

PEYNİRLERE KONTAMİNE OLAN KÜFLERİN BAZI ESANSİYEL YAĞLAR İLE İNHİBİSYONU

Sibel Özçakmak*1, Muhammet Dervişoğlu²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Terme Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Samsun

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Samsun

Geliş tarihi / Received: 11.04.2011

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 23.05.2011

Kabul tarihi / Accepted: 24.05.2011

Özet

Küf kontaminasyonu önemli kalite problemlerine ve peynir üreticilerine ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Peynirlerden yaygın olarak izole edilen kontamine küf türleri *Penicillium commune*, *P. verrucosum*, *P. roqueforti*, *P. palitans*, *Aspergillus flavus* ve *Geotrichum candidum* olarak belirlenmiştir. Sorbik asit veya bunların tuzları, bozulma etmeni küflerin önlenmesi için peynir yüzeylerine uygulanmaktadır. Bazı sentetik gıda katkılarının kullanımıyla ilgili gıda endüstrisi ve mevzuatı oluşturan kuruluşlar tarafından getirilen kısıtlamalar doğal antimikrobiyel bileşikler üzerine araştırmaların doğmasına neden olmuştur. Bitki ve baharat, gıdaların mikrobiyolojik güvenliğini sağlayan etkili bileşiklere sahiptir. *Salvia officinalis* (ada çayı), *Laurus nobilis* (defne), *Cinnamomum zeylanicum* (tarçın), *Thymus vulgaris* (kekik), *Cymbopogon citratus* (limon otu), *Origanum vulgare* (keklik otu) esansiyel yağları, bozulma etmeni küf florasını inhibe edebilmiştir. Thymol ve karanfil esansiyel yağlarının Çedar peynirinde *P. citrinum*, Kaşar peynirinde *A. flavus*; zeytin yaprağı ekstraktlarının, Tulum peynirinde *A. niger*, *P. citrinum* ve *P. roqueforti*, beyaz peynirde *Mucor racemosus*'un gelişimini inhibe edebildiği bildirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Peynir, kontamine küfler, esansiyel yağ

THE INHIBITION OF CONTAMINATED MOLDS BY SOME ESSENTIAL OILS IN CHEESES

Abstract

Mould contamination causes significant quality problems and economical consequences for the cheese producers. The contaminated fungi strains isolated from cheeses have been commonly determined as *Penicillium commune*, *P. verrucosum*, *P. roqueforti*, *P. palitans*, *Aspergillus flavus* and *Geotrichum candidum*. Sorbic acid or its salts are applied on surface of cheeses for inhibiting spoilage moulds. Restrictions imposed by the food industry and regulatory agencies on the use of some synthetic food additives have led to search for natural antimicrobial compounds. Herbs and spices have effective compounds to ensure microbiological safety of foods. *Salvia officinalis* (sage), *Laurus nobilis* (laurel), *Cinnamomum zeylanicum* (cinnamon), *Thymus vulgaris* (thyme), *Cymbopogon citratus* (lemon grass), *Origanum vulgare* (oregano) essential oils (Eos) could inhibit the spoilage mould flora in cheeses. It has been reported that Eos of thymol and clove inhibit the growth of *P. citrinum* in Cheddar cheese and *A. flavus* in Kashar cheese; olive leaf extracts inhibit the growth of *A. niger*, *P. citrinum*, *P. roqueforti* in Tulum cheese and *Mucor racemosus* in White cheese.

Keywords: Cheese, contaminated molds, essential oil

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ sibelo@omu.edu.tr ☎ (+90) 362 876 1318 / 114 ☎ (+90) 362 876 1317

