



# Et ve Et Ürünlerine Uygulanan Bazı Dekontaminasyon Yöntemleri

Sena Özbay-Doğu<sup>1\*</sup>, Cemalettin Sarıçoban<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Tuz Gölü Su ve Çevre Uygulama ve Araştırma Merkezi, ASÜÇEM, 68100 Aksaray, Türkiye

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 42075 Konya, Türkiye

(Dergiye gönderilme tarihi: 23 Temmuz 2014, kabul tarihi 21 Aralık 2014)

## Özet

Et ve et ürünlerinin dekontaminasyonu, farklı fiziksel, kimyasal ve biyolojik temelli uygulamaları ve araçları kullanarak ette bulunan mikroorganizmaların uzaklaştırılması veya inhibe edilmesidir. Fiziksel temelli uygulamalar, et yüzeyindeki kaba kirlilikleri hedef alarak mikrobiyal sayıyı düşürürken, kimyasal dekontaminasyon uygulamaları etin farklı kimyasallarla muamele edilmesiyle, kimyasalın yapısına bağlı olarak mikroorganizmaları inhibe etmesi işlemidir. Biyolojik temelli uygulamalar ise doğal olarak elde edilen, genelde mikroorganizmalar ve bitkisel temelli ajanların et dekontaminasyonunda kullanılması işlemidir. Çoğunlukla bu yöntemler farklı kombinasyonlarla kullanılarak etkin sonuçlar elde edilmektedir. Laktoferrin ve lizozimin ya da nisin ve basınç uygulamasının bir arada kullanılması gibi, etkin, pek çok bütünlük dekontaminasyon yöntemi bulunmakta ve optimal dekontaminasyon seçeneği ile ilgili çalışmalar yapılarak ürüne en uygun yöntem seçilmektedir. Çalışmamızda fiziksel, kimyasal ve biyolojik temelli yöntemlerle, bu yöntemlerin bir arada kullanıldığı bütünlük yöntemler incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Et dekontaminasyonu, Et ve et ürünleri, Ette mikroorganizma inhibisyonu

## Some Decontamination Methods Applying to Meat and Meat Products

### Abstract

Decontamination of meat and meat products is done with the inhibition or remove of microorganisms that is found in meat by using applications and tools based on different physical, chemical and biological methods. Physical-based applications reduce microbial counts by targeting meat pollution on the surface. Chemical decontamination is a process that inhibits microorganisms by treating meat with different chemicals due to their chemical structure. Biologically-based applications are also used for meat decontamination process by using agents that are naturally derived and based on microorganisms and plants. Effective results are obtained by using combination of these methods. There are many effective integrated decontamination methods such as lactoferrin and lysozyme or combination of nisin and the pressure. The most appropriate method for the product is chosen by making studies on the optimal option. In this paper, the physical, chemical and biological-based methods and integrated method used as a combination of these methods have been analyzed.

**Keywords:** Decontamination of meat, Meat and meat products, Inhibition of microorganisms in meat

\*Sorumlu Yazar: E-mail: [sena\\_ozbay@hotmail.com](mailto:sena_ozbay@hotmail.com), 0506 515 2377

## 1. Giriş

Et ve ürünleri, etin mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal yapısı gibi ürüne has özellikler ve ürün işleme şekli, kesim şartları, personel, işletme ve alet ekipman hijyenine, aynı zamanda ambalajlama ve depolama koşullarına bağlı olarak kontaminasyona açık gıda maddeleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Kontaminasyon sonrası ürünün fiziksel ve kimyasal özellikleri, mikroorganizmaların gelişimi için elverişli bir ortamı beraberinde getirmektedir. Bu faktörlere bağlı olarak et, farklı sayıda ve çeşitte mikroorganizmayı yapısında bulundurabilmektedir.

Et ve ürünleri kalitesini arttırmak, tüketici sağlığını korumak ve gıda kaynaklı enfeksiyon ve intoksikasyonları önlemek için et ve ürünlerinin mikrobiyal yükünü azaltmak ve kontaminasyon kaynaklarını elimine etmek, hem bilimsel hem de endüstriyel ürün geliştirme çalışmalarının temel konularından biri haline gelmektedir.

Yapılan çalışmalarda kullanılan et dekontaminasyonu teknikleri, fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak kabaca sınıflandırılmaktadır. Fiziksel yöntemler (yıkama, buhar, basınçlı su vb.) sıklıkla 93ombin gerçekleştirilmekte, fiziksel kirlilikleri hedef almakta ve mikrobiyal yükü azaltmaktadır. Kimyasal dekontaminasyon yöntemleri ise (93ombine asitler, etanol, hidrojen peroksit vb.) sağlığa olumsuz etkisi olmayan ve ürünün aroma ve tekstürüne zarar vermeyen kimyasallarla gerçekleştirilmektedir. Biyolojik yöntemler ise (bakteriosinler, bitkisel esansiyel yağlar vb.) et ürünlerinin biyolojik metabolitler vasıtasıyla dekontaminasyonu 93ombine93 dayanmaktadır. Bu yöntemlerin bir arada kullanıldığı 93ombine yöntemler de bulunmaktadır. Kombine yöntemler, dekontaminasyonun etkinliğini arttırmak için farklı yöntemlerin bir arada kullanılmasıyla gerçekleştirilmekte ve dekontaminasyon verimliliğini arttırmayı hedeflemektedir.

