

ET VE ET ÜRÜNLERİNDE BAHARATIN ANTIOKSİDAN VE ANTIMİKROBİYAL AKTİVİTESİ*

ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF SPICES IN MEAT AND MEAT PRODUCTS

Betül VAZGEÇER, Hasret ULU, Aydın ÖZTAN¹

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

ÖZET: Antioksidan ve antimikrobiyal etkiye sahip maddelerin ete eklenmesi etin kalitesini sağlamak, depolama süresini uzatmak ve ekonomik kayıpları engellemek açısından gerekli görülmektedir. Bu nedenle sahip olduğu antimikrobiyal ve antioksidan özelliğinden dolayı baharat; et ürünlerinde kullanılan katkıları içerisinde önemli bir yer tutmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Et ve et ürünleri, baharat, antioksidan aktivite, antimikrobiyal aktivite

ABSTRACT: The addition of compounds possessed antioxidant and antimicrobial activities is a necessity to obtain quality, extent the self-life and prevent economic losses of meat. Due to the antioxidant and antimicrobial properties of spices/herbs/plant, they have very important role within food additives especially used in meat and meat products.

Keywords: Meat and meat products, spices, antioxidant activity, antimicrobial activity

GİRİŞ

Mikrobiyolojik bozulmanın yanı sıra, lipid oksidasyonu gıdalardaki başlıca bozulma tiplerinden birisidir. Eteki lipid oksidasyonu hücreye ait biyolojik zarlardaki yüksek doymamış fosfolipid parçalarında başlar. Peroksidasyon işlemi sırasında oluşan lipid peroksitler yeni serbest radikallere ve diğer radikal olmayan bileşiklere parçalanarak etin tekstür, renk, flavor, koku, beslenme değeri (vitamin ve temel amino asit kaybı) ve raf ömrünü olumsuz yönde etkilerler (McCarty, Kerry, Kerry, Lynch and Buckley 2001a). Lipid oksidasyonunun; antioksidanların kullanımı ile kontrol edilebildiği veya etkisinin en aza indirilebildiği pek çok çalışmada belirlenmiştir. Ancak antioksidanlar ransid yağların oksidasyonunu geri çeviremez veya enzimatik oksidasyonu da baskılayamazlar (Barbosa-Canovas, Pothakamury, Palou and Swanson 1998).

Bütillenmişhidroksitoluen (BHT) ve bütillenmişhidroksianizol (BHA), propylgallate, tertiarybuthyatedhydroxyquinone (TBHQ) gibi yapay antioksidanlar gıda koruyucu maddesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar. Deney hayvanları üzerinde yapılan çeşitli araştırmalar sonucunda; toksijenik ve kanserojenik etkileri tesbit edildiğinden yapay antioksidanların gıdalarda kullanımı katı denetimlere/kurallara bağlanmıştır. Bu nedenle; gıdalarda yapay antioksidanlara alternatif olarak doğal kaynaklardan izole edilen organik antioksidanların kullanımı araştırmalara ciddi bir şekilde konu olmuştur (McCarty et al. 2001a, Bekhit, Geesink, Ilian, Morton and Bickers-taffe 2003).

Yapay Antioksidanlar

Pek çok bileşik, antioksidan olarak aktif olmasına karşın, sadece birkaçının kullanımı güvenilirdir. Bunların çoğu fenolik maddelerin türevleridir ve genellikle birden fazla hidroksi veya metoksi grup süstitütedirler.

* Türkiye 8. Gıda Kongresinde sunulmuştur.

¹ E-posta: oztan@hacettepe.edu.tr

Yapay fenolik antioksidanlar çoğunlukla p-sübstitiye, doğal fenolik bileşikler ise çoğunlukla o-sübstitiyedirler. m-sübstitiye bileşikler ise inaktiftirler. p-sübstitiye maddeler daha düşük toksisiteye sahip olduklarından tercih edilirler. Hayvansal ve bitkisel yağlardaki çözünürlüklerini arttırmak ve toksisitelerini azaltmak için yapay fenolik antioksidanlar çoğunlukla alkily sübstitiyedirler. BHA ve BHT gibi fenolik antioksidan karışımları genellikle sinerjik etki gösterirler. Fenolik antioksidanların çoğu antioksidan aktivitesine ek olarak antimikrobiyal etkiye de sahiptirler (Rahman 1999).