GİRİŞ

Peynirlerde küf gelişimi, bozulmayı önleyici bazı kimyasal katkı maddeleri ile önlenmektedir. Sorbik asit ve potasyum sorbat gibi çözünebilir tuzları, yaygın olarak çözelti gıda ürünlerinde koruyucu olarak kullanılan güçlü antifungal ajanlardır (1, 2). Vakum paketlenmiş peynirlerde yüzeysel küf gelişiminin önlenmesi için kullanılmalarına rağmen, %0.3 oranında potasyum sorbat kullanımının fungal kaynaklı bulaşanları tamamen durduramadığı belirlenmiştir (3). Kimyasal gıda koruyucuları kullanımının potansiyel toksikolojik riskinden dolayı tüketicilerin talepleri giderek doğal bileşiklerin kullanımı yönünde olmuştur (4, 5). Antimikrobiyel özellikleri iyi bilinen bazı bitki-baharat veya bunların uçucu yağları uzun yıllardan beri fungal gelişimi önlemek için peynir ve benzeri gıdalarda kullanılmaktadır (1). Bazı sentetik gıda katkılarının kullanımıyla ilgili gıda endüstrisi ve mevzuat yayınlayan kuruluşlar tarafından getirilen kısıtlamalar, doğal antimikrobiyel bileşikler ve bunların türevleri gibi yeni alternatif araştırmalara sebep olmuştur (6). Peynirlerde istenmeyen küfler üzerine gelişimi durduran ve /veya önleyen bitki ekstraktları üzerine araştırmalar bulunmakla birlikte, proses aşamasında uygulamaya dayalı daha fazla çalışmalara ihtiyaç vardır.

PEYNİRLERDEN YAYGIN OLARAK İZOLE EDİLEN KONTAMİNE KÜFLER

Yaygın olarak kontamine peynirlerden izole edilen küf cinsleri (küf kültürü ile olgunlaştırılan çeşitler hariç), peynir yüzeyinde istenmeyen küf gelişimi, tat-koku, kalite, ekonomik kayıplar ve özellikle toksik sekonder metabolit üretme yeteneğinde olanların neden olabileceği önemli sağlık problemlerine yol açmaktadır (7). Salamura beyaz peynir, yarı-sert peynir, tuzlanmış veya tuzlanmamış yumuşak peynir, Kaşar peynir, Çedar peyniri, Tulum peyniri, Küflü peynir çeşitleri gibi bazı peynirlerin mikrobiyolojik kaliteleri üzerine bazı çalışmalar yapılmıştır (8-10). Peynirlerde bozulma etmeni hâkim floranın *Penicillium* sp. ve bununla birlikte *Mucor* sp., *Aspergillus* sp., *Geotricum* sp., *Rhizopus* sp., *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Trichoderma* sp. ve *Scopulariopsis* sp. cinsleri olduğu bildirilmiştir (11-27). Yaygın olarak tüketilen peynir çeşitlerinde kontaminant olarak belirlenen küf florası Çizelge 1'de

özetlenmiştir. Peynir yüzeyinde küflenmeye neden olan kontamine türler, okratoksin-A (OTA) ve sitrinin gibi mikotoksinleri üretme yeteneğine sahip olan en yaygın türler, *P. verrucosum* var. *cyclopium* (10, 14, 21, 27), *P. commune* (19) olup, *P. roqueforti* (24), *P. brevicellum* (16), *A. flavus* (18), *G. candidum* (28), *M. racemosus* (29) türlerine de rastlanmaktadır. OTA, hem insan hem kümes hayvanlarında böbrek hastalıklarına neden olan nefrotoksik bir mikotoksin çeşididir (30-33). *P. verrucosum*, tahıl-tahıl ürünleri, depolanmış taneler (34, 35), toprak (36), ekmek (37), beyaz ve kaşar peynir (38), bira ve şarap (32) ve oda sıcaklığında muhafaza edilen unlu mamullerde (39) bulunmaktadır.

PEYNİRLERDE İSTENMEYEN KÜF GELİŞİMİNİ KONTROL ETMEK İÇİN BAZI ESANSİYEL YAĞLARIN KULLANILABİLİRLİĞİ

Bitki ve baharatlar gıda kaynaklı patojenlere karşı geniş etki alanına sahip antimikrobiyel bileşiklere sahiptir. Esansiyel yağlar, gıdaların mikrobiyolojik güvenliğini sağlamak için doğal antimikrobiyel koruyucular olarak kabul edilmektedir (40, 41). Seçilmiş bazı bitki esansiyel yağları Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından "Genel olarak güvenilir-zararsız (GRAS)" tat-koku veya gıda katkıları olarak sınıflandırılmıştır (42). Bazı bitki ekstraktları veya aktif bileşikleri gıda kaynaklı patojen küflere karşı doğal fungistatik veya fungisidal bileşiklere sahiptir. Antifungal etkide önemli rol oynayan bileşikler miktar ve dağılım açısından esansiyel yağ çeşidine göre farklılık göstermektedir. Örneğin, ada çayında (*Salvia officinalis*) thujoneler, camphor ve caryophyllene (43, 44), defne ağacında (*Laurus nobilis*) eugenol, mirceno ve limonene (45, 46), tarçında (*Cinnamomum zeylanicum*) eugenol ve trans- cinnamaldehyde (47, 48), kekikte (*Thymus vulgaris*) thymol, eugenol, p-cymene ve 1,8-cineole (5, 49, 50), limon otu yağında limonene, citral in citronellal (51-54), ısırgan otunda butoxy propanol, 4-vinyl phenol, carvone, dihydroactinidiolide, 11 methyl myristate, loliolide, hexahydrofarnisyl acetone, neophytadiene, benzyl salicylate, methyl palmitate, ethyl palmitate, phytol ve gamma-sitosterol (55), fesleğende caryophyllene ve neryl acetate, sardunyada geranial (56, 57) olduğu bilinmektedir.

