TÜRKİYE CUMHURİYETİ'NİN YÜZÜNCÜ YILI

# BİYOLOJİDE
# Yeni Gelişmeler Işığında
# Güncel Konular



Editör
Ali BİLGİLİ

BİDGE

**BİDGE Yayınları**

Biyolojide Yeni Gelişmeler Işığında Güncel Konular

**Editör:** Prof. Dr. Ali Bilgili

ISBN: 978-625-372-186-2

1. Baskı
Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL
Yayınlama Tarihi: 25.06.2024
BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374
Yayın hakları © BİDGE Yayınları
www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com
Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.
Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya / Ankara

# ÖNSÖZ

Çeşitli endüstriyel ve tarımsal atıkların üzerinde yaşayabilen mantarlar kirleticileri ayrıştırabilen, yaşadıkları alanlarda biyolojik çeşitliliği artıran ve miselli yapılarından dolayı doğadaki besin iletiminde önemli görevleri olan canlılardır. Ayrıca birçok bitkisel, endüstriyel ve tarımsal atığın da değerlendirilmesinde önemli rolleri vardır. Bu kitapta çevrenin iyileştirilmesinde biyoremediasyonda kullanılan canlılar ve özellikle biyoremediasyon uygulamalarında kullanılan mantarlar kapsamlı şekilde ele alındı.

Çok hücreli canlılar homeostazisini koruyabilmek için mitoz, farklılaşma, hücre ölümü gibi süreçlerden geçmektedir. Bu kitapta kanser ve hücre ölüm yolakları ayrıntılı şekilde ele alındı.

Yine okratoksin üreten Aspergillus türleri ve dünyada farklı bölgelerden toplanan üzümlerden izole edilen Aspergillus türlerinin okratoksin üretme durumları ayrıntılı şekilde açıklandı.

Ayrıca bu kitapta enzim hızına etki eden faktörler ve etkileri de gösterildi.

Kitapta yer alan konular kapsamları itibariyle biyoloji alanında çalışanların yararlanabileceği güncel bilgileri içeren temel bir kaynak şeklinde okuyucularına sunulmuştur.

**Editör**

Prof. Dr. Ali BİLGİLİ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ..... 3
İÇİNDEKİLER ..... 4
Enzimin Çalışma Hızına Etki Eden Etkenlerin İncelenmesi ..... 5
Fatih SEZEK ..... 5
Kemal DOYMUŞ ..... 5
Kirlenmiş Alanlarda Biyoremidiasyon Ajanları (Algler ve Mantarlar) ..... 31
Nezahat KANDEMİR ..... 31
Kanserde Hücre Ölüm Yolaklarının Önemi ..... 74
Ayşe Müge ALDIRAN ..... 74
Gül ÖZCAN ..... 74
Üzümlerde Okratoksijenik *Aspergillus* Varlığı ..... 119
Gülçin ÖZCAN ATEŞ ..... 119
Nükhet Nilüfer ZORBA ..... 119
Burhan ŞEN ..... 119
Pankreas ve Akciğer Kanserlerinde Fare Modeli Uygulamaları . 156
Aybike SARIOĞLU BOZKURT ..... 156
Onur ONGUNCAN ..... 156
Akciğer Kanserinde İmmunoterapötik ve Nanomedikal Tedaviler ..... 179
Fatma SEÇER ÇELİK ..... 179

# BÖLÜM IV

# Üzümlerde Okratoksijenik *Aspergillus* Varlığı

**Gülçin ÖZCAN ATEŞ**[1]
**Nükhet Nilüfer ZORBA**[2]
**Burhan ŞEN**[3]

## 1. Giriş

Üzüm (Vitaceae ailesine ait *Vitis* spp.) şeker, lif ve vitamin içeren besleyici mevsimsel bir meyve olup, kısa depolama ömrüne sahiptir (Gray, Jyasankar & Li, 2005; Tian & ark., 2015). Üzüm özellikle 20° ile 51° enlemleri arasındaki bölgelerde yetişmektedir. Bununla birlikte bazı varyeteleri tropikal ve nemli iklimlerde yetişebilmektedir. Dolayısıyla farklı bölgelerde farklı üzüm çeşidi ve varyeteleri bulunabilmektedir, hatta bazı bölgelerde yetişen çeşit ve varyeteleri o bölgeye özgüdür. Dünyada en çok üretilen üzüm çeşidi

[1] Dr. Öğr. Üyesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Çanakkale/Türkiye, Orcid: 0000-0002-8467-2378, gulcinozcan87@gmail.com
[2] Prof. Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çanakkale/Türkiye, Orcid: 0000-0001-6851-6474, nukhetzorba@gmail.com
[3] Prof. Dr., Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Edirne/Türkiye, Orcid: 0000-0002-8477-9570, burhansen88@trakya.edu.tr

ise *Vitis vinifera* L. olup, antik üzüm olarak bilinmektedir. Üzüm, taze meyve olarak tüketildiği gibi pekmez, kuru üzüm, sirke, reçel, şıra, meyve suyu ve şarap gibi birçok gıdanın üretiminde kullanılmaktadır. Bu nedenle de ekonomik değeri yüksek bir tarımsal üründür (Gray, Jyasankar & Li, 2005). Türkiye'de üzüm üretiminin önemli bir gelir kaynağı olması nedeniyle hasat öncesi, sırası ve sonrasında üzümlerde meydana gelecek kontaminasyona bağlı kayıplar çok önemlidir (Kabak & Var, 2006). Ancak mikroorganizmaların üzümlerin yüzeyine nasıl kolonize olduğu ya da üzümleri nasıl kontamine ettiğine dair net bir bilgi bulunmamaktadır. Bununla birlikte üzümlerde mikroorganizma bulunması ve üremesi bazı faktörlere bağlıdır (Fleet, 1999). Bu faktörler arasında üzümün yetiştiği bölge ve iklim koşulları (sıcaklık, yağış, nem vb.), üzüm çeşidi ve rengi, üzüm salkımının yeri, salkımdaki üzümün yeri, üzüm yüzeyinde kutikular tabakanın yani mumsu tabakanın olup olmadığı, üzümün olgunlaşma düzeyi ve olgunlaşmasına bağlı şeker içeriği, üzümde fiziksel hasar olup olmadığı, üzümün yetiştiği toprak ve üzüm yetiştiriciliğnde kullanılan bağcılık uygulamaları (fungisit ya da insektisit gibi zirai ilaçların kullanıp kullanılmadığı) vb. etkenler sıralanabilir.

Bozulabilir bir meyve olan üzümde kontaminasyon hasat öncesi, sırası ve sonrası aşamalarda meydana gelebilmekle birlikte, özellikle hasat sonrasında meydana gelen fungal kontaminasyona bağlı bozulmalar depolama süresini azaltan ve meyve kalitesini etkileyen en büyük sorunlardan biridir. Üzümlerde depolama sürecinde hızlı ve büyük miktarda bozulmalara neden olan ve siyah küf hastalığı etkeni olarak bilinen *Aspergillus niger* Tiegh. mikrofungusuna karşı oldukça duyarlıdır. Üzümlerde hasat sonrası

primer patojenleri arasında *Aspergillus niger* türüne ek olarak *Botrytis cinerea* Pers. ve *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill. türleri de yer almakta olup, *Penicillium* ve *Mucor* cinsine ait bazı üyelerde üzümlerin bozulmalarından sorumlu kontaminantlardır (Valero & ark., 2008; Aydoğdu & Güçer, 2009; Wang & ark., 2015; Tian & ark., 2015).

Mikrofunguslar tarafından üzümlerde oluşturulan hastalıklar hem ürüne hasar vermekte hem de gelişen mikrofungusun ürettiği bazı sekonder metabolitler insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Özellikle mikrofunguslar tarafından üretilen sekonder metabolitlerin bazıları üzümlerin ürünlere işlenmesi sırasında uygulanan ısıl işemlere dayanıklıdır, dolayısıyla ürünlerde prosesler sonucunda degrade olmadan kalmaktadır. Bu nedenle üzümlerde bulunan ve sekonder metabolit üreten *Aspergillus* cinsi oldukça önem taşımaktadır. *Aspergillus* cinsi insan sağlığına oldukça zararlı bir mikotoksin olan okratoksin A (OTA) üretmektedir ve OTA ısı ile parçalanmamaktadır.

Bir gıdada mikotoksinin varlığı, üretim veya işlemenin bir aşamasında, bir toksijenik mikrofungusun olduğunu ve mikotoksin üretimi için koşulların elverişli olduğunu göstermektedir (Taniwaki, Pitt & Magan, 2018). Bu nedenle bu çalışmada üzümlerde kontaminasyonu önemli olan *Aspergillus* cinsinin özellikleri ve üzümlerde tespit edilen OTA üreticisi *Aspergillus* türleri ile ilgili yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir.

## 2. *Aspergillus* Cinsinin Özellikleri

*Aspergillus* P. Micheli ex Haller mikrofungusu ilk kez 1729 yılında Micheli tarafından bir organizma olarak tanınmış, ekonomik

ve sosyal etkileri yüksek olan bir cinstir. Ayrıca, *Aspergillus* gıda, iç ortam havası ve insan sağlığı etkileyen ve biyoteknoloji alanında kullanılan oldukça önemli türleri içermektedir (Krijgsheld & ark., 2013; Samson & ark., 2014). *Aspergillus* cinsi üyeleri biyoteknoloji alanında enzim, organik asit ve çeşitli farmasötikler (antibiyotik, ilaçlar) gibi çeşitli primer ve sekonder metabolitler üretmektedir ve birçok gıdanın üretiminde fermentasyon ajanı olarak kullanılmaktadır (Samson & ark., 2014; Taniwaki, Pitt & Magan, 2018).