Otoksidasyonda oluşan hidroperoksitler parçalanarak serbest radikalleri ve bunlar da ileri oksidasyon reaksiyonlarını başlatırlar. Yağlı gıdaların raf ömrünü yavaş oksidasyon periyodu belirler. Depolamanın başlangıcındaki en yavaş oksidasyon basamağına indüksiyon periyodu denir. İndüksiyon periyodu, antioksidan eklenmesiyle uzatılabilir. Antioksidanlar depolama boyunca aktif olmalarına rağmen oksidasyon reaksiyonlarını tam olarak durduramayabilirler (Rahman 1999).

Doğal Antioksidanlar

Son yıllarda tüketiciler doğal antioksidan kullanılan gıdaları tercih etmektedirler. Yapılan çalışmalar, doğal antioksidanların daha az yasal düzenlemeye ihtiyaç duyduğunu ortaya koymaktadır. Hemen hemen tüm bitkiler, mikroorganizmalar, funguslar ve hatta bazı hayvansal dokular çeşitli tiplerde antioksidan madde içermektedirler. Doğal antioksidanların çoğu fenolik yapıda bileşiklerdir.

Et ve et ürünlerinde baharat ya tüm halde ya da ekstrakt olarak kullanılır. Baharat ekstraktları elde etmek için metanol, petrol eteri, etanol, hekzan, aseton gibi organik çözücüler kullanılmaktadır. Çözücüye göre baharattan elde edilen yağ bileşeni değişmektedir. Bu nedenle baharatın bütün haliyle, ekstraktları farklı antioksidatif etkilere sahiptir. Saf haldeki ekstraktlar hem daha pahalıdır hem de yasal düzenlemelere ihtiyaç duyarlar. Baharat, kullanıldığı miktara bağlı olarak gıdanın flavörünü değiştirir. Ancak su buhar destilasyonu ile esansiyel yağların uzaklaştırılmasıyla deodorize edilmiş baharat, flavör etkilemeksizin kullanılabilir. Isıl işlem pek çok baharatın antioksidatif etkisinde azalmaya neden olmaktadır (Madsen ve Bertelsen 1995). Sinerjistler tek başlarına antioksidan etki göstermeyip antioksidanların aktivitelerini arttıran maddelerdir. En sık kullanılan sinerjistler polivalent inorganik asit (fosforik asit) veya organik asitlerdir. Askorbik asit en iyi bilinen ve en sık kullanılan sinerjisttir. Bunu sitrik asit, tartarik asit, malik asit ve değişik amino asitler takip eder (Rahman 1999).

Baharatın Antioksidan Aktivitesi

Karnosol (renksiz, tatsız, fenolik, diterpenik lakton) ve karnosik asit biberiye ve adaçayıda bulunan antioksidan etkiye sahip bileşiklerdir. Rosmanol, epirosmanol, isorosmanol ve rosmarinik asit ve ayrıca diterpen yapıda olan rosmaridifenol ve rosmarikinon biberiyede bulunan diğer bileşiklerdir (Nassu, Gonçalves, da Silva ve Beserra 2003). Kullanıldıkları gıdalara bağlı olmakla birlikte genellikle karnosik asit ve rosmanol karnosolden daha iyi antioksidan aktivite göstermektedirler. Ayrıca karnosol ve karnosik asit peroksi radikallerle reaksiyona girerek peroksidasyonu inhibe etmede propilgallata göre daha etkilidirler. Hidroksi grupların metillenmesi antioksidatif etkiyi elimine eder. Bu da hidroksi grupları ile antioksidatif etki arasında bir korelasyon olduğunu gösterir. Suda çözünen, peptit yapıda olan turmerin, yağda çözünen kurkumin ve renksiz, ısıya dirençli, kurkumine benzeyen tetrahidrokurkumin zerdeçalda bulunan antioksidatif etkiye sahip bileşiklerdir. Kurkumin ayrıca zencefilde de bulunur (Madsen vd 1995). Kafeik asit ve rosmarinik asitin fenolik türevleri yabani mercanköşkdeki, gallik asit ve öjenol de karanfildeki en aktif maddelerdir. Gıdalarda flavor olarak kullanılan vanilin kuru karışımlarda bile yüksek antioksidan özelliğe sahip bir baharattır (Madhovi, Deshpande and Salunkhe 1996).

Ette askorbat ve E vitaminin kullanımı birçok araştırmaya konu olmuştur. Ancak taze ete askorbatın direkt kullanımı yasaktır ve askorbik asitin hayvan yemlerine etin oksidatif stabilitesini arttırmak için eklenmesi de kuşkuludur. Diğer taraftan E vitamini, yağda çözünen oldukça etkili, güvenilir bir antioksidan olarak bilinmektedir (Bekhit vd 2003).