Çizelge 1. Peynirlerden izole edilen istenmeyen küfler ve yaygınlık durumu

Kontaminant küfler	Peynir çeşitleri	Kaynak
<i>Geotrichum candidum</i> (%29.03), <i>Mucor</i> sp. (%19.35), <i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>cyclopium</i> (%19.35), <i>P. roqueforti</i> (%16.13).	Tuzlanmış beyaz peynir	(14)
<i>Penicillium</i> (%56.8-66.7) sp.; <i>P. brevicompactum</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. paxillii</i> ve <i>P. waksmanii</i> ve <i>Aspergillus</i> (%34.4- 41.1) cinsi: <i>A. flavus</i> ve <i>A. niger</i>	Yarı sert peynir, lor peyniri, yumuşak tuzlanmış veya tuzlanmamış peynir	(15)
<i>P. brevicompactum</i> , <i>G. candidum</i> .		(16)
<i>Geotrichum</i> (%51.5), <i>Aspergillus</i> (%33.8), <i>Mucor</i> (%5.9), <i>Fusarium</i> (%2.9) ve <i>Penicillium</i> sp. (%2.9).		(13)
<i>Penicillium</i> sp. ve <i>A. flavus</i> . <i>A. flavus</i> , <i>A. niger</i> ve <i>P. viridicatum</i> . <i>P. commune</i> (%42), <i>P. solitum</i> .	Farklı bölgelerden toplanan peynir çeşitleri	(17) (18) (19)
<i>Penicillium</i> (%64.37), <i>Aspergillus</i> (%25.51), <i>Mucor</i> (%4.86), <i>Rhizopus</i> (%2.02), <i>Alternaria</i> (%1.21), <i>Fusarium</i> (%0.81), <i>Cladosporium</i> (%0.81) ve <i>Scopulariopsis</i> (%0.41).		(12)
<i>Penicillium</i> sp. (%54) <i>Penicillium</i> sp. (%90-93) ve <i>P. verrucosum</i> var. <i>cyclopium</i> (%45-48).	Kaşar (Kaşkaval) peyniri	(20) (21)
<i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Mucor</i> , <i>Rhizopus</i> ve <i>Geotrichum</i> sp.		(22)
<i>Penicillium</i> (%37.78), <i>Aspergillus</i> (%34.42), <i>Scopulariopsis</i> (%16.39), <i>Cladosporium</i> (%13.12), <i>Mucor</i> (%3.23).		(23)
<i>P. roqueforti</i> (baskın fungal kontaminant) <i>Cladosporium cladosporioides</i> .	Çedar peyniri	(24) (25)
<i>Penicillium</i> sp. (%89.2- 98.1) (çoğunlukla <i>P. palitans</i> türü)	Jarlsberg ve Norveç peyniri	(26)
<i>Penicillium</i> sp. (%65)	Van otlı peyniri ve salamura beyaz peynirler	(11)
<i>Penicillium</i> genus (%85), <i>P. roqueforti</i> (%25.71), <i>P. verrucosum</i> var. <i>cyclopium</i> (%20.0), <i>G. candidum</i> (%8.57), <i>M. racemosus</i> (%5.71).	Tulum peyniri	(21, 27)
<i>Penicillium</i> sp. (%70.25) ve diğer cinsler; <i>Alternaria</i> , <i>Acremonium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Geotrichum</i> , <i>Mucor</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Trichoderma</i> .	Küflü peynir	(9)