Yapılan tüm bu çalışmalar, farklı et ürünleri için en uygun yöntemi ya da yöntemler arasındaki en uygun dekontaminasyon yöntemi kombinasyonunu uygulamayı amaçlamaktadır. Etin ilk mikrobiyal yükü, işleneceği ürünün özellikleri, işleme şekli gibi faktörlere bağlı olarak bu yöntemler değişebilmekte ve en uygun yöntemle dekontaminasyon işlemi gerçekleştirilmektedir. Çalışmamızda et dekontaminasyonunda kullanılan farklı yöntemler ve bu yöntemlerin kombinasyonlarının etkinlikleri ile uygulanan farklı et çeşitleri incelenmiştir.

## 2. Et Dekontaminasyonu

Et ve et ürünleri, insana geçen gıda kaynaklı birçok hastalıkta en önemli gıda grubunu oluşturmaktadır (Ünlütürk ve Turantaş, 1998; Podpečan ve ark., 2007; Ali ve ark., 2010). Et ve ürünleri ile ilişkilendirilen tehlikeler, protozoal parazitleri, helmintleri, eklem bacaklıları, virüsleri, prionları ve bakterileri içermektedir. Bu gruplar içerisinde en önemli tehlike grubunun bakteriler ve protozoal parazitler olduğu üzerine tartışmalar sürmektedir (McClure, 2002).

Amerika'da kaynağı bilinen gıda enfeksiyonlarının %50'sinin kırmızı et ve tavuk etleriyle insanlara geçtiği bildirilmektedir (Ünlütürk & Turantaş, 1998). Kontamine çiğ et, gıda kaynaklı hastalıkların temel sebebi olarak görülmekte (Podpečan ve ark., 2007) ve hem kırmızı et hem kümes hayvanlarının eti, hem de balık ve deniz ürünleri mikrobiyal tehlikelerin transfer aracı olarak kabul edilmektedir (USDA/EPA, 2012). Et ve ürünleri ile sıklıkla ilişkilendirilen mikroorganizmalar Enteropatojenik *Escherichia coli* (Comery ve

ark., 2013), *Bacillus anthracis* (Popescu ve ark., 2011), *Salmonella* serotipleri (Lin ve ark., 2014), *Listeria monocytogenes* (Al-Nabulsi ve ark., 2014), *Yersinia enterocolitica* (Fredriksson-Ahomaa ve ark., 2012; Laukkanen-Ninios ve ark., 2014), *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum* (McClure, 2002). ve *Staphylococcus aureus* (Waters ve ark., 2011) şeklinde sayılabilirken bu ürünler ile ilişkilendirilen parazit çeşitleri *Cysticercus bovis* (Pearse ve ark., 2010) ve *Taenia saginata* (Dupuy ve ark., 2014) olmaktadır.

Pek çok bakteri yaygın olarak hayvan bağırsağında uzun süreli ya da geçici olarak yaşamaktadır. Daha sonra gelen kesim, işleme, paketlenme, dağıtım ve gıdanın hazırlanması gibi noktalarda da et kontamine olabilmektedir (McClure, 2002). Tüm bu süreçler sonucunda et ve ürünlerinin gıda kaynaklı bir enfeksiyonu barındırmaması ve tüketici sağlığını koruyabilmek için, ürüne ve işleme tekniğine en uygun dekontaminasyon tekniği ya da teknikleri seçilmektedir.

Kabul edilebilir dekontaminasyon yöntemlerinin, toksik etkisi olmamasına ve farklı sağlık sorunları doğurmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Dekontaminasyon işlemi ile elde edilecek sonuçlar, hem üretici hem de tüketiciler için olumlu sonuçlar yaratmalıdır (Sofos & Smith, 1998). Farklı patojenleri tanımak ve onların işleme sürecindeki değişimlerini anlamak, tehlikelerin kontrolü ve onların varlığıyla oluşan riski yönetmek için temel bir dayanak noktası olmaktadır (McClure, 2002). Bu temel bilgi, aynı zamanda seçilen dekontaminasyon uygulamasını da etkilemektedir. Sofos ve Smith (1998)'e göre maliyet, dekontaminasyon ihtiyacı, işletmenin imkânları, kaynaklara (sıcak su, buhar vb) erişilebilirlik ve ürünün amacı da dekontaminasyon teknolojisinin seçiminde önem arz etmektedir.

Bolder (1997) yaptığı çalışmada dekontaminasyon tekniklerini üç ana gruba ayırarak bunları,

Fiziksel,

Kimyasal

Fiziksel ve Kimyasal Uygulamaların Kombinasyonu olarak sıralamıştır.

Capita ve ark. (2002) ise benzer bir çalışmada dekontaminasyon yöntemlerini, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal olarak sınıflandırmışlardır. Bu derlemede dekontaminasyon yöntemleri fiziksel, kimyasal, biyolojik ve bunların kombinasyonlarının incelendiği bütünlük yöntemler olarak dört grup altında incelenecektir.