*Aspergillus* dünyada çok farklı habitatlarda ve en bol bulanan cinslerden biridir. Özellikle tropikal toprak ve bitki örtüsü habitatlarında bol miktarda bulunmaktadır. Abiyotik büyüme koşullarına göre çok seçici değildirler. 6-55°C gibi geniş bir sıcaklık aralığında ve nispeten düşük nemde, düşük asitlik ve/veya düşük oksijen seviyelerinde gelişebilmektedirler. *Aspergillus penicilloides* Speg. türü en kserofilik mikrofunguslar arasında yer almaktadır. Ek olarak *Aspergillus* cinsi çok farklı substratlar üzerinde (hayvan dışkısı ve insan dokusu vb.) gelişebilmekte olmasına rağmen çoğunlukla karmaşık bitki polimerlerinde daha fazla bulunmaktadır. Bu nedenle de gıdalarda bozulma etmeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Gıda maddelerin bozulmasına ek olarak insan sağlığı açısından önemli olan mikotoksinleri üretmektedir. Yalnızca birkaç *Aspergillus* türü gıdalarda önemli mikotoksin üreticileridir. (Bennett, 2010; Krijgsheld & ark., 2013; Houbraken, Vries & Samson, 2014; Samson & ark., 2014; Taniwaki, Pitt & Magan, 2018).

Gıda maddelerinin bozulmasında ve mikotoksinlerin üretiminde en önemli üç mikrofungus cinsinden biri olan *Aspergillus*

türleri genellikle kserofilik olmakla birlikte mikotoksin üreticisi olan türler 0,80 ve yakın değerlerdeki su aktivitesine sahip ürünlerde bulunmaktadır. Bazı türleri saprofitik olup hasattan sonra üreme gösterirken, bazıları ise kommensal olup bazı bitkisel ürünlerde üreyebilmekte ve hasat öncesinde üründe zarara sebep olmaksızın çekirdek veya tane üzerinde gelişebilmektedir. *Aspergillus niger* türü ise bazı meyve ve sebzelerde patojen olup, en yaygın türdür. Bununla birlikte, *Aspergillus niger* suşları nadiren mikotoksin üretmektedir. (Taniwaki, Pitt & Magan, 2018).

*Aspergillus* cinsinin çok farklı habitatlarda bol miktarda bulunmasının nedeni ise başarılı bir şekilde dağılmasıyla ilişkilidir. Bu cinsin sporları havada, en baskın mikrofunguslar arasındadır ve sporları hem kısa hem de uzun mesafelere yayılabilmektedir. (Bennett, 2010; Krijgsheld & ark., 2013; Samson & ark., 2014; Taniwaki, Pitt & Magan, 2018). *Aspergillus* cinsinin havada kolayca taşınabilen yoğun kuru sporları nedeniyle de kapalı ortamlarda karşılaşılan tipik iç mekân mikrofungusudur. Bu nedenle de insanlar iç ortam havasında yoğun konsantrasyonlarda *Aspergillus* sporlarına maruz kalmaktadır (Houbraken, Vries & Samson, 2014; Özcan Ateş, 2021).

*Aspergillus* cinsi üyelerinin sadece saprofit yaşam tarzları bulunmamaktadır *Aspergillus* cinsi üyeleri bitki hastalıklarının başlıca nedeni olmasa da bazı bitki ve bitkisel ürünlerde bazı bozulmalardan sorumludur. Bitki ve bitkisel ürünlerde bozulmalarda *Aspergillus niger* ve *Aspergillus flavus* Link en fazla görülen türler olup, onları *Aspergillus parasiticus* Speare, *Aspergillus ochraceus* G. Wilh., *Aspergillus carbonarius* (Bainier) Thom ve *Aspergillus alliaceus* Thom & Church türleri takip etmektedir (Perrone & ark.

2007). Örneğin Pawar & ark., (2008) *Aspergillus niger* türünün *Zingiber officinale* Rosc. (zencefil) bitkisinin patojeni olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte *Aspergillus* cinsi üyeleri bağışıklık sistemi zayıf olan bireyleri enfekte etmektedir. Sağlıklı bireyleri enfekte ettiği ise tespit edilmemiştir. Bağışıklığı zayıf olan bireylerde çoğunlukla *Aspergillus fumigatus* Fresen. ve daha az oranlarda ise *Aspergillus flavus, Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus* Thom ve *Aspergillus nidulans* (Eidam) G. Winter gibi türlerinin invaziv aspergilloza (birkaç organ sistemini, özellikle akciğer hastalığını içerir), invaziv olmayan pulmoner aspergilloma ve alerjik bronkopulmoner aspergilloza neden olduğu bildirilmiştir. Dolayısıyla *Aspergillus* cinsi üyeleri sadece bitki ve gıda bozulma etmeni ve patojeni değil aynı zamanda sıklıkla insanlar ve hayvanlar için fırsatçı patojen olarak da rapor edilmektedir (Bennett, 2010; Krijgsheld & ark., 2013; Samson & ark., 2014; Taniwaki, Pitt & Magan, 2018).

## 3. *Aspergillus* Cinsinin Taksonomisi

*Aspergillus* cinsi hızlı gelişen ve beyaz, sarı, sarı-kahverengi, pembe, kahverengi, kahverengimsi-siyah, siyah veya yeşilin tonları şeklinde koloniler oluşturur. Keçe gibi ve dik konidiasporları şişmiş apeks (vezikül) ile dalsız sap (çoğunlukla septasız) şeklindedir (Pitt & Hocking, 2009; Samson & ark., 2010).

*Aspergillus* cinsi, mikroskobik karakteristik konidiosporları ile kolaylıkla tanımlanabilmektedir. Fenotipik sınıflandırılmasında mikromorfolojik (vesikül şekil ve büyüklüğü, konidia ve sap morfolojisi, Hülle hücrelerinin varlığı, vb.) ve makromorfolojik (sclerotia ve cleistothecia üretimi, çözünebilir pigment ve eksüdaların üretimi, kolonin alttan rengi, koloni çapı, misel rengi ve

konidia içerip içermediği gibi) özellikleri kullanılabilmektedir (Rodrigues & ark., 2007). Hatta bu özellikler ile agar ortamındaki büyüme oranları mikologlar tarafından standart laboratuvar koşulları altında belirlenmiş ve *Aspergillus* cinsine ait türlerin tanımlanmasında kullanılması üzerine anahtarlar ve çeşitli kılavuzlar oluşturulmuştur. (Samson & ark., 2007; Pitt & Hocking, 2009; Samson & ark., 2010). Ancak *Aspergillus* cinsinin sınıflandırması oldukça karmaşıktır ve sürekli değişmektedir. Fenotipik bazlı sınıflandırma yerini günümüzde DNA dizi verilerine dayalı moleküler sınıflandırmaya bırakmıştır (Houbraken & Samson, 2011; Houbraken & ark., 2016). Bununla birlikte DNA dizi analizine dayalı moleküler tanımlama ile fenotipik olarak tanımlamaya dayanan mevcut sistemle hala büyük bir örtüşmeye sahiptir (Raper & Fennell, 1965; Houbraken & Samson, 2011; Houbraken & ark., 2020).

Son zamanlarda yapılan çok sayıda çalışma ile özellikle tıbbi açıdan önemli olan *Aspergillus* türlerin tanımlanması için tek başına kullanılan morfolojik yöntemlerin yeterli olmadığı bildirilmiştir. Geleneksel fenotipe dayalı yöntemlerle birlikte kullanılan karşılaştırmalı DNA dizisine dayalı yöntemlerin, bu cins içindeki türlerin daha iyi çözülmesini sağlayabildiği giderek daha fazla kabul edilmektedir. Moleküler tanımlamada, bölümler arası seviye tanımlaması için ITS bölgelerinin ve çeşitli *Aspergillus* bölümleri içindeki bireysel türlerin tanımlanması için β-tubulin ve Calmodulin gen bölgelerinin kullanılmasını gerektiğini belirtilmiştir (Balajee & ark., 2007; Samson & ark., 2014) Ancak son yıllarda özellikle tanımlamada moleküler sınıflandırmanın yanında kemotaksonomik

sınıflandırmada kullanılmaktadır (Krijgsheld & ark., 2013; Samson & ark., 2014).

*Aspergillus* cinsi Eurotiales takımı, Eurotiomycetes sınıfı, Ascomycota şubesi, Aspergillaceae ailesine aittir (Houbraken, Vries & Samson, 2014).

Eurotiales takımı, yeni tanıtılmış *Penicillaginaceae* ailesi birlikte *Aspergillaceae*, *Elaphomycetaceae*, *Thermoascaceae* ve *Trichocomaceae* ailerini içermektedir. Eurotiales takımı 15 cins *Aspergillaceae* ailesinde, 8 cins *Trichocomaceae* ailesinde, 2 cins *Thermoascaceae* ailesinde ve bir cins *Penicillaginaceae* ailesi olmak üzere 28 cins içermektedir. Aspergillaceae ailesi içerisinde *Aspergillago, Aspergillus, Evansstolkia, Hamigera, Leiothecium, Monascus, Penicilliopsis, Penicillium, Phialomyces, Pseudohamigera, Pseudopenicillium, Sclerocleista, Warcupiella, Xerochrysium* ve *Xeromyces* cinsleri yer almaktadır. Trichocomaceae ailesi içerisinde ise *Acidotalaromyces, Ascospirella, Dendrosphaera, Rasamsonia, Sagenomella, Talaromyces, Thermomyces* ve *Trichocoma* cinsleri yer almaktadır. *Thermoascaceae* ailesi de *Paecilomyces* ve *Thermoascus* cinslerini içermektedir (Houbraken & ark., 2020).