Esansiyel yağların bazı peynir çeşitleri üzerinde antifungal etkisi üzerine yapılan bazı araştırmalar, dikkate değer bir azalma ve/veya inhibisyon etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Vazquez ve ark. (58) eugenol ve thymol'ün farklı İspanya peynirleri ve kültür ortamında *P. citrinum*'un sentezlediği sitrinin üretimi ve gelişimi üzerine antifungal etkisini araştırmıştır. 200 µg/ml eugenol'ün *P. citrinum*'un gelişimini tamamen önlediği ve 100 µg/ml

eugenol'ün üzerindeki konsantrasyonlarda sitrinin tespit edilemediğini ortaya koymuştur. Wendorff ve ark. (59) ve Wendorff ve Wee (60) Çedar peynirinde fenolik bileşikler kullanımının, bozulma etmeni küf florasının gelişimini durdurduğunu ve yüksek konsantrasyonlarda thymol'ün fungal gelişim ve mikotoksin üretimini engelleyici etkiye sahip olduğunu bildirmiştir.

P. verrucosum, *P. verrucosum* var. *chrysogenum*, *P. citrinum*, *P. italicum*, *P. digitatum* üzerine *Thymus vulgaris*, *T. rariflorus* veya bunların aktif bileşiklerinin (57, 58, 61) ve turunçgil türevli yağların (56) güçlü fungistatik ve/veya fungisidal etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. *Penicillium* türlerine karşı antifungal etkili esansiyel yağlar Çizelge 2'de özetlenmiştir.

Bazı esansiyel yağlar veya etkili bileşiklerinin kimyasal ajanlar yerine *P. verrucosum*, *P. citrinum*, *P. expansum* gibi peynirde istenmeyen küflerin önlenmesi için kullanılabilirliği sonucu ortaya çıkmaktadır. *Aspergillus* cinsi küflerin gelişimi üzerine etkili pek çok bitki-baharat mevcuttur (66). Salamura peynir (İran beyaz peyniri) ve sentetik ortamda *Zataria multiflora* esansiyel yağının *A. flavus* ATCC 15546'nın gelişimi ve aflatoksin üretimi üzerine etkisi üzerine yapılan bir araştırmada, test edilen tüm yağ derişimlerinin (50, 100, 200, 400, 600 ve 1000 ppm) fungal gelişim ve aflatoksin üretimini engellediği görülmüştür (69). *Rosmarinus officinalis* (70) ve *Thymus vulgaris* (71), *A. parasiticus* gelişimini ve aflatoksin üretimini güçlü bir şekilde engellemiştir. Kontamine peynirde görülen diğer cinsler; *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *Trichoderma* sp. ve *Cladosporium* sp., kekik esansiyel yağına hassas bulunmuştur (72).

SONUÇ

Esansiyel yağlar ve bileşikleri pek çok gıda, içecek ve şekerleme ürünlerinde aroma katkısı olarak kullanılmaktadır. Bu bileşiklerin çoğu GRAS olarak sınıflandırılmıştır (45). Küf gelişimi ve toksin üretimini önlemek için doğal fenolik bileşiklere olan ilgi giderek artmaktadır (4). Bunda tüketici eğilimleri etkili olmaktadır. Fenolik bileşikler, gıda endüstrisinde antifungal ajan olarak toksik riski olmaksızın kullanılabilir (43, 73). Mikrobiyel gelişimin engellenmesi için fenolik bileşikler ile proteinler arasında etkileşim nedeni ile gıdalarda, kültür ortamlarına göre genellikle daha yüksek seviyelerde esansiyel yağ ilavesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bazı esansiyel yağların gıda katkı düzeylerinde ilavesinin küf inhibitörü olarak etkili olduğu bilinmektedir (61). Küf kültürüyle oluşturulan peynirlerde esansiyel yağların kullanımı ile istenmeyen küf florası üzerine antifungal etki ve aynı zamanda sağlık riski oluşturan mikotoksin üretimini engelleyebildiği bazı çalışmalarla ortaya konmuştur. Ancak, esansiyel yağ kullanımının ekonomik maliyeti, duyuusal etkileri ve gıda model sistemleri üzerinde uygulanabilirliği üzerine daha fazla çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Esansiyel yağların, peynir gibi gıda model sistemlerinde küf gelişiminin kontrolünde doğal bir in-

Çizelge 2. Bazı kontaminant *Penicillium* türlerinin gelişimini önleyen esansiyel yağ çeşitleri