Sığır patilerinde oksidatif proses ve metmyoglobin (MetMb) indirgeme aktivitesi üzerine antioksidanların etkisinin araştırıldığı çalışmada; resveratrol, karnosin, kuersetin ve rutin kullanılmıştır. Karnosin çeşitli oksidatif model sistemlerde reaktif madde olan tiyobarbitürik asit (TBA) oluşumunu inhibe eder. Resveratrol lipoksigenazı inhibe eder ve ortamdaki serbest radikalleri toplar. Böylece ete resveratrol uygulanması et renginin korunmasını ve raf ömrünün uzamasını sağlar. Resveratrol oksidasyonu geciktiren en iyi antioksidan olarak belirlenmiştir (Bekhit vd 2003).

Taze ve dondurulmuş (-20°C) domuz etinde çeşitli baharat örneklerinin antioksidan etkisinin belirlendiği çalışmada; teacatechins (% 0,25), biberiye (% 0,10) ve adaçayı (% 0,05)'nin donmuş domuz etinden üretilen patilerdeki lipid oksidasyonunu en etkili şekilde engellediği tesbit edilmiştir. Etin en yüksek kırmızı rengi (Hunter a değeri) taze domuz etinden yapılan patilerde soya proteini (% 0,1), donmuş sığır etinden yapılan patilerde ise çemen otu (% 0,01) ile elde edilmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalarda Kanner vd (1994); dondurma işleminin oksidasyonu yavaşlattığını ancak inhibe etmediğini belirtmişlerdir. Oksidasyon sonucu oluşan serbest radikaller düşük sıcaklıklarda daha stabildirler ve dokularda daha uzaklara diffüze olarak reaksiyonu artırırlar. Benzer şekilde Buckley ve ark. (1995); parçalanma, yeniden yapı kazandırma, pişirme veya dondurma işlemleri sırasında hücreler zarar gördüklerinden oksidasyon işleminin kolaylaştığını ifade etmişlerdir. Genel olarak başlangıç oksidasyon seviyesi donmuş etlerde taze etlere göre daha yüksek çıkmıştır ve oksidasyon daha hızlı artmıştır. Taze etlerde oksidasyon seviyesi daha uzun süre daha düşük seviyelerde kalmıştır (McCarty, Kerry, Lynch ve Buckley 2001b).

Antioksidan olarak biberiye ekstraktları et ürünlerinde (hindi sosisi, tavuk ve domuz frankfurter, sığır, balık ürünleri, düşük yağlı sığır jelleri vb) kullanılmaktadır. Keçi etinden yapılmış fermente ürünlerde en iyi oksidatif stabilite % 0,05 biberiye ekstraktı ilavesiyle sağlanmıştır (Nassu vd 2003). Çeşitli antioksidan çözeltilerine batırılarak modifiye atmosferde (MA) paketlenip 1°C'de depolanmış taze sığır bifteklerinde C vitamini ile biberiye ve taumarin kombinasyonları örneklerin raf ömrünü 10 gün uzatmıştır. Biberiye, oksidasyonu geciktiren en etkili, α -tokoferol ise en etkisiz antioksidan olarak bulunmuştur (Djenane, Escalante, Beltran ve Roncales 2002). Doğal antioksidan olarak taurin, karnosin, biberiye ve askorbik asit tek tek ve askorbik asit ile kombine kullanılıp MA paketlenen sığır patilerinde, biberiye ve biberiye+askorbik asit MetMb oluşumunu ve lipid oksidasyonunu en iyi inhibe etmiştir. Diğer taraftan taurine hiç bir antioksidatif etki göstermemiştir (Sanchez-Escalante, Djenane, Torrescano, Beltran ve Roncales 2001). Çiğ domuz etleri, ön ısıl işlemden önce veya sonra biberiye ekstraktı ilave edilerek ısıl işlemle sterilize edilmiş ve oda sıcaklığında depolanmışlardır. Biberiye ekstraktı ilave edip etmemeye bağlı olmaksızın ön pişirme TBA değerinde bir miktar artışa neden olmuştur. Antioksidanın ön pişirmeden sonra ilave edilmesi önce ilave edilmesine göre oksidasyonu engellemede daha etkili bulunmuştur (Güntensperger, Hammerli-Meier ve Escher 1998).