### 2.1. Fiziksel Dekontaminasyon Yöntemleri

Fiziksel dekontaminasyon uygulamaları et sektöründe genellikle su temelli uygulamalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Suya daldırma veya püskürtme, yüksek basınçlı su, ozonlu su, elektrolize su, buhar gibi farklı dekontaminasyon uygulamaları mevcuttur. Su temelli uygulamaların dışında, ışınlama (elektromanyetik radyasyon, iyonize radyasyon), elektriksel metotlar, UV gibi teknikler de bulunmaktadır (Bolder, 1997; Capita ve ark., 2002; Wheeler ve ark., 2014).

Yıkama, et ve ürünlerinde toprak, kıl ve fekal bulaşı gibi fiziksel kontaminantların ortadan kaldırılmasında etkili olabilmektedir. Ancak yıkamanın bakteri sayısı üzerine etkisi düşüktür (James, 2002). Hindi, sığır, domuz ve tavuk etinin su ile yıkama yöntemiyle değişen mikroorganizma sayısının incelendiği bir çalışmada, ortalama mikroorganizma sayısı 5,86 log CFU/cm<sup>2</sup> iken yıkama işlemi sonrası sayı ancak 5,38 log CFU/cm<sup>2</sup>'ye düşürülebilmektedir (Carpenter ve ark., 2011). Bu bağlamda sadece su ile yıkamanın küçük bir etkisi

olduğu söylenebilmektedir. Ancak, yüzey sıcaklığı ve uygulama metodu yıkama işleminin bakteriyel etkinliğinde en önemli iki faktörü oluşturmaktadır (James, 2002).

Yapılan çalışmalarda, ozonun, *L. monocytogenes* kontrolü için gıdalarda etkili olabildiği vurgulanırken, ozonlu suyun bozulmaya sebep olan mikroorganizmalara (*Pseudomonas. aeruginosa* ve *Zygosaccharomyces. bailii*), fekal kontaminantlara (*Enterococcus. faecalis* ve *E. coli*) *E. faecalis* ve *E. coli* ve gıda kaynaklı patojenlere (*L. monocytogenes*) karşı etkili olduğu bildirilmektedir (Restaino ve ark., 1995). Ozon, güçlü oksidatif, doğal olarak oluşan ve suda çözünen bir gazdır. Yapılan çalışmalarda, bakterilerin, maya ve küflere göre ozona daha duyarlı olduğu belirtilirken, bakteriler içinde ise gram pozitif bakterilerin, gram negatif bakterilerden daha çok ozondan etkilendikleri bildirilmektedir. Bakteriyel sporlar ise vejetatif hücrelere göre ozona daha fazla direnç göstermektedirler. Sıcaklık, bağıl nem, pH, mikrobiyal gelişim aşaması ve organik madde varlığı ozonun antimikrobiyal aktivitesini etkilemektedir (James, 2002).

Buhar, kullanılan bir diğer dekontaminasyon tekniğidir. Buhar 100 °C suyun sahip olduğu ısı kapasitesinden fazlasına sahip olmaktadır (James, 2002). Pek çok farklı çalışma, buharın karkas üzerindeki mikroorganizma sayısını düşürdüğünü göstermiştir (Loretz ve ark., 2010). Kümes hayvanlarının kontamine karkaslarında buhar uygulaması yapılan bir çalışmada 3 dakika 98 °C buhar uygulamasıyla, mikroorganizma düşüşünün > 3.3. log CFU cm<sup>-2</sup> olduğu tespit edilmiştir (Avens ve ark., 2002). Ancak etin pişmesini önlemek için buhar, hızlı bir şekilde yüzeyde yoğunlaştırılmalı ve yeniden buharlaştırmada eşit ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilmelidir (James, 2002).

Elektrolize okside su (EOS) da literatürde karkas dekontaminasyonunda kullanılan alternatif bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Huang ve ark. (2006)'nın yaptığı çalışmalar sonucunda elektrolize okside suyun, çipura yüzeyindeki *E. coli* ile *Vibrio parahaemolyticus* mikroorganizmaları üzerine inhibe edici etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Farklı bir çalışmada elektrolize okside sular, hafif asitli elektolize okside su (HAEOS) ve asitli elektrolize okside su (AEOS) olarak iki farklı şekilde ayrıştırılmış ve bu uygulamaların güçlü antimikrobiyaller olduğu vurgulanarak, farklı konsantrasyonlarda (50 ppm AEOS, 5 ppm HAEOS) kullanıldıklarında benzer antimikrobiyal etkiler gösterdikleri sonucuna varılmıştır. AEOS 1,64±0,13 log, HAEOS ise

1,72±0.09 log *E. coli* O157: H7 düşüşüne sebep olmuştur (Ding ve ark., 2010). Diğer bir uygulama olan elektrolize su (ES) karkas üzerindeki özellikle *C. jejuni*'ye etki etmektedir (Loretz ve ark., 2010).