*Aspergillus* cinsi morfolojik, fizyolojik ve filogenetik yapılarına dayanarak oluşturulan birçok farklı türü içeren anamorf bir cinstir. *Aspergillus* cinsinin alt türlerini temsil eden *Aspergillus*, *Circumdati*, *Cremei*, *Fumigati*, *Nidulantes* ve *Polypaecilum* olmak üzere altı ana soy (subgenus) vardır. Alt gende iki sınıf (bölüm) mevcuttur *Aspergillus* şu anda 5'i yeni olmak üzere 27 bölüm içermektedir (Houbraken & ark., 2020).

*Aspergillus* subgenusu *Restricti* ve *Aspergillus* sectionlarını içermektedir. *Circumdati* subgenusu *Candidi*, *Petersoniorum*, *Nigri*, *Terrei*, *Flavipedes*, *Janorum*, *Circumdati*, *Tannerorum*, *Robusti* ve *Flavi* sectionlarını içermektedir. *Nidulantes* subgenusu *Nidulantes*, *Usti*, *Aenei*, *Cavernicolarum*, *Raperorum sect. nov.*, *Silvatici sect. nov.*, *Bispori sect. nov.*, *Ochraceorosei* ve *Sparsi* sectionlarını içermektedir. *Fumigati* subgenusu *Fumigati*, *Clavati*, *Vargarum sect. nov.* ve *Cervini* sectionlarını içermektedir. Son olarak *Cremei* ve *Polipaecilum* sectionları vardır (Houbraken & ark., 2020).

## 4. Okratoksin Üretici *Aspergillus* Türleri

Okratoksinler ilk defa 1965 yılında *Aspergillus ochraceus* türünün sekonder metaboliti olarak izole edilmiş ve kimyasal olarak karakterize edilmiş bir mikotoksindir (Malir & ark., 2016). Okratoksinin üç farklı bileşeni bulunmaktadır: Okratoksin A (OTA), Okratoksin B (OTB) ve Okratoksin C (OTC). Üç bileşiğin tümü, dihydroisocoumarin kısmına bir peptit bağı aracılığı ile bir 7-karboksi grubunun L-fenilalanin bağlanmış şeklidir. OTB (klor atomu eksik) ve OTC (OTA'nın etil esteri) türlerine göre OTA en bilinen türü olup, daha yaygındır ve toksiktir (Zöllner & Mayer-Helm, 2006; Valero & ark., 2007; Malir & ark., 2016).

OTA, kanserojenik, teratojenik, nefrotoksijenik, nörotoksijenik, genotoksik, embriyotoksik, hepatotoksik ve immünotoksik gibi insan ve hayvan sağlığı için olumsuz özellikler sergileyen bir moleküldür. (Perrone & ark., 2007; Malir & ark., 2016). Ulusal Kanser Enstitüsü/Ulusal Toksikoloji Programı (NCI/NTP) tarafından kemirgenlerde incelenen en güçlü böbrek kanserojenlerinden biri olarak tanımlamıştır (Malir & ark., 2016). Ayrıca OTA'nın şiddetli böbrek hasarı ile karakterize olan endemik

Balkan nefropati etiyolojisinde rol olabileceğini belirlenmiştir. Bu nedenle Uluslararası Kanser Araştırma Kuruluşu (International Agency for Research on Cancer-IARC) OTA'yı olası kanserojenik (grup 2B) olarak sınıflandırmıştır (Leong, Hocking & Scott, 2007; Perrone & ark., 2007; Valero & ark., 2007; Wang & ark., 2015; Tian & ark., 2015; Malir & ark., 2016).

*Aspergillus* türleri tarım ürünlerini hasat öncesi, hasat, hasat sonrası ve depolama gibi farklı aşamalarda kontamine edebilmektedirler. Tarım ürünlerinde *Aspergillus* türlerinin neden olduğu bozulmalarda pigmentasyon, renk bozulması, çürüme, kötü koku ve kötü tat gelişimi gibi değişkenlikler görülebilmektedir. Özellikle *Aspergillus* türlerinin gıdalara ve hayvan yemlerine olan kontaminasyonu oldukça önemlidir. Fırsatçı patojen olan *Aspergillus* türlerine çoğunlukla bitkisel ürünlerde depo küfleri olarak rastlanmaktadır. (Perrone & ark., 2007). Bununla birlikte *Aspergillus* cinsi üyeleri önemli OTA üreticileridir (Perrone & ark., 2007; Taniwaki, Pitt & Magan, 2018). OTA, dünyanın her yerinde çeşitli gıda ve yem ürünlerini (tahıllar, baklagiller, kahve, kuru meyveler, bira ve şarap ve et) kontamine edebilen güçlü bir nefrotoksindir (Perrone& ark., 2007).

*Aspergillus* cinsi üyeleri arasından; *Aspergillus albertensis* J.P. Tewari, *Aspergillus alutaceus* Berk. & M.A. Curtis, *Aspergillus alliaceus*, *Aspergillus auricomus* (Guég.) Saito, *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus foetidus* Thom & Raper, *Aspergillus fresenii* Subram., *Aspergillus lacticoffeatus* Frisvad & Samson, *Aspergillus melleus* Yukawa, *Aspergillus nig*er, *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus ostianus* Wehmer, *Aspergillus sclerotioniger* Samson & Frisvad, *Aspergillus steynii* Frisvad & Samson,

*Aspergillus tubingensis* Mosseray, *Aspergillus wentii* Wehmer ve *Aspergillus westerdijkiae* Frisvad & Samson türlerinin OTA üreticisi olduğu farklı çalışmalarda bildirilmiştir (Cabañes & ark., 2002; Bellí & ark., 2004; Varga & Kozakiewicz, 2006; Zöllner & Mayer-Helm, 2006; Leong, Hocking & Scott, 2007; Samson & ark., 2010; Malir & ark., 2016).

Başlıca okratoksijenik üreticisi *Aspergillus* türü ise üç tanedir. Bu üç tür; *Aspergillus flavus* ve yakın akrabaları, *Aspergillus ochraceus* ve yakın akrabaları ile *Aspergillus carbonarius* ve yakından ilişkili *Aspergillus niger* türleridir. OTA üreten tüm *Aspergillus ochraceus* ve yakın akrabaları, *Aspgillus carbonarius* ve *Aspergillıs niger* türlerinin ekin bitkilerine bilinen bir afinitesi bulunmadığı için kontaminasyon ve mikotoksin üretimi genellikle hasattan sonra gerçekleşmektedir. Fakat üzüm de bir istisna söz konusudur. Olgunlaşan üzümler yüksek asitlik ve şeker içeriklerine sahiptir, bu nedenle de üzümler birçok *Aspergillus* türü için ideal substrattır. Üzümlerin olgunlaşması sırasındaki yüksek sıcaklıklar ve güneş ışığı, siyah *Aspergillus* türlerini bağların ortak sakinleri olmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte *Aspergillus* türlerinin sağlam üzüm kabukları içine nüfus edemedikleri de belirlenmiştir. Üzümlerin yetiştirme yöntemleri ya da hasat ekipmanlarından kaynaklanan mekanik hasarlardan ve bazı bitkilerde hasat dönemine yakın görülen yağmur olaylarından dolayı üzümün kabuğunda meydana gelen kırılmalardan dolayı olgunlaşan üzümlere giriş *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* veya külleme mikrofungusları gibi patojenik fungusların saldırısından kaynaklanmaktadır. Uygun giriş ortamı kazanıldığında siyah *Aspergillus* türleri asidik ve yüksek şeker ortamında gelişebilmektedir. *Aspergillus carbonarius* ve

*Aspergillus niger* türleri genellikle hasat aşamasındaki üzümlerde gelişmekte ve güneşte kurutulması sırasında ise OTA oluşumu gerçekleşmektedir. Üzümlerin su aktivitesi 0,80'nin altına düşünceye kadar *Aspergillus* türleri üremeye ve OTA üretmeye devam etmektedirler. *Aspergillus carbonarius*, üzümlerde ve üzüm ürünlerinde OTA oluşumu için önemli bir tür olup, *Aspergillus niger* ise oldukça düşük oranda OTA üreticisidir. *Aspergillus japonicus* Saito ve diğer uniseriate siyah *Aspergillus* türlerinin okratoksin üreticisi oldukları ise belirlenememiştir. Şarap yapımında kullanılan üzümlerde, fermantasyon sırasında elde edilen anaerobik koşullar dolayısıyla küflerin üremesi ve toksin üretimleri durmaktadır. Bu nedenle, şaraplardaki OTA oluşumunun kontrolü iyi bağ yönetimine, yani salkım köklerinin ve kabuk bölünmesinin kontrolüne ve hasat ile kırma arasında kısa bir zaman aralığına dayanmaktadır (Taniwaki, Pitt & Magan, 2018).

## 5. Üzümlerde Okratoksin Üreticisi Aspergillus Türleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Üzümlerde *Aspergillus* ve OTA üretimleri ile ilgili literatürde farklı bölgelerde yapılmış çalışmalar bulunmakta olup, kronolojik olarak çalışmalar sıralanmıştır.

Sage & ark., (2002) Güney Fransa'da şarap yapımında kullanılan 11 üzüm örneğinden izole ettikleri *14 Aspergillus carbonarius* izolatının in vitro ortamda besiyerinde $0.1 \pm 0.0$ ile $87.5 \pm 1.1$ μg/g OTA ürettiğini belirlemişlerdir.