Kurutulmuş fermente ürünlerde kırmızı biber ve sarmısak; nitrat, nitrit ve askorbik asit karışımı kadar etkili bir antioksidan etki göstermiştir (Aguirrezabal, Mateo, Dominguez ve Zumalacarregui 2000).

Sarmısak ve soğandan elde edilen iki adet lipofilik (diallylsulfide-DAS, diallyldisulfit-DADS) ve iki adet hidrofilik organosülfür (s-etilsistein -SEC, n-asetil sistein-NAC) bileşiğin antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesinin araştırıldığı çalışmada; organosülfür bileşiklerin α -tokoferole göre daha etkili olduğu bulunmuştur. SEC ve NAC antioksidan etki bakımından DAS ve DADS'e göre daha iyi sonuç vermiştir. Çünkü SEC ve NAC hidrofilik bileşiklerdir ve suda oluşan serbest radikallerle daha etkili bir şekilde reaksiyona girerler. Böylece SEC ve NAC myoglobin protein yapısını stabilize ederek oksimiyoglobin stabilitesini de arttırmıştır. Diğer taraftan; DAS ve DADS, *S. typhimurium*, *E. coli* O157:H7 (EHEC), *L. monocitogenes*, *S. aureus* ve *C. jejuni*'nin gelişimini inhibe etmiştir (Yin ve Cheng 2003).

Domuz patilerine antioksidan olarak garlik asit, sesamol, L-karnosin, α -tokoferol ve trolox eklenerek polietilen poşetler içerisinde aerobik ve vakum paketlenme yapılmıştır. Paketlenmiş etler 4,5 kGy dozlarında ışınlanmışlardır. Işınlanmış etlerin kalitesi radyolitik ürün miktarı ile yakından ilgilidir. Serbest radikaller yüksek kimya-

sal reaktiviteye sahiptirler ve doymamış yağ asitleri veya proteinlerin amino asit uçlarıyla reaksiyona girebilirler. Sonuç olarak; ışınlama lipid oksidasyonunu teşvik eder ve ette karakteristik kötü kokuya neden olan uçucuları oluşturur. Antioksidanların ışınlanmış ve aerobik olarak paketlenmiş etlerde vakum paketlenmişlere göre daha etkili oldukları gözlenmiştir. Işınlama ile yeni uçucular, çoğunlukla aldehitler (propanol, 2-metilpropanol, 3-metilbütanol, 2-metilbütanol, pentanal ve hekzanal) ve S-içeren bileşiklerin (methanethiol, dimetilsülfid ve dimetil-disülfid) olduğu tespit edilmiştir. Antioksidan ilave edilmiş ışınlanmış ürünlerde ise daha az aldehit ve S-içeren uçucu oluşmuştur. Bu uçucu bileşiklerin miktarının aerobik paketlenmişlere göre vakum paketlenmişlerde daha fazla olduğu bulunmuştur. Işınlama ile oluşan S-bileşikler aerobik paketlenmiş ürünlerde hızla buharlaşmaktadır. Sesamol kötü koku oluşturan uçucuların oluşumunu engelleyen en etkili antioksidan olarak bulunmuştur. (Nam ve Ahn 2003).

Hindi MDM (mekanik sıyrılmış et)'inden baharat ekleyerek ve eklemeyerek köfte yapılmıştır. Köfteler soya yağı ile kızartıldıktan sonra buzdolabında 4 gün depolanmışlardır. Adaçayı, oksidasyonu geciktiren etkili baharat olmuştur (Karpinska, Borowski and Danowska-Oziewicz 2001).

Yabani mercanköşk yağı ile 10 saniye muamele edildikten sonra farklı atmosferlerde, farklı sıcaklıklarda depolanan taze et örneklerinden en uzun raf ömrünü % 100 CO₂ atmosferinde depolanmış et örnekleri göstermiştir (Skandamis ve Nychas 2002).