Bu metotlara alternatif olarak ışınlama, elektriksel uyarım ve UV de sıklıkla kullanılmaktadır. Alternatif fiziksel dekontaminasyon uygulamaları, yüzey bakterileri üzerine radyant enerji uygulanması ile gerçekleşmektedir (James, 2002). Bu metotlardan ışınlama ile, et ürününe iyonize radyasyon uygulanarak, ürün dekontamine hale getirilmektedir (Aymerich ve ark., 2008). Elektriksel uyarım uygulamaları ise, broiler tavukçulukta pratik olmamakla birlikte hindi karkasları için uygun olabilmektedir. UV ise genelde et depolama odaları ve atmosfer tarafından bakteriyel yükün taşındığı işleme ortamlarında kullanılmaktadır. Et yüzeyi dekontaminasyonunda UV pek uygun bir yöntem olmamaktadır. Deri yüzeyindeki tüy, kıl gibi düzensizliğe sebep olan yapılar UV ışığın bazı bölgelere ulaşmasını engellemektedir (Bolder, 1997). Bu açıdan UV sıklıkla dondurulmuş etlerin depolama ömrünü uzatmak amacıyla kullanılmaktadır (James, 2002). Tablo 2.1.'de farklı fiziksel dekontaminasyon uygulamalarının mikrobiyal düşüş etkileri gösterilmektedir.

Kümes hayvanlarının dekontaminasyonunda su temelli uygulamalar ağırlıklı olmakla birlikte buhar uygulamaları da kullanılmaktadır. Fiziksel dekontaminasyon yöntemlerinde sıcaklığın artırılması, bakteri inhibisyonunu arttırmakla birlikte bu sürecin karkasın kalitesine ve dış görünüşüne olan etkileri göz önüne alınmalıdır (Loretz ve ark., 2010). Sıcak su uygulamasında tavuk epidermisinin zarar görmesi ile ürünün kalitesi ve dış görünüşü değişebilmektedir (Purnell ve ark., 2004). Termal uygulamalar mikroorganizma inhibisyonu için uygun olmalarına rağmen bu işlemler ürüne bazı zararlar verebilmektedir. Non – termal uygulamalar daha az sıcaklıkla mikroorganizmaları inhibe etmek için alternatif yöntemlerdir. Bu yöntemlerle kalitede ve besleyicilikteki kayıplar da minimize edilmektedir (Wheeler ve ark., 2014). Ancak ışınlama yapılan etlerde, işlemin, etin, protein, lipid ve vitamin bileşimlerinde değişikliklere sebep olduğu bilinmektedir (Giroux ve Lacroix, 1998). Bu bağlamda ışınlama sistemleri, ürüne, çevreye ve tüketici sağlığına uygun şekillerde dizayn edilmelidir (Aymerich ve ark., 2008).

Tablo 2.1. Farklı fiziksel dekontaminasyon uygulamalarının gerçekleştirdiği bakteriyel düşüş oranı (log<sub>10</sub> kob cm<sup>-2</sup>)

Fiziksel Uygulama	Düşürme Oranı	Kaynak
Soğuk su	< 0.5 < 1.4	(James ve ark., 1998)
Sıcak su	< 0.5 > 3	(James ve ark., 1998)
Elektrolize su	0,6 – 3,0	(Loretz ve ark., 2010)
Hafif asitli elektolize okside su	1,72±0.09	(Ding ve ark., 2010)
Asitli elektrolize okside su	1,64±0,13	(Ding ve ark., 2010)
Buhar	3 – 6	(James ve ark., 1998)
Ultraviolet (UV)	2 – 3	(James ve ark., 1998)
Görünür Işık	0.5 – 1.5	(James ve ark., 1998)

## 2.2. Kimyasal Dekontaminasyon Yöntemleri

Kimyasal dekontaminasyon, et endüstrisinde, en geniş kullanım alanı olan dekontaminasyon yöntemlerini içermektedir. Organik asitler, klorin, nitrit, trisodyum fosfat (TSP), sodyum klorür, peroksitler ve peroksi asitler vb kimyasallarla muamele gibi yöntemler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sığır karkaslarının dekontaminasyonu için en sık kullanılan yöntem organik asit uygulamasıdır (Loretz ve ark., 2011). Organik asitler, karboksilik gruplarından proteini serbest bırakarak, ortamın pH'ını düşürme prensibi ile koruyucu görevi gerçekleştirmektedirler (Paulsen ve Smulders, 2003). Organik asitler, inorganik asitlere göre daha fazla antimikrobiyal etkiye sahiptirler, bu durumun temel sebebi, inorganik asitlerin suda tamamen çözünmesi, olmaktadır. Organik asitler, ucuzdur ve pek çok gıdada doğal olarak bulunmaktadır. Organik asitler pek çok doğal fermentasyon reaksiyonunun temel ürünleri olarak da olmaktadır (James, 2002).

Organik asitleri içeren yıkama ve spreyleme işlemleri, sığır, domuz, kuzu ve kümes hayvanları karkaslarının dekontaminasyonunda kullanılmaktadır (James, 2002). Organik asitler güvenlidirler ve günlük alım dozları ile ilgili bir sınırlama bulunmamaktadır (Mani-López ve ark., 2012). Kullanılan üründe fark edilmeyecek düzeyde duyuşal değişime sebep olmaları da bir diğer avantajları olarak karşımıza çıkmaktadır (Harris ve ark., 2012). Tavuk karkasına laktik asit uygulanan bir çalışmada mezofilik mikroorganizmaların 1,259 log, koliformların 1,685 log ve E. coli'nin ise 2,023 log oranında karkastan uzaklaştığı tespit edilmiştir (Heceer ve Ulusoy-Sözen, 2011).