Battilani & ark., (2003) 1999 ve 2000 yıllarında İtalya'nın kuzeyinden altı üzüm örneği (5 kırmızı ve 1 beyaz) ve güneyinden üç üzüm örneğini (1 kırmızı ve 2 beyaz) olgunlaşma öncesi ve

sonrası olmak üzere iki farklı dönemde toplamışlar ve örnekleri *Aspergillus* kontaminasyonu için değerlendirmişler. Sonuç olarak üzüm örneklerinden 477 izolat elde etmişler. Elde ettikleri *Aspergillus ochraceus* izolatlarının tamamının, *Aspergillus carbonarius* izolatlarının %60'nın, *Aspergillus fumigatus* izolatlarının %50'sinin, uniseriate ve biseriate *Aspergillus niger* izolatlarının ise sırasıyla %3'ünün ve %5'inin OTA üreticisi olduğunu belirlemişlerdir. Uniseriate izolatların <1 µg/kg düzeyinde, biseriate izolatların ise <10 µg/kg düzeyinde, *Aspergillus carbonarius* türlerinin ise 100 µg/kg düzeyinde OTA ürettiğini tespit etmişlerdir.

Magnoli & ark., (2003) Arjantin'in Mendoza eyaletindeki bir şarap imalathanesinden 2001 yılında elde ettikleri 50 adet şaraplık üzüm örneğinin %70'inin *Aspergillus* ile kontamine olduğunu, elde ettikleri *Aspergillus* izolatlarının ise %61'inin *Aspergillus niger* var. *niger*, %17'sinin *Aspergillus flavus* ve geri kalanlarının ise *Aspergillus niger* var. *awamori*, *Aspergillus foetidus* ve *Aspergillus candidus* olduğunu belirlemişlerdir. Elde ettikleri 63 siyah *Aspergillus* izolatının %41.3'ünün ise 2 ile 24.5 ng/ml OTA üreticisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Serra & ark., (2003) 2001 yılının Temmuz ve Eylül ayları arasında Portekiz'de şaraplık üzüm üretimi yapan dört bölgedeki 11 bağdan üzüm örneklerini olgunlaşmanın 3 farklı döneminde toplamışlar. Sonuç olarak üzüm örneklerinden elde ettikleri izolatların 370 tanesinin (%22) *Aspergillus* cinsi olduğu tespit etmişlerdir. Siyah *Aspergillus* (*Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus japanicus* ve *Aspergillus niger* aggregate) oranın %90 olduğunu ve bu izolatlardan *Aspergillus carbonarius* izolatlarının %97'sinin ve

*Aspergillus niger* aggregate izolatlarının ise %4'ünün OTA üreticisi olduğunu belirlemişlerdir.

Sage, Garon & Seigle-Murandi (2004) sekiz Fransız şaraplık üzüm bağının okratoksin A riskini değerlendirmek için beş şarap üretim bölgesinden topladıkları 60 üzüm örneğinden 75 *Aspergillus* izolatı elde ettiklerini bildirmişlerdir. Elde ettikleri izolatların 29 tanesini *Aspergillus niger*, 14 tanesini *Aspergillus fumigatus*, 10 tanesini *Aspergillus carbonarius*, 6 tanesini *Aspergillus parasiticus*, 5 tanesini *Aspergillus aculeatus*, 3 tanesini *Aspergillus terreus*, 3 tanesini *Aspergillus ustus*, 3 tanesini *Aspergillus versicolor*, 1 tamesini *Aspergillus candidus* ve 1 tanesini ise *Aspergillus flavipes* olarak tanımlamışlardır. *Aspergillus carbonarius* izolatlarının ise Czapek Yeast Extract Agar besiyerinde (CYA) 0.01-1.90 µg/g OTA ürettiğini tespit etmişlerdir.

Bau & ark., (2005) İspanya'nın Akdeniz kıyısı boyunca yer alan beş üzüm yetiştirme bölgesine ait olan toplam yedi bağdan 2001 yılında üzümlerin olgunlaşmasının 4 farklı döneminde topladıkları üzüm örneklerinden 2800 mikrofungus izolatı elde etmişler ve bu izolatların %17.3'ünün (628) *Aspergillus* cinsi üyeleri olduğunu tespit etmişlerdir. 14 farklı *Aspergillus* türünden *Aspergillus melleus* izolatlarından 1 tanesinin 7.28 µg/g ve *Aspergillus ochraceus* izolatlarından 1 tanesinni ise 73.81 µg/g düzeyinde OTA üretiğini belirlemişlerdir. Elde ettikleri 101 *Aspergillus carbonarius* izolatının ise tamamının 1.92 ile 195.46 µg/g arasında değişen konsantrasyonlarda OTA ürettiğini bildirmişlerdir.

Bellí & ark., (2005) İspanya'daki dört şarapçılık bölgesindeki 40 bağdan üzümlerin olgunlaşma döneminde farklı

zamanlarda örnek toplamışlar. 2002 yılında toplam 467, 2003 yılında ise toplam 648 *Aspergillus Nigri* izolatı aldıklarını bildirmişlerdir. Elde ettikleri izolatların in vitro besiyerinde OTA üretimlerini değerlendirdiklerinde 2002 yılı izolatlarının %82'sinin ve 2003 yılı izolatlarının %76'sının OTA üreticisi olduğunu belirlemişlerdir.

Serra, Braga & Venâncio (2005). Portekiz'deki dört bağcılık bölgesinde bulunan üzüm örneklerini 2001 ile 2003 yılları arasında üzümlerin olgunlaşma aşamasında (3 farklı olgunlukta) 11 bağdan toplamışlar ve mikrofungus kontaminasyonu açısından değerlendirmişlerdir. Toplamda 10602 mikrofungus izolatı elde etmişler ve bu izolatların %8'ini (802) *Aspergillus* cinsi üyelerinin oluşturduğunu belirlemişlerdir. Elde ettikleri *Aspergillus alliaceus* (1) ve *Aspergillus carbonarius* (68) izolatlarının tamamının, *Aspergillus niger aggregate* (571) izolatlarının ise %4'ünün OTA üreticisi olduğunu bildirmişlerdir.

Bejaoui & ark., (2006) farklı coğrafi konumlara ve iklim koşullarına sahip Fransa'daki dört şarap üretim bölgesindeki 10 üzüm bağından 2001, 2002 ve 2003 yıllarında örnekleme yaparak üzümleri siyah *Aspergillus* kontaminasyonu ve OTA üretimleri açısından değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak 2001 yılında 721, 2002 yılında 711 ve 2003 yılında 1035 izolat elde etmişler ve bu izolatların %80'inin *Aspergillus* cinsi üyeleri olduğunu ve bu izolatlarının %99'unun ise siyah *Aspergillus* türleri olduğunu bildirmişlerdir. %1'lik kısmı ise *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* ve *Aspergillus fumigatus* izolatlarının oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Elde edilen toplam 1974 siyah *Aspergillus* izolatından %37'sinin (745) CYA besiyerinde OTA üreticisi olduğunu belirlemişlerdir.

Bellí & ark., (2006) İspanya'da köklü bir şarapçılık geleneğine sahip La Rioja bölgesinde 10, Katalonya'da 24 ve Valensiya'da 11 olmak üzere üç farklı bölgedeki üzüm bağlarından 2001, 2002 ve 2003 yılında örnek toplamışlardır. Bu bağlarda *Aspergillus ochraceus* bulunma oranın 3 yıl boyunca ortalama %0.16 olduğunu tespit etmişler. İzole edilen diğer *Aspergillus* izolatlarının %95'inin *Nigri* section'a ait olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmada elde edilen 671 *Aspergillus niger aggregate* izolatının %4.5'inin 0.04 ile 1.94 µg/g, 175 *Aspergillus carbonarius* izolatının %87'sinin 0.05 ile 477.3 µg/g düzeylerinde ve 65 *Aspergillus ochraceus* izolatının %35'inin OTA ürettiğini tespit etmişlerdir.

Guzev & ark., (2006) İsrail'deki 10 üzüm (Sauvignon Blanc ve Cabernet Sauvignon ile sofralık Superior üzüm çeşitleri olan) bağında 2001, 2002 ve 2003 yıllarında *Aspergillus Nigri* izolatlarının sayısını ve in vitro OTA üretim kapasitesini değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonucunda 2114 izolat elde etmişler ve bu izolatlardan 161 tanesinin (*Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus niger* aggregate ve uniseriate izolatlarının) OTA ürettiğini tespit etmişlerdir.

Serra, Mendoça & Venâncio (2006) üç yıl (2001, 2002 ve 2003) süre ile hasat döneminde şarap üretimi için ayrılan toplam 93 Portekiz üzüm örneğini *Aspergillus carbonarius* ve *Aspergillus niger* aggregate kontaminasyonu açısından değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak üzüm örneklerinden 571 tane *Aspergillus niger* aggregate, 68 tane *Aspergillus carbonarius*, 8 tane *Aspergillus ibericus*, 2 tane *Aspergillus japonicus* ve 1 tane *Aspergillus aculeatus* olmak üzere toplam 650 izolat elde ettiklerini belirtmişlerdir. *Aspergillus carbonarius* izolatlarının tamamının,

*Aspergillus niger* aggregate izolatlarının ise %4'ünün OTA üreticisi olduğunu bildirmişlerdir.