Baharatın Antimikrobiyal Aktivitesi

Bitkilerin antimikrobiyal bileşikleri genellikle esansiyel yağ kısmında bulunmaktadır. Bu bileşikler baharatın karakteristik aroma ve flavorından da sorumludurlar ve genellikle baharatın su buharı destilasyonu ile elde edilirler. Antimikrobiyal aktivite; baharatın türüne, kompozisyonuna ve konsantrasyonuna, hedef mikroorganizmanın türüne ve yüküne, gıdanın kompozisyonuna, işleme ve depolama koşullarına bağlıdır. Ortamda bulunan proteinler, lipidler, tuzlar, pH ve sıcaklık fenolik maddelerin antimikrobiyal aktivitelerini etkileyen faktörlerdir (Sağdıç 2003)

Baharatın antimikrobiyal etkisi kimi kaynaklarda güçlü, orta ve zayıf olarak sınıflandırılmıştır (Ouattara, Simard, Holley, Piette and Begin 1997). Tarçın, karanfil ve beyaz hardal güçlü, yenibahar, kimyon, kişniş, Karaman kimyonu, yabani mercanköşk, biberiye, adaçayı ve kekik orta, karabiber, kırmızı biber ve zencefil ise zayıf inhibitör olarak bilinirler (Barbosa-Canovas et al. 1998). Mikroorganizmalar esansiyel yağların farklı etkileriyle inhibe olurlar. Fenoller, bakteri hücre zarı içinde çözünüp (Marino, Bersanim and Comi 2001) hücre zarında bulunan fosfolipid bileşiklerle reaksiyona girerler. Böylece mikroorganizmaların yağ asiti kompozisyonunun ve fosfolipid bileşiminin değişmesine, zarın geçirgenliğinin artmasına, nükleotit gibi (Gould 1995) hayati hücre içi bileşenlerinin hücre dışına akmasına veya bakteriyel enzim sistemlerinin hasar görmesine neden olurlar (Brul ve Coote 1999).

Baharatın bütün hali ekstraktlarına göre daha etkilidir. Her zaman doğru olmamakla birlikte gram-negatif bakteriler hücre duvarındaki lipopolisakkarit tabakasından dolayı esansiyel yağların antimikrobiyal etkilerine karşı daha dirençli (Ouattara vd 1997), spor oluşturan bakteriler de oluşturmayanlara göre daha duyarlıdır (Marino vd 2001).

Enfeksiyona neden olan bakterilerin antibiyotiklere olan direnci arttıkça yeni ve yararlı terapötik ajanların kullanımına gidilmektedir. Özellikle bitki yağ ve ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi çiğ ve işlem görmüş gıda koruma yöntemleri ve ilaç tedavilerine alternatif oluşturmaktadır. Karaman kimyonu, defne yaprağı, mersin yaprağı, yabani mercanköşk, adaçayı ve kekiğin kullanıldığı çalışmada kekik ve yabani mercanköşk EHEC'yi inhibe etmek için en yüksek aktiviteyi göstermiştir. Kekik, yabani mercanköşk ve mersin yaprağının yüksek konsantrasyonlarda bakterisidal ve bakteriyostatik etkiye sahip olduğu bulunmuştur (Sağdıç, Kuşçu, Özcan ve Özçelik 2002).

EHEC enfeksiyonlarının antibiyotiklerle tedavisi toksijenik genlerin aktarımını arttırdığından daha etkili tedavilerin bulunması zorunlu hale gelmektedir. EHEC ile patojen olmayan *E. coli* suşlarının baharat ekstrakt-

larına olan toleransının araştırıldığı çalışmada 21 adet baharat ekstraktı kullanılmıştır. Küçük Hint cevizi EHEC'nin sayısında bir azalma sağlarken, patojen olmayan *E. coli*'nin sayısında herhangi bir azalma sağlanmamıştır. Aynı şekilde EHEC suşlarının patojen olmayan *E. coli* suşlarına göre yenibahar ekstraktlarına ve küçük Hint cevizinden elde edilen β -pinen'e karşı daha duyarlı olduğu bulunmuştur. Yenibahar % 1,5-5 oranında esansiyel yağa sahiptir ve temel bileşeni öjenol (% 68-78)'dir. Diğer taraftan; öjenol'ün antimikrobiyal etkisi araştırıldığında EHEC ile patojen olmayan *E. coli* arasında önemli bir fark belirlenmemiştir. Buna yenibahar içerisinde çok düşük miktarlarda bulunan diğer uçucu yağların sinerjik etkisi sebep olmuş olabilir (Takikawa et al. 2002).