Bir diğer kimyasal uygulama olan klorin, çeşitli formlarıyla gıda endüstrisinde en sık kullanılan sanitezördür. Gaz klorin (Cl<sub>2</sub>), sodyum hipoklorid (NaOCl), kalsiyum hipoklorid (Ca(OCl)<sub>2</sub>) ve klorindioksit (ClO<sub>2</sub>) klorinin sıklıkla kullanılan formlarını oluşturmaktadır (James, 2002). Klorin, kırmızı etlerin karkaslarında, kümes hayvanlarının içinin temizlenmesinde ve bu iki et grubunu işlemede kullanılan sularda, kullanılmaktadır (Simpson ve Sofos, 2009). Ayrıca klorin, klorin dioksit ile ıslatılmış ambalaj materyali şeklinde ticari olarak antimikrobiyal ambalajlamada da kullanılmaktadır (Appendini ve Hotchkiss, 2002). Literatürde asit sodyum klorin, setilpridinyum klorin, monokloramin gibi klorin bazlı antimikrobiyallerin etkileri de incelenmiştir (Loretz ve ark., 2010).

Trisodyum fosfat (TSP) kümeslerde salmonella kontrolünün gerçekleştirilmesi için ilk olarak, ABD'de kullanılmıştır (James 2002). TSP, kümeslerdeki patojenleri elimine ederek gıda kaynaklı hastalıkların önlenmesine yardımcı olmakta ve gıda zinciri boyunca çapraz kontaminasyon riskini azaltmaktadır (Capita ve ark., 2002). Literatürde TSP sıklıkla kümes hayvanlarının dekontaminasyonu ile ilişkilendirilmektedir (Loretz ve ark., 2010).

Başlıca kullanılan bu kimyasal dekontaminasyon tekniklerinin dışında, parabenler, uzun ve kısa zincirli yağ asitleri ve esterleri, kuaterner amonyum bileşikleri, etanol, hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), gliserol, sodyum klorür, enzimler gibi kimyasallarda araştırılmakta ve uygulanmaktadır (Simpson ve Sofos, 2009).

Karkas dekontaminasyonu için H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulanması, patojenlerin yayılımını önlemek için etkin ve güvenli bir metot olarak kabul edilmektedir (Bolder, 1997). Farklı gliserol esterlerinin de (gliserol asetat, gliserol kaproat, gliserol oleat vb.) farklı mikroorganizmalar üzerine inhibe edici etkisi olduğu bilinmektedir (Conley ve Kabara, 1973). Farklı bir uygulama

olarak potasyum sorbat, patojenlerin inhibe edilmesini sağlayarak kümes hayvanları etinin raf ömrünün uzatılmasına yardımcı olmaktadır (Bolder, 1997). Tablo 2.2.'de bazı kimyasal dekontaminantlar ve farklı mikroorganizmalar üzerine etkileri gösterilmektedir.

Tablo 2.2. Yaygın kullanılan kimyasalların antimikrobiyal spektrumu (Simpson ve Sofos, 2009)

Antimikrobiyal ajanlar	Gram - pozitif	Gram - negatif	Maya	Küf
Asetik asit / asetat	●	●	●	■
Benzoik asit / benzoat	■	■	●	●
Sitrik asit / sitrat	●	●	○	■
Laktik asit / laktat	●	●	■	■
Sorbik asit / sorbat	●	●	●	●
Klorin içerikleri	●	●	■	●
Setilpridinyum klorid	●	●	●	●
Etanol	●	●	●	●
Hidrojen peroksit	●	●	●	●
Polifosfatlar	●	●	●	●
Parabenler	●	○	●	●
Nitrit	●	●	○	○
Orta zincirli yağ asitleri ve esterleri	●	■	●	●

(●) Yüksek derece de etkili; (■) kısıtlı ya da orta dereceli etkili; (○) etkisiz

## 2.3. Biyolojik Dekontaminasyon Yöntemleri

Biyolojik dekontaminasyon yöntemleri başlığı altında çeşitli mikroorganizmaların koruyucu bakterisid etkili metabolitleri (nisin vb.), bitkilerin antimikrobiyal etkiye sahip esansiyel yağları ya da içerikleri (flavonoidler, baharatlar vb.), doğal olarak oluşan çeşitli antimikrobiyal içerikler ile doğal yenilebilir filmler incelenecektir.

Bakteriyosinler, sıklıkla laktik asit bakterileri (LAB) tarafından üretilen antimikrobiyal peptitlerdir (Aymerich ve ark., 2008). Nisin, pediyosin ve natamisin gibi bakteriyosinler, farklı spektrumlarda mikroorganizmaları inhibe edebilmektedirler. Bakteriyosinlerin gram pozitif bakterilere karşı antibakteriyel etkisi ve spektrumu oldukça çeşitlidir (Ray ve Miller, 2003). Nisin, küçük hidrofobik bir proteindir ve direkt mikrobiyal hücrelerin dış membranına tutunarak hücrenin yok olmasını sağlamaktadır (Bolder, 1997).