Tjamos, Antoniou & Tjamos (2006) Yunanistan'ın beş şarap üretim bölgesinde bulunan 16 bağdan (11 üzüm çeşidi) 2002 ve 2003 yıllarında olgunlaşmanın 3 farklı döneminde topladıkları üzüm örneklerinin *Aspergillus niger* aggregate ve *Aspergillus carbonarius* ile kontamine olduğunu belirlemişlerdir. *Aspergillus carbonarius* izolatlarının %79'unun, *Aspergillus niger* aggregate izolatlarının ise %73'ünün OTA üreticisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Lasram & ark., (2007) 2004 sezonunda, Tunus'un kuzeydoğusundaki ticari üretimin %60'ını yapan bir bağdan 3 farklı olgunlaşma döneminde üzüm örnekleri toplamışlar ve 47 *Aspergillus carbonarius*, 84 *Aspergillus niger* aggregate ve 1 uunseriate izolattan oluşan toplam 132 siyah *Aspergillus* izolatı elde ettiklerini bildirmişlerdir. Elde ettikleri *Aspergillus carbonarius* izolatlarının %94'ünün, *Aspergillus niger* aggregate izolatlarının ise %3'ünün OTA üreticisi olduğunu belirlemişlerdir.

Ponsone & ark., (2007) Arjantin'in Mendoza eyaletinde bulunan dört üzüm bağından 2003-2004 yılları arasında üzüm örnekleri toplamışlar ve örneklerin *Aspergillus aculeatus*, *Aspergillus awamori*, *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus foetidus*, *Aspergillus japonicus* ve *Aspergillus niger* ile kontamine olduğunu tespit etmişlerdir. İzolatların sadece %24'ünün OTA üreticisi olduğunu, *Aspergillus japonicus* ve *Aspergillus aculeatus* izolatlarının 1.3 ile 6.3 ng/mL, *Aspergillus niger*, *Aspergillus awamori* ve *Aspergillus foetidus* izolatlarının ise 1.3 ile 50 ng/mL

arasında değişen konsantrasyonlarda OTA ürettiğini belirlemişlerdir.

Melki Ben Fredj & ark., (2008) Tunus'un 4 farklı bölgesinde bulunan bağlardan topladıkları üzüm örneklerinin %33.32'sinin *Aspergillus* cinsi üyeleri ile kontamine olduğunu belirlemişlerdir. *Aspergillus* cinsine ait izolatları ise *Aspergillus niger* agregatı (%77), *Aspergillus carbonarius* (%15) ve *Aspergillus flavus* (%8) olarak tanımlamışlardır.

El-Khoury & ark., (2008) 2005 yılı boyunca olgunlaşmanın iki farklı döneminde Lübnan üzümlerinden 510 adet mikrofungus izolasyonu gerçekleştirmişler ve elde ettikleri izolatların 487 tanesinin *Aspergillus* (%95.5) cinsine ait olduğunu tespit etmişlerdir. Elde ettikleri 487 *Aspergillus* izolatının %52.2'sini *Aspergillus niger* agrregate, %43.1'ini *Aspergillus flavus* %2,9'sini *Aspergillus japonicus* ve %1.8'ini *Aspergillus carbonarius* olarak tanımlamışlardır. *Aspergillus carbonarius* izolatlarının CYA besiyerinde tamamının OTA ürettiğini ve konsantrasyonlarının 8,38 µg/g ulaştığını bildrimişlerdir.

Atar Selouane & ark., (2009) 2004-2006 yılları arasında Fas'ta bulunan 4 bağdan topladıkları üzüm örneklerinden *Aspergillus* cinsine ait 360 izolat elde ettikleri ve elde ettikleri izolatların %98.3'ünün siyah *Aspergillus* olduğunu bildirmişlerdir. Siyah *Aspergillus* izolatların %82.5'ini *Aspergillus niger* agrregate, %12.5'ini *Aspergillus japonicus*, %3.3'ünü ise *Aspergillus carbonarius* oalrak tanılamışlardır. CYA besiyerinde 12 *Aspergillus carbonarius* izolatının tamamının, *Aspergillus niger* agrregate izolatlarının ise %42.8'inin OTA üretitğini tespit etmişlerdir.

Chiotta & ark., (2009) 2006 ve 2007 hasat sezonunda Arjantin'in sekiz üzüm bölgesindeki 50 bağdan topladıkları üzüm örneklerinin *Aspergillus Nigri* kontaminasyonunu değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri izolatların %81'inin *Aspergillus niger* aggregate, %11'inin *Aspergillus carbonarius* türünün ve %8'inin ise unseriate izolatlar oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Elde edilen izolatların CYA besiyerinde %32'sinin (284'ün 91'i) 0.5 ile 1285 ng/g arasında değişen konsantrasyonlarda OTA üreticisi olduğunu belirlemişlerdir. OTA üreticisi 91 izolattan 63 tanesinin (%69) *Aspergillus niger* aggregate ve 28 tanesinin (%31) ise *Aspergillus carbonarius* olduğunu bildirmişlerdir. Elde ettikleri unseriate izolatların ise OTA üretmediğini bildirmişlerdir.

Lucchetta & ark., (2010) İtalya'nın dört bölgesinde bulunan 23 bağdan 2003–2007 hasatları sırasında topladıkları üzüm örneklerinin %70'inin *Aspergillus* cinsi üyeleri ile kontamine olduğunu bulmuşlardır. Üzüm örneklerinin %30'un da ise OTA'nın mevcut olduğunu belirlemişlerdir.

Mikušová & ark., (2010) Slovakya'nın en önemli altı şarap üretim bölgesinin üçünden 2008 yılında olgunlaşmanın iki farklı döneminde topladıkları üzümlerin mikrofungus kontaminasyonunu değerlendirmişler. Sonuç olarak 437 izolat elde etmişler ve elde ettikleri izolatların %10.3'ünün *Aspergillus carbonarius*, %9.15'inin *Aspergillus niger*, %5.7'sinin *Aspergillus uvarum* ve %1.14'ünün *Aspergillus citrinum* olduğunu tespit etmişlerdir.

Lasram & ark., (2012) Tunus'taki 4 farklı bölgede bulunan toplam 24 üzüm örneğini 2005, 2006 ve 2007 yıllarında toplamışlar ve siyah *Aspergillus* kontaminasyonu açısından değerlendirmişler.

Değerlendirme sonucunda toplam 1242 izolat aldıklarını ve bu izolatların 934 tanesinin *Aspergillus niger* aggregate, 270 tanesinin *Aspergillus carbonarius* ve 29 tanesinin unseriate türleri olduğunu belirlemişlerdir. *Aspergillus carbonarius* izolatlarının 270 tanesinin ve *Aspergillus niger* aggregate izolatlarının ise sadece 29 tanesinin OTA üreticisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Medina & ark., (2012) İspanya'da yetiştirilen beş üzüm çeşidini içeren 52 örnekte *Aspergillus Nigri* kontaminasyonun %82'sinin olduğunu bulmuşlardır. Elde ettikleri 120 *Aspergillus carbonarius* izolattından 89 tanesinin 1.2 ile 3530 ng/ml ve 21 *Aspergillus tubingensis* izolattından 3 tanesinin 46.4 ile 111.5 ng/ml arasında değişen konsantrasyonlarda OTA ürettiğini tespit etmişlerdir. Elde ettikleri 64 *Aspergillus niger* izolatının ise OTA üretmediğini bildirmişlerdir.

Chunmei & ark., (2013) Çin'de Shaanxi eyaletinde yetiştirilen 5 çeşit şaraplık ve üç çeşit yemeklik üzüm bağından topladıkları sağlam ve çürük üzüm örneklerini değerlendirmişler. Elde ettikleri 7 cinse ait toplam 187 izolattan 12 tane *Aspergillus* izolatının OTA ürettiğini tespit etmişlerdir. Çalışmada elde ettikleri 5 *Aspergillus carbonarius* izolatının 2274–13179 ng/g, 3 *Aspergillus niger* aggregate izolatının 17.38–82.31 ng/g, 1 *Aspergillus ochraceus* izolatının 98.9 ng/g, 1 *Aspergillus japonicus* var. *aculeatus* izolatının 6.31–13.46 ng/g, 1 *Aspergillus melleus* izolatının 17.24 ng/g ve son olarak 1 *Aspergillus wentii* izolatının 3.93 ng/g OTA ürettiğini tespit etmişlerdir.

TanÄ inovÃ, MaÅ & BarborÃ, (2014) 2011 yılında Slovak menşeli şaraplık üzümlerden topladıkları 20 üzüm örneğinin

*Aspergillus* kontaminasyonunu değerlendirmişler. Üzümlerden 33 *Aspergillus* izolatı elde ettiklerini, bu izolatların ise 10 tanesinin *Aspergillus clavatus*, 8 tanesinin *Aspergillus niger* aggregate, 3 tanesinin *Aspergillus fumigatus*, 3 tanesinin *Aspergillus versicolor* ve 1 tanesinin ise *Aspergillus flavus* türleri olduğunu, 8 izolatı ise diğer *Aspergillus* türleri olarak tanımladıklarını bildirmişlerdir.

Felšöciová & ark., (2015) Slovakya'da ViniÄky'daki Tokaj şarap bölgesindeki Furmint, Lipovina ve Yellow muscat şaraplık üzümlerinden 2012 yılı Kasım hasadı sırasında üç örnek toplamışlar ve mikrofungus kontaminasyonunu değerlendirmişlerdir. *Aspergillus* kontaminasyonunun %1.1 olduğunu ve elde ettikleri 5 izolatın *Aspergillus* section *Nigri* ve 4 izolatın ise diğer *Aspergillus* türleri olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen 5 *Aspergillus* section *Nigri* izolatının da OTA üreticisi olduğunu bulmuşlardır.