MRS ve BHI agar besiyerlerine farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlar ve yağ asitleri eklenerek 2 adet gram-negatif (*P. fluorescens* ve *S. liquefaciens*) ve 4 adet gram-pozitif (*Brochothrix thermosphacta*, *Carnobacterium piscicola*, *L. curvatus* ve *L. sake*) bakteri üzerine antibakteriyal etkileri araştırılmıştır. Karvakrol, öjenol, timol içeren esansiyel yağların en yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Öjenol *E. coli*, *Ent. sakazakii*, *K. pneumoniae* karşı ampisilin, eritromisin ve sulfametizol gibi kimi antibiyotiklere göre daha yüksek bakterisidal etki göstermiştir. Sinnemaldehit oldukça benzeyen allyhidroksisinnamat da benzer bir etkiyle *P. fluorescens*'i inhibe etmiştir. Biberiye yağının da tarçın ve karanfil yağı gibi inhibe edici etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Ancak biberiye ne sinnemaldehit ne de öjenol içermektedir. Çalışmada kullanılan diğer yağların bileşimine göre biberiyede en yüksek konsantrasyonda bulunan bileşen kamfor (% 0,1) olarak belirlenmiştir. Biberiye yağının antimikrobiyal etkisinin kamfor varlığı ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle yağlarda iz miktarda bulunan bileşikler bile çok büyük antibakteriyal etkiye sahip olabilirler (Ouattara et al. 1997).

Sarmısak, zencefil, karanfil, karabiber, ve kırmızı biberden elde edilen ekstraktlar ile tetrasiklin, kloramfenikol, ampisilin, amoksisilin, gentamisin, siprofloksasin, penisilin ve eritromisin gibi antibiyotiklerin *Bacillus sphaericus*, *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. aerogenes*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. typhi*, *S. flexneri*, *Candida albicans*, *C. apicola*, *C. acutus*, *C. catenulata*, *C. inconspicua*, *C. tropicalis*, *Rhodotorula rubra*, *Trignopsis variabilis* üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; sadece sarmısak ve karanfil antimikrobiyal etki göstermiştir. Sarmısak ekstraktı gram-negatif bakteriler üzerine antibiyotiklerle benzer inhibisyonu sağlamıştır. Zencefil ve kırmızı biber ise hiçbir antimikrobiyal aktivite göstermemiştir. Gram-negatif bakterilerden olan *S. flexneri*'ye karşı antimikrobiyal etkiye sahip olan sarmısak ekstraktının dizanteri tedavisinde kullanımının mümkün olabileceği düşünülmektedir. Karanfilin mayaların üzerine olan etkisi ise ilk kez bu çalışmada ortaya konulmuştur. Mayaların sarmısak ve karanfil ekstraktlarına oldukça duyarlı oldukları bulunmuştur. Allisin, sarmısak ekstraktında bulunan başlıca anticandidal bileşendir (Arora ve Kaur 1999.).

Baharat örneklerinin antimikrobiyal aktivitesinin araştırıldığı bir çalışmada; 15 adet bakteri kültürü (10^6 - 10^7 cfu/ml) 16 adet baharat hidrozolu ile bir araya getirilmiştir. Sonuç olarak; fesleğen, adaçayı, dereotu, rezene, defne yaprağı, nane, biberiye ve sumak antimikrobiyal açıdan etkisiz bulunurken, yabancı mercanköşk, dağ reyhanı ise bütün bakterilere karşı etkili bulunmuştur. Anason, Karaman kimyonu, yabancı mercanköşk, dağ reyhanı ve kekik bazı bakterilere karşı antimikrobiyal etkiye sahip hidrozoller olarak belirlenmişlerdir (Sağdıç ve Özcan 2003).

Sıkça kullanılan rezene ve maydanozun 6 bakteri (*E. coli*, *B. subtilis*, *B. megaterium*, *S. aureus*, *X. campestris*, *P. vulgaris*) ve 6 fungus (*A. niger*, *A. paraciticus*, *R. oryzae*, *C. albicans*, *F. solani*, *Colletotrichum musae*) üzerine mikrobisidal etkisinin araştırıldığı çalışmada; rezenenin esansiyel yağının temel bileşeni anethol ve maydanozinki ise miristisin olarak belirlenmiştir. Rezene, *C. albicans*'a karşı en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi göstermiştir. Maydanozdan elde edilen esansiyel yağın ise *B. megaterium*, *R. oryzae*, *A. paraciticus*'a karşı oldukça etkili olduğu belirlenmiştir (Minija ve Thoppil 2002).