<i>Penicillium</i> türleri	Esansiyel yağ /etkili bileşikler	Kaynak
<i>P. verrucosum</i>	Zeytin yaprağı	(12)
	Tarçın ve karanfil	(35, 47)
	Kekik	(47, 57)
	Greyfurt, limon, (<i>Cymbopogon citratus</i> , <i>Ocimum gratissimum</i>)	(56, 57)
	Defne yaprağı	(35)
<i>P. italicum</i>	<i>Salvia officinalis</i>	(43)
	Thymol, 2-allylphenol, carvacrol, limonene, citral ve citronellal	(62)
<i>P. digitatum</i>	Thymol, 2-allylphenol, carvacrol, limonene, citral ve citronellal	(62)
	Kekik otu, kekik	(63)
	Kekik ve karanfil	(4)
<i>P. chrysogenum</i>	<i>Thymus rariflorus</i> ve <i>T. serpyllum</i>	(64)
	Greyfurt, limon	(56)
	Defne yaprağı, buhur, kakule	(46)
<i>P. citrinum</i>	Eugenol ve thymol	(58)
	Fenolik bileşikler	(59, 60)
<i>P. ulaiense</i>	Thymol, 2-allylphenol, carvacrol, limonene, citral ve citronellal	(62)
<i>P. roqueforti</i>	Tarçın	(65, 66)
	Karanfil	(65)
<i>P. notatum</i>	Carvacrol, cinnamaldehyde ve isothiocyanate	(67)
<i>P. commune</i>	Tarçın	(68)

hibitör olarak etkin rol oynadığı görülmektedir. İstenmeyen küflerin inhibisyonu için peynirlerin yüzeyine bazı esansiyel yağların uygulaması gelecek yıllarda kimyasal kullanımı yerine alternatif bir koruma sağlayabilecektir (58, 74-77).

KAYNAKLAR

1. Leung AY. 1978. *Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used in Food, Drugs and Cosmetics*, 309–311, Wiley, New York.
2. Coma V. 2008. Bioactive packing technologies for extend shelf life of meat-based products. *Meat Sci* 78, 90-103.
3. Bullerman LB, Lieu FY, Seier SA. 1977. Inhibition of growth and aflatoxin production by cinnamon and clove oils, cinnamic aldehyde and eugenol. *J Food Sci* 42 (4): 1107–1109.
4. Yahyazadeh M, Omidbaigi R, Zare R, Taheri H. 2008. Effect of some essential oils on mycelial growth of *Penicillium digitatum* Sacc. *World J Microbiol Biotechnol* 24:1445–1450.
5. Sipailiene A, Venskutonis PR, Baranauskiene R. 2006. Antimicrobial activity of commercial samples of thyme and marjoram oils. *J Essent Oil Res* 18: 698-703.
6. Samapundo S, Meulenaer BDe, Osei-Nimoh D, Lamboni Y, Debevere J, Devlieghere F. 2007. Can phenolic compounds be used for the protection of corn from fungal invasion and mycotoxin contamination during storage? *Food Microbiol* 24: 465–473.
7. Kure CF, Wasteson Y, Brendehaug J, Skaar I. 2001. Mould contaminants on Jarlsberg and Norvegia cheese blocks from four factories. *Int J Food Microbiol* 70: 21–27.
8. Özdemir C, Demirci M. 2006. Selected Microbiological Properties of Kashar Cheese Samples Preserved with Potassium Sorbate. *Int J Food Prop* 9: 515–521.
9. Hayaloğlu AA, Kirbağ S. 2007. Microbial quality and presence of moulds in Kuflu cheese. *Int J Food Microbiol* 115: 376-380.
10. Kamber U. 2008. The Traditional Cheeses of Turkey: Cheeses Common to All Regions. *Food Rev Int* 24: 1-38.
11. Kıvanç M. 1990. Mold growth and presence of aflatoxin in some Turkish cheese. *J Food Safety* 10: 287-294.
12. Korukluoğlu M, Sahan Y, Yiğit A. 2007. Antifungal properties of olive leaf extracts and their phenolic compounds. *J Food Safety* 28: 76-87.
13. Torkar KG, Vengust A. 2008. The presence of yeasts, moulds and aflatoxin M1 in raw milk and cheese in Slovenia. *Food Control* 19: 570-577.
14. Demirer MA. 1974. A study of moulds isolated from certain cheeses and their ability to produce aflatoxins. *J. Ankara Üniv Vet Fac* 21 (1-2): 29-35.
15. Nasser LA. 2001. Fungal contamination of white cheese at the stage of consumption in Suudi Arabia, Pakistan. *J Biol Sci* 4(6): 733-735.
16. Kure CF, Skaara I, Brendehaug J. 2004. Mould contamination in production of semi-hard cheese. *Int J Food Microbiol* 93: 41– 49.
17. Scott PM. 1980. Toxins of *Penicillium* species used in cheese manufacture. *J Food Protect* 44: 702-710.
18. Hassanin NI. 1993. Detection of mycotoxigenic fungi and bacteria in processed cheese in Egypt. *Int Biodeter Biodegr* 31: 15-23.
19. Lund F, Filtenborg O, Frisvad JC. 1995. Associated mycoflora of cheese. *Food Microbiol* 12:173-180.
20. Alperden I. 1978. Hayvansal ürünlerde mikotoksin araştırmaları ve kalite kontrol esasları. *TÜBİTAK-MAM Bilimsel End. Araşt. Enst.* 31:129.
21. Aran N, Eke D. 1987. Kaşar peynirlerinde tüketim aşamasında küf florasının ve kontaminasyon düzeyinin belirlenmesi. *Gıda Sanayi* (1).
22. Kıvanç M. 1992. Fungal contamination of Kashar cheese in Turkey. *Nahrung/Food* 36(6): 578-583.