García-Cela & ark., (2015) İspanya'nın iki farklı tarımsal iklim bölgesindeki 14 bağdan 2011 ve 2012 yıllarında örnekleme yapmışlar ve elde ettikleri mikrofungus izolatlarının %30'unun *Aspergillus* cinsi üyeleri olduğunu belirlemişlerdir. Elde ettikleri izolatları *Aspergillus candidus*, *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus paraciticus*, *Aspergillus terreus, Aspergillus tubingensis*, *Aspergillus ustus*, *Aspergillus wentii* ve *Aspergillus westerdikikae* olarak tanımlamışlardır. *Aspergillus carbonarius* izolatlarının 4 ile 18696 ng/g, *Aspergillus niger* izolatlarının 8 ile 119 ng/g *Aspergillus tubingensis* izolatlarının 5 ile 475 ng/g arasında değişen konsantrasyonlarda OTA ürettiğini tespit etmişlerdir.

Garmendia & Vero (2016) iki yıllık süre ile Uruguay'da yetişen Tannat cinsi üzüm örneklerini 7 bağdan toplamışlar siyah *Aspergillus* cinsi üyeleri ile kontaminasyonunu değerlendirmişlerdir. Üzüm örneklerinden elde ettikleri izolatların %6'sının *Aspergillus* cinsi üyeleri olduğunu ve bu izolatlardan 57 tanesinin siyah *Aspergillus* cinsi üyeleri olduğunu tespit etmişlerdir. Tanımladıkları 28 *Aspergillus welwitschiae* izolatından %64'ünün CYA besiyerinde 4.1±0.2 ile 191.0±4.0 ng/g arasında değişen konsantrasyonlarda OTA ürettiğini belirlemişlerdir.

Einloft & ark., (2017) Brezilya'nın güney eyaleti yetiştirilen iki çeşit şaraplık üzümünden 2011 yılında erken olgunlaşma ve hasat aşamasında örnekler almışlar. Sonuç olarak 1811 adet mikrofungus izolatı elde etmişler ve bunlardan sadece 25 tanesinin *Aspergillus* cinsi üyeleri olduğunu belirlemişlerdir. 25 izolattan 22 tanesinin siyah *Aspergillus o*lduğunu tespit etmişler ve Serra do Sudeste'de olgunlaşma döneminden elde ettikleri 1 unseriate *Aspergillus* izolatının 148 ng/ml OTA ürettiğini bulmuşlardır.

Freire & ark., (2017) 2014 yılında Brezilya'nın yarı kurak tropik bölgesindeki dört adet beyaz ve yedi adet kırmızı şaraplık üzüm bağından hasat döneminde topladıkları üzüm örneklerinden 466 adet mikrofungus izolatı elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bu izolatların %75.3'ünün (351) ise *Aspergillus* cinsi üyeleri olduğunu belirtmişlerdir. Elde ettikleri *Aspergillus* izolatlarının %35.33'ünü *Aspergillus niger*, %33.90'ını *Aspergillus carbonarius*, %20.51'ini *Aspergillus aculeatus*, %8.83'ünü *Aspergillus niger* aggregate, %1.14'ünü *Aspergillus flavus* ve %0.28'ini ise *Aspergillus sojae* olarak tanımlamışlardır. 346 izolattan %32.1'inin OTA ürettiği, OTA üreten türün ise *Aspergillus carbonarius* olduğunu

bulmuşlardır. *Aspergillus aculeatus*, *Aspergillus niger* ve *Aspergillus niger* aggregate izolatlarının ise OTA üretmediğini bildrimişlerdir.

Pantelides & ark., (2017) 2010 ve 2011 yıllarında hasat döneminde Kıbrıs'ın en önemli şarap üretim bölgesi olan Limasol ilçesinde 6 bağdan topladıkları üzüm örneklerinin %43.3'ünün *Aspergillus* section *Nigri* ile kontamine olduğunu tespit etmişlerdir. Elde ettikleri 284 izolatın %92.25'ini (262) *Aspergillus tubingensis*, %5.3'ünü (15) *Aspergillus niger* ve %2.1'ini (6) ise *Aspergillus welwitschiae*, sadece 1 izolatı (%0.35) ise *Aspergillus carbonarius* olarak tanımlamışlardır. İzolatların CYA besiyerinde OTA üretimlerini değerlendirdiklerinde ise, *Aspergillus carbonarius* izolatının ortalama 1436.1 ng/g, 3 *Aspergillus niger* izolatının ise 23.9 ng/g ve 1 *Aspergillus welwitschiae* izolatının ise 9.1 ng/g OTA ürettiğini tespit etmişlerdir.

Oliveri & ark., (2017) Etna Dağı'ndaki (Doğu Sicilya, İtalya) 8 üzüm bağından iki yıl süre ile üzüm, toprak ve havadan topladıkları örneklerden 300 tane *Aspergillus niger* aggregate, 97 tane *Aspergillus carbonarius* ve 9 tane unseriate izolat, toplamda 406 *Aspergillus Nigri* izolatı elde ettiklerini bildirmişlerdir. Elde ettikleri 59 *Aspergillus carbonarius* izolatından 55 tanesinin, 78 *Aspergillus niger* izolatından 21 tanesinin, 10 *Aspergillus tubingensis* izolatından 3 tanesinin ve 9 *Aspergillus japonicus* izolatından 1 tanesinin OTA ürettiğini bulmuşlardır.

Huang & ark., (2020) Çin'de bulunan 13 bağdan topladıkları üzüm örneklerinden 345 adet *Aspergillus* izolatı elde etmişler. 137 Siyah *Aspergillus* izolatlarını ise kalmodulin gen dizilerine

dayanarak tanımlamışlar. İzolatların %48.7'sinin *Aspergillus tubingensis*, %20.6'sını *Aspergillus welwitschiae* ve %11'inin ise *Aspergillus aculeatinus* türleri olduğunu tespit etmişlerdir. Elde edilen siyah Aspergillus izolatlarının %4.4'ünün OTA üreticisi olduğu ve OTA üretiminde sorumlu türün *Aspergillus carbonarius* oolduğunu bulmuşlardır.

Özcan Ateş & Zorba (2020) 2015 ve 2016 yıllarında Bozcaada Çavuş ve Karalahna üzümlerinin bulunduğu 6 bağdan elde ettikleri mikrofungus izolatlarının %13.78'inin (312 tanesinin) *Aspergillus* cinsi üyeleri olduğunu belirtmişlerdir. Seçtikleri 6 izolatın (4 *Aspergillus niger*, 1 *Aspergillus calidoustus* ve 1 *Aspergillus sydowii*) ise 0.80-74.01 ng/g arasında OTA ürettiğini tespit etmişlerdir.

Özcan Ateş, Zorba & Şen (2024) 2015 ve 2016 yıllarında olgunlaşma sırasında Bozcaada Çavuş ve Karalahna üzümlerinden izole ettikleri *Aspergillus* izolatları *Aspergillus tubingensis*, *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus niger/welwitschia/awamori*, *Aspergillus welwitschia*, *Aspergillus spelaeus* ve *Aspergillus fructus* olarak tanımlamışlardır. Seçtikleri 6 izolatın OTA üretimlerini in vitro olarak değerlendirdiklerinde 2 *Aspergillus carbonarius* izolatının 49.448 ± 0.354 ve 12.483 ± 0.187 ppb, 1 *Aspergillus tubingensis* izolatının 32.884 ± 0.55 ve 3 *Aspergillus niger/welwitschia/awamori* izolatının ise 3.550 ± 0.240, 7.519 ± 0.134 ve 92.346 ± 0.818 ppb OTA ürettiğini tespit etmişlerdir.

## 6. Sonuç

Bu derlemede literatürde farklı bölgelerde ve üzüm varyetlerinde yapılan çalışmalar dikkate alınarak üzümlerde bulunan

okratoksijenik *Aspergillus* türlerinin varlığı ve OTA üretimleri ile ilgili hakkında genel bir bilgi verilmesi amaçlanmıştır. Üzümlerdeki OTA kontaminasyonun genel olarak siyah *Aspergillus* türlerinden özellikle de *Aspergillus carbonarius* türünden kaynaklandığı belirlenmiştir. Üzümlerdeki mikrofungus kolonizasyonunu ve OTA üretimine yönelik biyolojik ve kimyasal farklı uygulamalar yapılmaktadır, fakat bu konular üzerine halen tartışmalar devam etmektedir. Bununla birlikte okratoksijenik *Aspergillus* türlerinin üzümlerde hatta diğer gıdalarda dağılımı insan sağlığına olan olumsuz etkileri göz önüne alındığında her dönem önemli olan ve tartışması devam eden bir konudur. Günümüzde de etkileri hissedilen iklim değişikliğine bağlı olarak mikrofungusların üreme koşullarını etkileyen sıcaklık, bağıl nem, $CO_2$ miktarı ve güneş ışığı gibi çevresel koşullarda değişiklikler hayatta kalmalarını etkileyebilir. Bu da gelecekte mikotoksijenik mikrofungusların üremeleri ve dolayısıyla mikotoksin üretim şartlarının değişmesi anlamına gelmektedir. Sonuç olarak mikrofungus toplulukların çeşitliliği ve yapısı değişebilir. Bu nedenle üzüm ya da diğer gıda maddelerinde mikrofungus kontaminasyonunun takip edilmesi ve mikotoksin düzeyleri ile ilgili olarak çalışmaların sürekli yapılması, özellikle mikrofungusların mikotoksin üretme koşullarında değişiklik olup olmadığının belirlenmesi için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

**TEŞEKKÜR**

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (ÇOMU-BAP) tarafından Bağımsız Araştırma Projeleri kapsamında desteklenmiştir (Proje No: FBA-2019-3028).

