.
5. Tekinşen O C, Sarıgöl C. Elazığ yöresinde tüketime sunulan bazı öğütülmüş baharatın mikrobiyal florası. F. Ü. Veteriner Fakültesi Dergisi, 1982; 7: 151-162.
6. Ağaoğlu S. Van ilinde açıkta satılan kırmızı pul biberlerde aflatoksin B1 varlığının araştırılması. Van Tıp Dergisi, 1999; Cilt: 6, Sayı: (4): 28-30.

7. Demircioğlu S, Filazi A. Türkiye'de Üretilen kırmızı biberlerde aflatoksin kalıntılarının araştırılması. Vet Hekim Der Derg, 2010; 81(2): 63-6.

8. Kanbur M, Liman BC, Eraslan G, Altınordulu Ş. Kayseri'de tüketime sunulan kırmızı biberlerde aflatoksin B1'in Enzim İmmunoassay (EIA) ile kantitatif analizi Erciyes Üniv Vet Fak Derg, 2006; 3(1) 21-4.

9. Taydaş EE, Aşkın O. Kırmızı biberlerde aflatoksin oluşumu. Gıda, 1995; 20 (1): 3-8.

10. Bilgrami KS, Sinha KK. Aflatoxin in India: I In. Aflatoxin in Maize. A Proceedings of the Workshop of CIMMYT. EL Batan, Mexico, 1986; pp. 349357.

11. Iqbal SZ, Paterson RR, Bhatti IA, Asi MR, Sheikh MA, Asi MR, et al. Aflatoxin B1 in chilies from the Punjab region, Pakistan. Mycotoxin Res, 2010; 26 (3): 205-9.

12. Makun HA, Mailafiya CS, Saidi AA, Onwuike BC, Onwubiko MU. A preliminary survey of aflatoxin in fresh and dried vegetables in Minna, Nigeria. Afr J Food Sci Tech, 2012; 3(10): 268-72.

13. Kantarcıoğlu S, Yücel A. Cerrahpaşa *Aspergillus* cinsi mantarlar ve invaziv aspergilloz: Mikoloji, patogenez, laboratuvar tanımı, antifungallere direnç ve duyarlılık deneyleri. Tıp Derg, 2003; 34 (3): 140-57.

14. Erdoğrul Ö. Kahramanmaraş'ta satılan acı kırmızı pul biberin bazı mikrobiyolojik özellikleri. Fen Müh Derg, 2000; 3(2): 108.

15. Cotty PJ, Bayman P. Competitive exclusion of a toxigenic strain of *Aspergillus flavus* by an atoxigenic strain. Phytopathology, 1993; 83: 1283-87.

16. Dorner JW, Cole RJ, Blankenship PD. Effect of inoculum rate of biological control agents on preharvest aflatoxin contamination of peanuts. Biological Control, 1998; 12(3), 171-6.

17. Cotty PJ. Comparison of four media for the isolation of *Aspergillus flavus* group fungi. Mycopathologia. 1994; 125: 157-62.

18. Brown RL, Cotty PJ, Cleveland TE, Widstrom NW. The living embryo influences accumulation of aflatoxin in maize kernels. J Food Prot, 1993; 56: 967-71.

19. Cotty PJ. Aflatoxin producing potential of communities of *Aspergillus* section Flavi from cotton producing areas in the United States. Mycol Res, 1997; 101(6): 698-704.

20. Cotty PJ, Lee LS. Aflatoxin contamination of cottonseed: Comparison of pink bollworm damaged and undamaged bolls. Trop Sci, 1989; 29: 273-7.

21. Egel DS, Cotty PJ, Elias KS. Relationships among isolates of *Aspergillus* section Flavi which vary in aflatoxin production. Phytopathology, 1994; 84: 906-12.

22. Horn BW, Dorner JW. Regional differences in production of aflatoxin B1 and cyclopiazonic acid by soil isolates of *Aspergillus flavus* along a transect within the United States. Appl Environ Microbiol, 1999; 65 1444-9.

23. Cardwell KF, Cotty PJ. Distribution of *Aspergillus* section Flavi among field soils from the four agroecological zones of the Republic of Bénin, West Africa. Plant Dis, 2002; 86: 434-9.

24. Antilla L, Cotty PJ. The ARS-ACRPC partnership to control aflatoxin in Arizona cotton: current status. Mycopathologia, 2002; 155: 64.

25. Cleveland TE, Dowd PF, Desjardins AE, Bhatnagar D, Cotty PJ. United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service research on pre-harvest prevention of mycotoxins and mycotoxigenic fungi in US crops. Pest Manage Sci, 2003; 59: 629-42.

26. Cotty PJ, Howell DR, Sobek EA. The EPA approved experimental use program for *Aspergillus flavus* AF36. In JF Robens, & TE Cleveland (Eds.), Aflatoxin Elimination Workshop. 1996; October (p. 3).

27. Boyd ML, Cotty PJ. *Aspergillus flavus* and aflatoxin contamination of leguminous trees of the Sonoran Desert in Arizona. Phytopathology, 2001; 91, 913-9.

28. Adye J, Mateles RI. Incorporation of labeled compounds into aflatoxins. Biochim Biophys Acta, 1964; 86:418- 20.

29. Yıldırım T, Tanrıseven A, Özkaya Ş. Bursa ve Sakarya kırmızı biberlerinde aflatoksin çalışması. Gıda Teknol, . 1997; 2 (6) 60-3.

30. Mellon JE, Cotty PJ, Dowd MK. Influence of lipids with and without other cottonseed reserve materials on aflatoxin B1 production by *Aspergillus flavus*. J Agric Food Chem, 2000; 48:3611-15.

31. Mellon JE, Cotty PJ, Godshall MA, Roberts E. Demonstration of aflatoxin inhibitory activity in a cotton seed coat xylan. Appl Environ Microbiol, 1995; 61:4409-12.

32. Bhatnagar D, Rajasekaran K, Cary JW, Brown RL, Yu J, Cleveland TE. Molecular approaches to development of resistance to preharvest aflatoxin contamination. In Mycotoxins: Detection methods, management, public health and agricultural trade; CABI (CAB International): Cambridge, MA, USA, 2008; pp. 257-76.

33. Brown RL, Chen ZY, Menkir A, Cleveland TE. Proteomics to identify resistance factors in corn-a review. Mycotoxin Res. 2006; 22: 22-6.

34. Menkir A, Brown RL, Bandyopadhyay R, Cleveland TE. Registration of six tropical maize germplasm lines with resistance to aflatoxin contamination. J Plant Regist, 2008; 2: 246-50.