Aynı zamanda LAB, çoğu gıdanın doğal olarak mikroflorasında bulunarak, farklı antimikrobiyal içerikleri (organik asitler, laktik asit, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, bakteriyosin, etanol vb.) üretmektedirler. Direkt ete inokule etmek, ambalaj materyalinin yüzeyine spreylemek şeklinde sürece eklenebilmektedirler (Aymerich ve ark., 2008). Bu avantajlarının yanı sıra *L. monocytogenes* gibi mikroorganizmaların nisin direnci kazanımı sonucu oluşacak problemler hâlâ tam tanımlanamamıştır (Adams, 2003).

Bir diğer etkin bakteriyosin olan natamisin ise düşük konsantrasyonlarda tüm küflere karşı etkili olabilmektedir. Fungal gelişimin önlenmesinde iyi bir antimikrobiyal olarak düşünülmektedir (Stark, 2003).

Doğal antimikrobiyal etkiye sahip laktoferrinin inhibe edici etkisi (Yamauchi ve ark., 1993; Simpson ve Sofos, 2009),



lizozim, laktoperoksidaz, glikoz oksidaz gibi enzimlerin de antimikrobiyal etki mekanizmaları bilinmektedir (Meyer, 2003; Simpson ve Sofos, 2009). Lizozimin et ve ürünlerinde gıdayı bozan gram-negatif bakterilere karşı avantajlı olabileceği vurgulanmaktadır (Cegielska-Radziejewska ve ark., 2009).

Pek çok farklı bitkinin yapısında doğal olarak bulunan ekstraktlar ve yağlar da antimikrobiyal etki göstermektedir. Bu bileşenler zaman zaman tat ve aroma vermek amacıyla kullanılırken, antimikrobiyal etkileri ile koruyucu olarak da işlev görmektedirler.

Hemen hemen tüm bitki ve baharatların yağlarının hem mikrobiyal gelişimi inhibe edici hem de toksin üretimini engelleyici etkisi olduğu bilinmektedir (Tassou ve ark., 2004). Smith–Palmer ve ark. (1998)'nın yaptığı bir çalışmanın sonucu göstermiştir ki, bitkisel esansiyel yağların antimikrobiyal özellikleri geniş bir çeşitliliktedir. Bitkilerden elde edilen esansiyel yağların en iyi bilinen örnekleri yenibahar, badem, defne, karabiber, kimyon, tarçın, karanfil, kişniş, sarımsak, greylift, limon, hindistancevizi, mandalina, soğan, portakal, kekik otu, biberiye, adaçayı ve kekiktir (Tassou ve ark., 2004). Baharatlar içerisinde kekik, gıdalara aroma vermek amacıyla sıklıkla kullanılırken, koruyucu bir antimikrobiyal olarak kekik yağı önem arz etmektedir (Stahl-Biskup ve Venskutonis, 2004). Sardinya kekiğinin esansiyel yağı üzerine yapılan bir çalışmada mayaların esansiyel yağ en duyarlı mikroorganizmalar olduğu sonucu çıkarılmıştır. Mayalardan sonra gram – pozitif bakteriler ve arkasından gram – negatif bakteriler gelmektedir. Çalışmanın diğer dikkat çekici sonucu ise gram – pozitif bakteriler arasında *L. monocytogenes*, gram – negatifler içinde ise *S. Typhimurium*, kekiğin esansiyel yağına en duyarlı mikroorganizmalar olarak bulunmuştur (Cosentino ve ark., 1999). Tarçının da et hazırlama da antimikrobiyal ve aroma verici olarak kullanıldığı bilinmektedir (Thomas ve Duethi, 2001). 41 bitki ekstraktının mikrobiyal etkisi üzerine yapılan bir çalışma da *P. aeruginosa*, en düşük sayıda (3) ekstrakt tarafından inhibe edilirken, *S. Typhimurium* 17 ekstrakt tarafından inhibe edilmiştir. Çalışma sonucunda bitki ekstraktlarına en duyarlı suşların *Candida albicans* ve *S. aureus* oldukları gözlemlenmiştir. Bu iki mikroorganizma 41 ekstraktın 40 tanesi tarafından inhibe edilmiştir (Hammer ve ark., 1999). Bitkilerin esansiyel yağlarının beş farklı gıda patojeni üzerine etkilerinin incelendiği farklı bir çalışmada ise değerlendirilen suşlar içerisinde gram pozitif bakterilerin gram – negatif bakterilere kıyasla, bitki ekstraktlarına karşı daha hassas oldukları gösterilmiştir (Smith – Palmer ve ark., 1998).