23. Rusu V, Sindilar E. 2004. Research concerning the contamination of Cascaval cheese with fungi. *Medicina Veterinara*, Universitatea de Stiinte Agricole si Medicina Veterinara "Ion Ionescu de la Brad" Iasi. 47 (6): 274-277.
24. Tsai WYJ, Liewen MB, Bullerman LB. 1988. Toxicity and sorbate sensitivity of molds isolated from surplus commodity cheeses. *J Food Protect* 51: 457-462.
25. Hocking AD, Faedo M. 1992. Fungi causing thread mould spoilage of vacuum packaged Cheddar cheese during maturation. *Int J Food Microbiol* 16: 23-30.
26. Kure CF, Skaar I. 2000. Mould growth on the Norwegian semi-hard cheeses Norvegia and Jarlsberg. *Int J Food Microbiol* 62: 133-137.
27. Bostan K. 1996. Sensory, chemical and microbiologic features of Tulum Cheese kept in various packages. In: All aspects of cheese. *Hasat Press Inc. Istanbul*, 255-259.
28. Arevalo MP, Rodriguezavarez C, Arias A, Sierra A. 1996. Occurrence of molds in fresh cheese. *J Food Quality* 19: 251.
29. Topal S. 1987. The preserving of surface moulding in cheese with preservative matter. TÜBİTAK-MAE, Gebze-Turkey.
30. Larsen TO, Svendsen A, Smedsgaard J. 2001. Biochemical characterization of ochratoxin A-producing strains of the genus *Penicillium*. *Appl and Environ Microb* 67:3630-3635.
31. Frisvad JC, Thrane U. 2000. Mycotoxin production by common filamentous fungi: In: Samson RA, Hoekstra S, Frisvad JC, Filtenborg O. (Eds.), Introduction to Food and Airborne Fungi. *Centraalbureau voor Schimmelcultures Utrecht*, 321-331.
32. Mateo R, Medina A, Mateo EM, Mateo F, Jimenez M. 2007. An overview of ochratoxin A in beer and wine. *Int J Food Microbiol* 119: 79-83.
33. Cabanas R, Bragulat MR, Abarca ML, Castella G, Cabanes FJ. 2008. Occurrence of *Penicillium verrucosum* in retail wheat flours from the Spanish market. *Food Microbiol* 25: 642-647.
34. Pitt JI. 1987. *Penicillium viridicatum*, *Penicillium verrucosum*, and production of ochratoxin A. *Appl and Environ Microb* 53: 266-269.
35. Aldred D, Cairns-Fuller V, Magan N. 2008. Environmental factors affect efficacy of some essential oils and resveratrol to control growth and ochratoxin A production by *Penicillium verrucosum* and *Aspergillus westerdijkiae* on wheat grain. *J Stored Prod Res* 44: 341-346.
36. Elmholt S, Labouriau R, Hestbjerg H. 1999. Detection and estimation of conidial abundance of *Penicillium verrucosum* in soil by dilution plating on a selective and diagnostic agar medium (DYSG). *Mycol Res* 103 (7): 887-895.
37. Arroyo M, Aldred D, Magan N. 2005. Environmental factors and weak organic acid interactions have differential effects on control of growth and ochratoxin A production by *Penicillium verrucosum* isolates in bread. *Int J Food Microbiol* 98: 223-231.
38. Abramson D. 1997. Toxicants of the genus *Penicillium*. In: Felix D'Mello, JP (Ed). *Handbook of Plant and Fungal Toxicants*, CRC Press, Boca Raton, 303-317.
39. Legan JD. 1993. Mould spoilage of bread: the problem and some solutions. *Int Biodeter Biodegr* 32: 35-53.
40. Nasar-Abbas SM, Halkman AK. 2004. Antimicrobial effect of water extract of Sumac (*Rhus coriaria* L.) on the growth of some food borne bacteria including pathogens. *Int J Food Microbiol* 97: 63-69.
41. Abyaneh MR, Shams-Ghahfarokhi M, Rezaee MB, Jaimand K, Alinezhad S, Saberi R, Yoshinari T. 2009. Chemical composition and antiaflatoxin activity of *Carum carvi* L., *Thymus vulgaris* and *Citrus aurantifolia* essential oils. *Food Control* 20:1018-1024.
42. Burt S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods- A review. *Int J Food Microbiol* 94: 223-253.
43. Pinto E, Salgueiro LR, Cavalerio C, Palmeira A, Gonçalves MJ. 2007. In vitro susceptibility of some species of yeasts and filamentous fungi to essential oils of *Salvia officinalis*. *Ind Crop Prod* 26: 135-141.