Adaçayı, nane, çördük otu ve yabancı mercanköşkden elde edilen esansiyel yağların 9 gram-negatif ve 6 gram-pozitif bakteri suşuna olan etkisi araştırılmıştır. Adaçayı, nane, çördük otu ve yabancı mercan köşkün esansiyel yağlarının genellikle bakteriyostatik etki gösterirken, yabancı mercanköşkün 400 ppm'in üzerindeki

konsantrasyonlarda bakterisidal etki gösterdiği bulunmuştur. Gram-negatif bakterilerden EHEC, gram-pozitif bakterilerden de *L. innocua* ve *Bacillaceae* en duyarlı bakteriler olarak bulunmuştur. Yabani mercanköşkün esansiyel yağı ise *A. niger*, *F. oxysporum* ve *Penicillium* spp.'yi en etkili şekilde inhibe etmiştir (Marino vd 2001).

Türkiye'de ticari öneme sahip yabani mercanköşk, mercanköşk, kekik, dağ reyhanının esansiyel yağlarının *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. brevis*, *B. cereus*, *B. subtilis*, *Corynebacterium xerosis*, *Enterococcus faecalis*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *L. monocytogenes*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium smeymatis*, *P. vulgaris*, *S. aureus*, *Y. enterocolitica* üzerine olan antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı çalışmada; kekiğin esansiyel yağlarının en etkili olduğu bulunmuştur. Çalışmada kullanılan bütün esansiyel yağların <1/100'lük konsantrasyonları bütün mikroorganizmaları inhibe etmiştir. *B. amyloliquefaciens* en duyarlı mikroorganizma olarak belirlenmiştir (Baydar, Sağdıç, Özkan ve Karadoğan 2004).

Hidrozoeller iz miktarda esansiyel yağları ve suda çözünen bileşikleri içeren oldukça kompleks karışımlardır. İki kekik ve üç yabani mercanköşk hidrozolünün dört patojene (*E. coli*, EHEC, *S. aureus* ve *Y. enterocolitica*) karşı etkileri araştırılmıştır. Bütün baharat 10 ve 25 ml/100 ml konsantrasyonlarda bakteriyostatik etki gösterirken 50 ml/100 ml konsantrasyonda ise bakterisidal etki göstermiştir. *S. aureus* 'un bu hidrozollere en duyarlı bakteri olduğu bulunmuştur (Sağdıç 2003).

Orta Doğuda tüketilen mehiawah (fish sauce); Karaman kimyonu, kişniş, beyaz hardal, buğday, rezene, karabiber, limon karışımı eklenerek şişelenip 20-25°C de 1 yıl depolama süresine sahip bir çeşit fermente balık ürünüdür. Bu ürüne *E. coli*, *S. typhi*, *S. aureus* ve *V. parahaemolyticus* 10⁴ cfu/ml miktarlarda inoküle edilerek baharatların antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı çalışmada; baharat eklenmesi LAB gelişimini teşvik ettiği belirlenmiştir. *E. coli* ve *S. typhi* depolamanın 7. gününden, *V. parahaemolyticus* ise 21. gününden itibaren inhibe olmuştur (Al-Jedah, Ali ve Robinson 2000).

Kırmızı halofilik bakteriler kürlenmiş salamura balıkta mikrobiyal bozulmaya neden olarak ürünün raf ömrünü sınırlayan ajanlardan birisidir. Balıktan izole edilen 18 adet izolat üzerine 20 adet baharatın etkisinin incelendiği çalışmada; karanfil, soğan, kişniş, sarmısak ve beyaz hardal mükemmel kontrol sağlamıştır (Prasad ve Seenaya 2000).

KAYNAKLAR

- Aguirrezabal MM, Mateo J, Dominguez MC and Zumalacarregui JM. 2000. The effect of paprika, garlic and salt on rancidity in dry sausages. *Meat Science*, 54, 77-81.
- Al-Jedah JH, Ali MZ and Robinson RK. 2000. The inhibitory action of spices against pathogens that might be capable of growth in a fish sausage (mehiawah) from the Middle East. *International Journal of Food Microbiology*, 57, 129-133.
- Arora DS and Kaur J. 1999. Antimicrobial activity of spices. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 12, 257-262.
- Barbosa-Canovas GV, Pothakamury VR, Palou E and Swanson BG. 1998. Nonthermal preservation of foods. Marcel Dekker Inc., 270 Madison Avenue, New York, New York 10016.
- Baydar H, Sağdıç O, Özkan G and Karadoğan T. 2004. Antimicrobial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra*, and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control*, 15, 169-172.
- Bekhit AED, Geesink GH, Ilian MA, Morton JD and Bickerstaffe R. 2003. The effects of natural antioxidants on oxidative processes and metmyoglobin reducing activity in beef patties. *Food Chemistry*, 81, 175-187.
- Brul S and Cooté P. 1999. preservative agents in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 50, 1-17.
- Djenane D, Escalante AS, Beltran JA and Roncales P. 2002. Ability of α -tocopherol, taurine and rosemary, in combination with vitamin C, to increase the oxidative stability of beef steaks packaged in modified atmosphere. *Food Chemistry*, 76, 407-415.
- Gould GW. 1995. New methods of food preservation. Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK.
- Güntensperger B, Hammerli-Meier DE and Escher FE. 1998. Rosemary extract and precooking effects on lipid oxidation in heat sterilized meat. *Journal of Food Science*, 63 (6), 955-957.
- Karpinska M, Borowski J and Danowska-Oziewicz M. 2001. The use of natural antioxidants in ready-to-serve food. *Food Chemistry*, 72, 5-9.