Bitki ekstraktlarının yanı sıra bitkilerde doğal olarak oluşan antimikrobiyal bileşenler de bulunmaktadır ve bu bileşenler mikroorganizmalar üzerine inhibe edici özellikleri ile mikrobiyal aktiviteyi sınırlandırmaktadırlar. Bowles ve Juneja (1998), çalışmalarında dört alifatik ve aromatik bitki karbonilinin ve ham sebze ekstraktlarının gıda kaynaklı patojenleri inhibe etmede ve bazı botulinum sporların ısısal ve ışınal direncini düşürmek için etkin olduklarını göstermektedirler. Farklı bir çalışmada gıdalarda doğal olarak bulunan öjenol ve sinnamaldehitin *L. monocytogenes* ve *Lactobacillus sakei* üzerine inhibe edici etkileri olduğu belirtilmektedir (Gill ve Holley, 2004). Ayrıca çay ekstraktı ve flavanoidlerinin inhibe edici etkisi olduğu da bilinmektedir. Kateşin, prosiyanidin gibi çay flavanoidlerinin, patojen ve bozulmaya sebep olan mikroorganizmalar, protein toksinler, virüsler ve küfler üzerine etkili oldukları gösterilmektedir. Aynı çalışmada flavanoidlerin kümes hayvanları ve kırmızı ette antimikrobiyal olarak etkili oldukları da vurgulanmaktadır (Friedman, 2007). Diasetil, timol, sinamik asit gibi doğal antimikrobiyallerin *S. typhimurium* ve *E.*

*coli* üzerine inhibe edici etkisinin vurgulandığı bir çalışmada timol'ün en etkin organik antimikrobiyal içerik olduğu vurgulanmaktadır. Timol, *S. Typhimurium* ve *E. coli*'ye karşı en düşük minimum inhibe edici konsantrasyona sahip doğal antimikrobiyaldir. Timol'den sonra en güçlü doğal antimikrobiyaller sırasıyla, karvakrol, öjenol, sinamik asit ve diasetildir (Olasupo ve ark., 2003).

$\epsilon$ -polilisin'in de son zamanlarda sıklıkla kullanılan doğal bir koruyucu olmaktadır.  $\epsilon$ -polilisin, küflerin, mayaların, gram – pozitif ve gram – negatif bakterilerin çeşitli türlerine karşı inhibisyon etkisi olduğu kanıtlanmış, kullanımı ile ilgili yan etkiler bulunmayan bir koruyucudur (Hiraki ve ark., 2003).  $\epsilon$ -polilisin'in antimikrobiyal etkisi üzerine yapılan çalışmalarda üç gıda patojeni (*E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*) üzerine inhibe edici etkisi olduğu belirtilmektedir (Geornaras ve Sofos, 2005). Aynı gıda patojenleri üzerine yapılan farklı bir çalışmada duyarlılıklarına göre mikroorganizmalar değerlendirilmiş, *S. Typhimurium*,  $\epsilon$ -polilisine en duyarlı, *L. monocytogenes* ise bu üç patojen içinde en az duyarlı mikroorganizmalar olarak tespit edilmiştir (Chang ve ark., 2010). Tablo 2.3.'de yaygın olarak incelenen biyolojik temelli dekontaminasyon ajanlarının bazılarının antimikrobiyal spektrumu gösterilmektedir.

Tablo 2.3. yaygın olarak incelenen biyolojik temelli dekontaminasyon ajanlarının antimikrobiyal spektrumu (Simpson & Sofos, 2009)

Antimikrobiyal	Gram – pozitif	Gram – negatif	Maya	Küf
Laktoferrin	●	●	●	●
Lizozim	●	○	○	○
Pediyosin	●	○	○	○
Natamisin	○	○	●	●
Nisin	●	○	○	○

(●) Yüksek derece de etkili; (○) etkisiz

Yenilebilir filmlerle kaplama da biyolojik temelli dekontaminasyon uygulamaları arasında bulunmaktadır. Kitosanın kıyılmış et ürünlerinde koruyucu olarak faydalarına dair deneysel kanıtlar bulunmaktadır (Roller, 2003). Kitosanın sıklıkla kullanıldığı yenilebilir filmler ise farklı kaynaklardan elde edilmekle birlikte (kitosan, selülöz, nişasta vb.) kırmızı et, deniz ürünleri ve kümes hayvanları etlerinin kaplanmasında sıklıkla kullanılmaktadır. Et ve deniz ürünlerinde kaplama sadece antimikrobiyal olarak değil aynı zamanda depolama süresince nem kaybını önlemede, ürünün nemini koruma, ransiditeyi engelleme ve uçucu aroma kaybının önüne geçme gibi çeşitli faydaları bulunmaktadır (Gennadios ve ark., 1997; Campos ve ark., 2011).