44. Gutierrez J, Barry-Ryan C, Bourke P. 2008. The antimicrobial efficacy of plant essential oil combinations and interactions with food ingredients. *Int J Food Microbiol* 124: 91–97.
45. Guynot ME, Ramos AJ, Seto L, Purroy P, Sanchis V, Marin S. 2003. Antifungal activity of volatile compounds generated by essential oils against fungi commonly causing deterioration of bakery products. *J Appl Microbiol* 94: 893–899.
46. Kalemba D, Kunicka A. 2003. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr Med Chem* 10: 813–829.
47. Cairns R, Magan, N. 2003. Impact of essential oils on growth and ochratoxin A production by *Penicillium verrucosum* and *Aspergillus ochraceus* on a wheat-based substrate. In: Credland P, Armitage DM, Bell CH, Cogan PM, Highley E. (Eds.), *Advances in stored product protection. Proceedings of the Eight International Working Conference on Stored Product Protection*, 22–26 July 2002, New York, UK CAB Int, 479–485.
48. Wang R, Wang R, Yang B. 2009. Extraction of essential oils from five cinnamon leaves and identification of their volatile compound compositions. *Innovative Food Sci and Emerging Tech* 10: 289–292.
49. Quttara B, Simard RE, Holley RA, Piette GJP, Bégin A. 1997. Antibacterial activity of selected fatty acids and essential oils against six meat spoilage organisms. *Int J Food Microbiol* 37: 155–162.
50. Rasooli I, Mohammad BR, Allameh A. 2006. Growth inhibition and morphological alterations of *Aspergillus niger* by essential oils from *Thymus ericalyx* and *Thymus x-parlock*. *Food Control* 17: 359–364.
51. Mishra H, Batra S, Mishra D. 1988. Fungitoxic properties of the essential oils of *Citrus limon* (L.) Burm. against a few dermatophytes. *Mycoses* 31: 380–382.
52. Fisher K, Phillips C. 2008. Potential antimicrobial uses of essential oils in food: Is citrus the answer? *Trends Food Sci and Tech* 19 (3): 156–164.
53. Tzortzakis NK, Economakis CD. 2007. Antifungal activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) essential oil against key postharvest pathogens. *Innovative Food Sci and Emerging Tech* 8: 253–258.
54. Iordache A, Culea M, Gherman C, Cozar O. 2008. Characterization of some plant extracts by GC-MS. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B (article in press)*.
55. Şahin F, Güllüce M, Daferera D, Sökmen A, Sökmen M, Polissiou M, Agar G, Ozer H, 2004. Biological activities of the essential oils and methanol extract of *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* in the Eastern Anatolia region of Turkey. *Food Control* 15: 549–557.
56. Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-Lopez J, Pérez-Alvarez J. 2008. Antifungal activity of lemon (*Citrus lemon* L.), mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. *Food Control*, 1130–1138.
57. Nguefack J, Lekagne Dongmo JB, Dakole CD, Leth V, Vismar HF, Torp J, Guemdjom EFN, Mbeffo M, Tamgue O, Fotio D, Amvam Zollo PH, Nkengfack AE. 2009. Food preservative potential of essential oils and fractions from *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* and *Thymus vulgaris* against mycotoxigenic fungi. *Int J Food Microbiol*, 131: 151–156.
58. Vazquez BI, Fente C, Franco CM, Vázquez MJ, Cepeda A. 2001. Inhibitory effects of eugenol and thymol on *Penicillium citrinum* strains in culture media and cheese. *Int J Food Microbiol* 67: 157–163.
59. Wendorff WL, Riha WR, Muehlenkamp E. 1993. Growth of molds on cheese treated with heat or liquid smoke. *J Food Protect* 56: 963–966.
60. Wendorff WL, Wee CH. 1997. Effect of smoke and spice oils on growth of molds on oil-coated cheeses. *J Food Protect* 60(2): 153–156.
61. Akgül A, Kıvanç M. 1989. Antimicrobial effects of species, sorbic acid and sodium chloride. *Turk J Agric For* 13: 1–9.