- Madhovi DL, Deshpande SS and Salunkhe DK. 1996. Food antioxidants, Technological, Toxicological and Health Perspectives. Marcel Decker Inc., 270 Madison Avenue, New York, New York 10016.
- Madsen HL and Bertelsen G. 1995. Spices as antioxidants. Trends in Food Science and Technology, 6, 271-277.
- Marino M, Bersani C and Comi G. 2001. Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from *Lamiaceae* and *Compositae*. International Journal of Food Microbiology, 67, 187-195.
- McCarty TL, Kerry JP, Kerry JF, Lynch PB and Buckley DJ. 2001a. Evaluation of the antioxidant potential of natural food/plant extracts as compared with synthetic antioxidants and vitamin E in raw and cooked pork patties. Meat Science, 57, 45-52.
- McCarty TL, Kerry JP, Kerry JF, Lynch PB and Buckley DJ. 2001b. Assessment of the antioxidant potential of natural food and plant extracts in fresh and previously frozen pork patties. Meat Science, 57, 177-184.
- Minija J and Thoppil E. 2002. Studies on essential oil composition and microbicidal activities of two south Indian spices of the Apiaceae. The International Journal of aromatherapy, 12 (4), 213-215.
- Nam KC and Ahn DU. 2003. Use of antioxidants to reduce lipid oxidation and off-odor volatiles of irradiated pork homogenates and patties. Meat Science, 63, 1-8.
- Nassu RT, Gonçalves LAG, da Silva MAAP and Beserra FJ. 2003. Oxidative stability of fermented goat meat *sauadaçayı* with different levels of natural antioxidant. Meat Science, 63, 43-49.
- Ouattara B, Simard RE, Holley RA, Piette GJP and Begin A. 1997. Antibacterial activity of selected fatty acids and essential oils against six meat spoilage organisms. International Journal of Food Microbiology, 37, 155-162.
- Prasad MM and Seenayya G. 2000. Effect of spices on the growth of red halophilic cocci isolated from salt cured fish and solar salt. Food Research International, 33, 793-798.
- Rahman MS. 1999. Handbook of Food Preservation. Marcel Dekker AG Hutgasse 4, Postfach 812, CH-4001 Basel, Switzerland. 809pp.
- Sağdıç O. 2003. Sensitivity of four pathogenic bacteria to Turkish thyme and wild marjoram hydrosols. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 36, 467-473.
- Sağdıç O, Kuşçu A, Özcan M and Özçelik S. 2002. effects of Turkish spice extracts at various concentration on the growth of *Escherichia coli* O157:H7. Food Microbiology, 19, 473-480.
- Sağdıç O and Özcan M. 2003. Antimicrobial activity of Turkish spice hydrosols. Food Control, 14, 141-143.
- Sanchez-Escalante A, Djenane D, Torrescano G, Beltran JA and Roncales P. 2001. The effects of ascorbic acid, taurine, carnosine and rosemary powder on colour and lipid stability of beef patties packaged in modified atmosphere. Meat Science, 58, 421-429.
- Skandamis PN and Nychas GJE. 2002. Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions. International Journal of Food Microbiology, 79, 35-45.
- Takikawa A, Abe K, Yamamoto M, Ishimaru S, Yasui M, Okuba Y and Yokoigawa K. 2002. Antimicrobial activity of nutmeg against *Escherichia coli* O157. Journal of Bioscience and Bioengineering, 94 (4), 315-320.
- Yin M and Cheng W. 2003. Antioxidants and antimicrobial effects of four garlic-derived organosulfur compounds in ground beef. Meat Science, 63, 23-28.