## KAYNAKLAR

Atar Selouane, S. Z., Bouya, D., Lebrihi, A. & Bouseta, A. (2009). Natural occurrence of ochratoxigenic *Aspergillus* species and ochratoxin a in Moroccan grapes. *World Applied Sciences Journal*, *7*(3), 297–305.

Aydoğdu, H. & Güçer Y. (2009). Microfungi and Mycotoxins of Grape and Grape Products. *Trakia Journal of Sciences*, *7*(2), 211–214.

Balajee, S. A., Houbraken, J., Verweij, P. E., Hong, S. B., Yaghuchi, T., Varga, J. & Samson, R. A. (2007). *Aspergillus* species identification in the clinical setting. *Studies in Mycology*, *59*, 39–46. https://doi.org/10.3114/sim.2007.59.05

Battilani, P., Pietri, A., Bertuzzi, T., Languasco, L., Giorni, P., & Kozakiewicz, Z. (2003). Occurrence of ochratoxin A–producing fungi in grapes grown in Italy. *Journal of Food Protection*, *66*(4), 633–636. https://doi.org/10.4315/0362-028X-66.4.633

Bau, M., Bragulat, M. R., Abarca, M. L., Minguez, S. & Cabañes, F. J. (2005). Ochratoxigenic species from Spanish wine grapes. *International Journal of Food Microbiology*, *98*(2), 125–130. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.05.015

Bejaoui, H., Mathieu, F., Taillandier, P. & Lebrihi, A. (2006). Black aspergilli and ochratoxin A production in French vineyards. *International journal of food microbiology*, *111*, 46–52. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.03.004

Bellí, N., Bau, M., Marín, S., Abarca, M. L., Ramos, A. J. & Bragulat, M. R. (2006). Mycobiota and Ochratoxin A Producing Fungi From Spanish Wine Grapes. *International Journal of Food Microbiology*, *111*(Supp. 1), 40–45. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.03.011

Bellí, N., Marín, S., Duaigües, A., Ramos, A. J. & Sanchis, V. (2004). Ochratoxin A in Wines, Musts and Grape Juices from Spain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *84*, 591–594.7 https://doi.org/10.1002/jsfa.1702

Bellí, N., Mitchell, D., Marín, S., Alegre, I., Ramos, A. J., Magan, N. & Sanchis, V. (2005). Ochratoxin A-Producing Fungi in Spanish Wine Grapes and Their Relationship with Meteorological Conditions. *European Journal of Plant Pathology*, *113*, 233–239. https://doi.org/10.1007/s10658-005-5547-4

Bennett, J. W. (2010). An Overview of the Genus *Aspergilus*. Masayuki Machida & Katsuya Gom (Ed.) *Aspergilus: Molecular Biology and Genomics.* (s. 1–17). Caister Academic Press. https://www.caister.com/openaccess/pdf/aspergillus1.pdf

Cabañes, F. J., Accensi, F., Bragulat, M. R., Abarca, M. L., Castellá, G., Minguez, S. & Pons, A. (2002). What is The Source of Ochratoxin A in Wine?. *International Journal of Food Microbiology*, *79* (3), 213–215. https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00087-9

Chiotta, M. L., Ponsone, M. L., Combina, M., Torres, A. M., & Chulze, S. N. (2009). *Aspergillus* section *Nigri* species isolated from different wine-grape growing regions in Argentina.

*International Journal of Food Microbiology*, *136*(1), 137–141. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.08.013

Chunmei, J., Junling, S., Qi'an, H. & Yanlin, L. (2013). Occurrence of Toxin Production Fungi in Intact and Rotten Table and Wine Grapes and Related Influencing Factors. *Food Control*, *31*(1), 5–13. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.09.015

Einloft, T. C., Hoeltz, M., Teixeira, T. R., Oldoni, V. P., Manfroi, V. & Noll, I. B. (2017). Survey of mycobiota, black *Aspergillus* and ochratoxin A occurrence on Brazilian wine grapes. *Annals of Microbiology*, *67*(1), 59–64. https://doi.org/10.1007/s13213-016-1236-0

El-Khoury, A. E., Rizk, T., Lteif, R., Azouri, H., Delia, M. L., & Lebrihi, A. (2008). Fungal contamination and Aflatoxin B1 and Ochratoxin A in Lebanese wine–grapes and musts. *Food and Chemical Toxicology*, *46*(6), 2244–2250. https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.02.026

Felšöciová, S., Rybarik, L., Tančinová, D., Mašková, Z. & Kačániová, M. (2015). Microfungi and mycotoxins of grapes from eastern Slovak wine region. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, *4*(special issue 1 (Microbiology), 16–18 https://doi.org/10.15414/jmbfs.2015.4.special1.16-18

Fleet, G. H. (1999). Microorganisms in Food Ecosystems. *International Journal of Food Microbiology*, *50*(1-2), 101–117. https://doi.org/10.1016/S0168-1605(99)00080-X

Freire, L., Passamani, F. R. F., Thomas, A. B., Nassur, R. D. C. M. R., Silva, L. M., Paschoal, F. N., Pereira, G. E., Prado, G. &

Batista, L. R. (2017). Influence of physical and chemical characteristics of wine grapes on the incidence of *Penicillium* and *Aspergillus* fungi in grapes and ochratoxin A in wines. *International journal of food microbiology*, *241*, 181–190. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.10.027

García-Cela, E., Crespo-Sempere, A., Gil-Serna, J., Porqueres, A., & Marin, S. (2015). Fungal diversity, incidence and mycotoxin contamination in grapes from two agro-climatic Spanish regions with emphasis on Aspergillus species. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *95*(8), 1716–1729. https://doi.org/10.1002/jsfa.6876

Garmendia, G. & Vero, S. (2016). Occurrence and biodiversity of *Aspergillus* section *Nigri* on 'Tannat'grapes in Uruguay. *International Journal of Food Microbiology*, *216*, 31–39. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.08.020

Gray, D. J., Jyasankar, S. & Li, Z. (2005). Vitis Spp. Grape. Litz RE (ed) *Biotechnology of fruit and nut crops* (s. 672–706). Wallingford, Oxon: CABI.

Guzev, L., Danshin, A., Ziv, S. & Lichter, A. (2006). Occurrence of ochratoxin A producing fungi in wine and table grapes in Israel. *International Journal of Food Microbiology*, *111*, 67–71. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.03.003

Houbraken, J. & Samson, R. A. (2011). Phylogeny of *Penicillium* and the segregation of Trichocomaceae into three families. Studies in mycology, *70*, 1–51. https://doi.org/10.3114/sim.2011.70.01

Houbraken, J., de Vries, R. P. & Samson, R. A. (2014). Modern taxonomy of biotechnologically important *Aspergillus* and *Penicillium* species. *Advances in applied microbiology*, *86*, 199–249. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800262-9.00004-4

Houbraken, J., Kocsubé, S., Visagie, C. M., Yilmaz, N., Wang, X. C., Meijer, M., Kraak, B., Hubka, V., Bensch, k., Samson, R.A., & Frisvad, J. C. (2020). Classification of *Aspergillus*, Penicillium, Talaromyces and related genera (Eurotiales): An overview of families, genera, subgenera, sections, series and species. *Studies in mycology*, *95*, 5–169. https://doi.org/10.1016/j.simyco.2020.05.002

Huang, X., Xiao, Z., Kong, F., Chen, A. J., Perrone, G., Wang, Z., Wang, J. & Zhang, H. (2020). Diversity and ochratoxin A-fumonisin profile of black Aspergilli isolated from grapes in China. *World mycotoxin journal*, *13*(2), 225–234. https://doi.org/10.3920/WMJ2019.2505

Krijgsheld, P., Bleichrodt, R. V., Van Veluw, G. J., Wang, F., Müller, W. H., Dijksterhuis, J. & Wösten, H. A. B. (2013). Development in *Aspergillus*. *Studies in mycology*, *74*, 1–29. https://doi.org/10.3114/sim0006

Lasram, S., Bellí, N., Chebil, S., Nahla, Z., Ahmed, M., Sanchis, V. & Ghorbel, A. (2007). Occurrence of ochratoxigenic fungi and ochratoxin A in grapes from a Tunisian vineyard. *International Journal of Food Microbiology*, *114*(3), 376–379. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.09.027

Lasram, S., Oueslati, S., Mliki, A., Ghorbel, A., Silar, P. & Chebil, S. (2012). Ochratoxin A and ochratoxigenic black

*Aspergillus* species in Tunisian grapes cultivated in different geographic areas. *Food Control*, *25*(1), 75–80. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.10.006

Leong, S. L., Hocking, A. D. & Scott, E. S. (2007). *Aspergillus* Species Producing Ochratoxin A: Isolation from Vineyard Soils and Infection of Semillon Bunches in Australia. *Journal of Applied Microbiology*, *102*, 124–133. https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.03056.x

Lucchetta, G., Bazzo, I., Cortivo, G. D., Stringher, L., Bellotto, D., Borgo, M. & Angelini, E. (2010). Occurrence of black aspergilli and ochratoxin A on grapes in Italy. *Toxins*, *2*(4), 840–855. https://doi.org/10.3390/toxins2040840