62. Scora KM, Scora RW. 1998. Effect of volatiles on mycelium growth of *Penicillium digitatum*, *P. italicum* and *P. ulaiense*. *J Basic Microb* 38 (5-6): 405-413.
63. Daferera D, Ziogas B, Polissio M. 2000. GC-MAS analysis of essential oils from some Greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. *J Agric Food Chem* 48:2576-2581.
64. Akgül A, Kivanç M. 1988. Inhibitory effect of six Turkish thyme like spices on some common food-borne bacteria. *Die Nahrung* 32: 201-203.
65. Matan N, Rimkeeree H, Mawson AJ, Chompreeda P, Haruthaithanasan V, Parker M, 2006. Antimicrobial activity of cinnamon and clove oils under modified atmosphere conditions. *Int J Food Microbiol* 107: 180-185.
66. Lopez-Malo A, Barreto-Valdivieso J, Palou E, San Martin F. 2007. *Aspergillus flavus* growth response to cinnamon extract and sodium benzoate mixtures. *Food Control* 18:1358-1362.
67. Tunc S, Chollet E, Chalier P, Preziosi-Belloy L, Gontard N. 2007. Combined effect of volatile antimicrobial agents on the growth of *Penicillium notatum*. *Int J Food Microbiol* 113: 263-270.
68. Nielsen PV, Rios R. 2000. Inhibition of fungal growth on bread by volatile components from spices and herbs, and the possible application in active packaging, with special emphasis on mustard essential oil. *Int J Food Microbiol* 25;60(2-3):219-229.
69. Gandomi H, Misaghi A, Basti AA, Bokaei S, Khosravi, Abbasifar A, Javan AJ. 2009. Effect of *Zataria multiflora* Boiss. essential oil on growth and aflatoxin formation by *Aspergillus flavus* in culture media and cheese. *Food Chem Toxicol*, 47: 2397-2400.
70. Rasooli I, Fakoor MH, Yadegarinia D, Gachkar L, Allameh A, Rezaei MB. 2008. Antimycotoxigenic characteristics of *Rosmarinus officinalis* and *Trachyspermum copticum* L. essential oils. *Int J Food Microbiol* 122: 135-139.
71. Kumar R, Mishra AK, Dubey NK, Tripathi YB. 2008. Evaluation of *Chenopodium ambrosioides* oil as a potential source of antifungal, antiaflatoxigenic and antioxidant activity. *Int J Food Microbiol* 115: 159-164.
72. Klaric SM, Kosalec J, Mastelic J, Pieckova E, Pepeljnak S. 2007. Antifungal activity of thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil and thymol against moulds from damp dwellings. *Lett Appl Microbiol* 44: 36-42.
73. Schmidt-Heydt M, Baxter E, Geisen R, Magan N. 2007. Physiological relationship between food preservatives, environmental factors, ochratoxin and otaPKS_{PV} gene expression by *Penicillium verrucosum*. *Int J Food Microbiol* 119: 277-283.
74. Ultee A, Gorris LGM, Smid EJ. 1998. Bactericidal activity of carvacrol towards the food borne pathogen *Bacillus cereus*. *J Appl Microbiol*, 85: 2111-2218.
75. Bagamboula CF, Uyttendaele M, Debevere J. 2004. Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and p-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. *Food Microbiol*, 21: 33-42.
76. Jarvis B. 1983. Mould and mycotoxins in mouldy cheeses. *Microbiol Aliments Nutr*, 1: 187-191.
77. Bullerman H, Gourma LB. 1987. Effects of oleuropein on the growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus*. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 20: 226-228.