Magnoli, C., Violante, M., Combina, M., Palacio, G. & Dalcero, A. (2003). Mycoflora and ochratoxin-producing strains of *Aspergillus* section *Nigri* in wine grapes in Argentina. *Letters in Applied Microbiology*, *37*(2), 179–184. https://doi.org/10.1046/j.1472-765X.2003.01376.x

Malir, F., Ostry, V., Pfohl-Leszkowicz, A., Malir, J., & Toman, J. (2016). Ochratoxin A: 50 years of research. *Toxins*, *8*(7), 191. https://doi.org/10.3390/toxins8070191

Medina, A., Mateo, R., López-Ocaña, L., Valle-Algarra, F. M. & Jiménez, M. (2005). Study of Spanish Grape Mycobiota and OchratoxinA Production by Isolates of *Aspergillus tubingensis* and Other Members of *Aspergillus* Section *Nigri*. *Applied and Enviromental Microbiology*, Aug, 4696–4702. https://doi.org/10.1128/AEM.71.8.4696-4702.2005

Melki Ben Fredj, S., Chebil, S., Lebrihi, A., Lasram, S., Ghorbel, A. & Mliki, A., (2007). Occurrence of Pathogenic Fungal Species in Tunisian Vineyards. *International Journal of Food Microbiology*, *113*, 245–250. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.07.022

Mikušová, P., Ritieni, A., Santini, A., Juhasová, G. & Šrobárová, A. (2010). Contamination by moulds of grape berries in Slovakia. *Food Additives and Contaminants*, *27*(5), 738–747. https://doi.org/10.1080/19440040903571754

Oliveri, C., Bella, P., Tessitori, M., Catara, V. & La Rosa, R. (2017). Grape and environmental mycoflora monitoring in old, traditionally cultivated vineyards on Mount Etna, southern Italy. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *97*(1), 65–73. https://doi.org/10.1002/jsfa.7683

Özcan Ateş, G. & Zorba, N. N. D. (2020). Determination of Mycobiota and Microbial Loads of Grapes Grown in Bozcaada, Turkey. *Journal Of Microbiology, Biotechnology And Food Sciences*, *2020*, 899–906. https://doi.org/10.15414/jmbfs.2020.9.5.899-906

Özcan Ateş, G. (2021). *Aspergillus* Ve İnsan Sağlığı İnsan Sağlığı Açısından Önemi. Dr. Öğr. Üyesi Onur KARAMAN (Ed.). Sağlık & Bilim: Medikal Araştırmalar-2 (s. 137–148). İstanbul: Efe Akademi.

Özcan Ateş, G. Zorba, N. N. D. & Şen, B. (2024). Biodiversity of ochratoxigenic *Aspergillus* species isolated from çavuş and karalahna grapes in Bozcaada, Türkiye. *Anatolian Journal of Botany*, *8*(1), 39–45. https://doi.org/10.30616/ajb.1395701

Pantelides, I. S., Aristeidou, E., Lazari, M., Tsolakidou, M. D., Tsaltas, D., Christofidou, M., Kafouris, D., Christou, E. & Ioannou, N. (2017). Biodiversity and ochratoxin A profile of *Aspergillus* section *Nigri* populations isolated from wine grapes in Cyprus vineyards. *Food microbiology*, 67, 106–115. https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.06.010

Pawar, N. V., Patil, V. B., Kamble, S. S., & Dixit, G. B. (2008). First Report of Aspergillus niger as a Plant Pathogen on Zingiber officinale from India. Plant Disease, *92*(9), 1368–1368. https://doi.org/10.1094/PDIS-92-9-1368C

Perrone, G., Susca, A., Cozzi, G., Ehrlich, K., Varga, J., Frisvad, J. C., Meijer, M., Noonim, P., Mahakarnchanakul, W. & Samson, R. A. (2007). Biodiversity of *Aspergillus* species in some important agricultural products. *Studies in mycology*, *59*, 53-66. https://doi.org/10.3114/sim.2007.59.07

Pitt J.I. & Hocking A.D. (2009). *Fungi and Food Spoilage*. Springer. DOI: 10.1007/978-0-378-92207-2.

Ponsone, M. L., Combina, M., Dalcero, A. & Chulze, S. (2007). Ochratoxin A and Ochratoxigenic *Aspergillus* Species in Argentinean Wine Grapes Cultivated Under Organic and Non-Organic Systems. *International Journal of Food Microbiology*, *114*, 131–135. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.07.001

Raper, K. B. & Fennell, D. I. (1965). *The genus Aspergillus*. Williams and Wilkins, Baltimore.

Rodrigues, P., Soares, C., Kozakiewicz, Z., Paterson, R. R. M., Lima, N. & Venâncio, A. (2007). Identification and

Characterization of *Aspergillus flavus* and Aflatoxins. Méndez-Villas, A. (Ed.). *Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology* (s. l527–534). Formatex

Sage, L., Garon, D. & Seigle-Murandi, F. (2004). Fungal Microflora and OchratoxinA Risk in French Vineyards. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *52*, 5764–5768. https://doi.org/10.1021/jf049497c

Sage, L., Krivobok, S., Delbos, É, Seigle-Murandi, F. & Creppy, E. E. (2002). Fungal Flora and Ochratoxin A Production in Grapes and Musts from France. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *50*, 1306–1311. https://doi.org/10.1021/jf011015z

Samson, R. A., Houbraken, J., Thrane, U., Frishad, J. C. & Andersen, B. (2010). Food and Indoor Fungi. Utrecht, The Netherland: CBS-Knaw Fungal Biodiversity Centre.

Samson, R. A., Noomin, P., Meijer, M., Houbraken, J., Frisvad, J. C. & Varga, J., (2007). Diagnostic Tools To Identify Black Aspergilli. *Studies In Mycology*, *59*, 129–145. http://dx.doi.org/10.3114/sim.2007.59.13

Samson, R. A., Visagie, C. M., Houbraken, J., Hong, S. B., Hubka, V., Klaassen, C. H., Perrone, G., Seifert, K. A., Susca, A., Tanney, J. B., Varga, J., Kocsubé, S., Szigeti, G., Yaguchi T. & Frisvad, J. C. (2014). Phylogeny, identification and nomenclature of the genus *Aspergillus*. *Studies in mycology*, *78*, 141–173. https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.07.004

Serra, R., Abrunhosa, L., Kozakiewicz, Z. & Venâncio, A. (2003). Black *Aspergillus* species as ochratoxin A producers in

Portuguese wine grapes. *International Journal of Food Microbiology*, *88*(1), 63–68. https://doi.org/10.1016/S0168-1605(03)00085-0

Serra, R., Braga, A. & Venâncio, A. (2005). Mycotoxin-Production and Other Fungi Isolated from Grapes for Wine Production, with Particular Emphasis on Ochratoxin A. *Research in Microbiology*, *156*, 515–521. https://doi.org/10.1016/j.resmic.2004.12.005

Serra, R., Mendoça, C. & Venâncio A. (2006). Ochratoxin A Occurence and Formation in Portuguese Wine Grapes at Various Stages of Maturation. *International Journal of Food Microbiology*, *111*, 35–39. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.03.007

TanÄ inovÃ, D., MaÅ, Z. & BarborÃ, Z. (2014). Species of genus *Aspergillus* on grape Slovak origin. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*, *3*(special issue 1 (Microbiology)), 291–293. https://office2.jmbfs.org/index.php/JMBFS/article/view/7615

Taniwaki, M. H., Pitt, J. I. & Magan, N. (2018). *Aspergillus* species and mycotoxins: occurrence and importance in major food commodities. *Current Opinion in Food Science*, *23*, 38–43. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.05.008

Tian, J., Wang, Y., Zeng, H., Li, Z., Zhang, P., Tessema A. & Peng X. (2015). Efficacy and Possible Mechanisms of Perillaldehyde in Control of *Aspergillus niger* Causing Grape Decay. *International Journal of Food Microbiology*, *202*, 27–34. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.02.022

Tjamos, S. E., Antoniou, P. P. & Tjamos, E. C. (2006). *Aspergillus* spp., distribution, population composition and ochratoxin A production in wine producing vineyards in Greece. *International Journal of Food Microbiology*, *111*, 61–66. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.01.044

Valero, A., Begum, M., Hocking, A. D., Marín, S., Ramos, A. J. & Sanchis V. (2008). Mycelial Growth and Ochratoxin A Production by Aspergillus Section *Nigri* on Simulated Grape Medium in Modified Atmospheres. *Journal of Applied Microbiology*, *105*, 372–379. https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2008.03760.x

Valero, A., Marín, S., Ramos, A. J. & Sanchis V. (2007). Effect of Preharvest Fungicides and Interacting Fungi on *Aspergillus carbonarius* Growth and Ochratoxin A Synthesis in Dehydrating Grapes. *Letters in Applied Microbiology*, *45*, 194–199. https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2007.02168.x

Varga, J. & Kozakiewic, Z. (2006). Ochratoxin A in Grapes and Grape Derived Products. *Trends in Food Science & Technology*, *17*, 72–81. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.10.007

Wang, Y., Zeng, X., Zhou, Z., Xing, K., Tessema, A., Zeng, H. & Tian, J. (2015). Inhibitory Effect of Nerol against *Aspergillus niger* on Grapes through a Membrane Lesion Mechanism. *Food Control*, *55*, 54–61. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.02.029

Zöllner, P. & Mayer-Helm, B. (2006). Trace Mycotoxin Analysis in Complex Biological and Food Matrices by Liquid Chromatography–Atmospheric Pressure Ionisation Mass

Spectrometry. *Journal of Chromatography A*, *1136*, 123–169. https://doi.org/10.1016/j.chroma.2006.09.055