## 2.4. Bütünleşik Dekontaminasyon Yöntemleri

Araştırmalar, bazı dekontaminasyon yöntemlerinin kombine edildiğinde en etkili hale geldiklerini göstermektedir (Belk, 2001). Bütünleşik yöntemler, patojen kontaminasyonunun riskini düşürmeyi maksimize etmek amacıyla sıklıkla kullanılmaktadırlar (Wheeler ve ark., 2014). Fiziksel, kimyasal ve biyolojik temelli dekontaminasyon tekniklerinin etkinliğini arttırmak, daha kısa sürede daha çok mikroorganizmayı inhibe edebilmek amacıyla farklı dekontaminasyon uygulamaları birleştirilerek sinerjistik etki oluşturulmaktadır. En sık kullanılan ve en verimli sonuçlar veren uygulamalar, ürünün yapısına, mikrobiyal yüküne bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bazı uygulamalar bir arada kullanıldığında antagonistik etki de gösterebilmektedir. Bu bağlamda kullanılacak metotların

uygunluğu ve sinerjistik etki oluşturup oluşturmadıkları deneysel çalışmalarda denenmiş olmalıdır. Bütünleşik uygulamalarda kullanılan maddelerin konsantrasyonları, uygulama biçimleri ve ortam şartları en iyi şekilde optimize edilmeli ve doğru sonuçların alınabilmesi için kapsamlı çalışmalar yapılmalıdır.

Lizozim, diğer dekontaminasyon araçları ile sinerjistik etkiye sahip olmaktadır. Örneğin laktoferrin ve lizozim *Staphylococcus epidermidis*'e karşı etkilidir (Leitch ve Willcox, 1998). Lizozim ya da krisinin, EDTA ile kombinasyonunun, ette bozulmaya sebep olan ya da patojen mikroorganizmalar üzerinde inhibisyonu artırıcı etkisi olduğu da bilinmektedir (Gill ve Holley, 2003). Lizozim ve nisin karışımının, eti bozan mikroorganizmalara karşı etkili olduğu ve taze domuz etinin depolama ömrünü uzattığı (Nattress ve ark., 2001), aynı şekilde LAB'e karşı lizozim ve nisinin sinerjistik etkiye sahip olduğu (Chung ve Hancock, 2000) bilinmektedir.

Etanol ve nisin bir arada etkinliğinin incelendiği farklı bir çalışmada ise etanol konsantrasyonunun artırılmasıyla, *L. monocytogenes* üzerine inhibe edici etkinin arttığı vurgulanmaktadır (Brewer ve ark., 2002). Ayrıca nisin, potasyum sorbat ve sarımsak yağı ile birleştirilmiş kitosan filmlerin antimikrobiyal aktivitelerinin geliştiği gözlemlenmiştir (Pranoto ve ark., 2005).

Benzoat ve formatın birarada kullanılmasının *L. monocytogenes* üzerine inhibe edici etkisi olduğu tespit edilmiş ayrıca bunlara etanol ilavesinin inhibisyon süresinin kılmasını sağladığı gözlemlenmiştir. Aynı çalışmada etanol varlığında bakterilere karşı en iyi inhibisyon özelliği gösteren asit tuzlarının, format, benzoat, malat, laktat ve sorbat olduğu da belirtilmektedir (Barker ve Park, 2001). Bunlara ek olarak, ette laktosin varlığının, *L. monocytogenes*'i inhibe etmek için gereken nitrit seviyesini düşürdüğü belirtilmekte ve laktosinle organik asitler (askorbik asit) ve tuzlarının (sodyum laktat, sodyum aljinat) sinerjistik etki göstererek *L. monocytogenes*'i inhibe ettiği vurgulanmaktadır (Vignolo ve ark., 1998).

Kimyasal uygulamalara ek olarak farklı fiziksel uygulamalar da dekontaminasyon işleminin etkinliğini arttırmaktadır. Örneğin tavuk karkasında potasyum sorbatın *Salmonella*'ya karşı inhibe edici etkisi sıcaklıktan etkilenmektedir (Bolder, 1997). Aynı zamanda su ve organik asitlerle spreyleme en sık karşılaşılan uygulamalardan birisi olmaktadır (Loretz ve ark., 2011). Nisinle birlikte basınç uygulamasının test edildiği bir çalışmada, bu kombine yöntemin, sadece basınç uygulamasından daha inhibe edici olduğu sonucu elde edilmiş böylece tavuk etinin raf ömrü ve güvenliğinin geliştirildiği vurgulanmıştır (Yuste ve ark., 2002). %2'lik sodyum laktat ve nisin kombinasyonunun *Staphylococcus* kontrolü için en uygun sistem olduğu da belirtilmiştir (Scannell ve ark., 1997).

Bazı durumlarda, ε-polilisin farklı ajanlarla (sodyum laktat, laktik asit, asetik asit) kombine edildiğinde antimikrobiyal aktivitesinin arttığı gözlemlenirken, bu durumun antilisterial etkisine farkedilebilir bir katkısının olmadığı vurgulanmıştır (Geornaras ve Sofos, 2005). Ayrıca ε-polilisin, glisin, sirke ve etanol gibi antimikrobiallarla birleşince sinerjistik etki oluşturabilmektedir (Yoshida ve Nagasawa, 2003). Bu tip uygulamalarda, konsantrasyon, sıcaklık ve süre gibi parametreleri de optimal şekilde değiştirmek, işlemin etkinliğine katkı sağlamaktadır. Chang ve ark. (2010)'nın yaptıkları çalışmada ε-polilisin konsantrasyonu ve uygulama süresinin artırılmasının mikrobiyal düşüşü arttırdığı vurgulanmaktadır. Ayrıca uygulanan tüm yöntemlerin HACCP gibi kalite sistemleri ile entegre edilmesi etkinliğinin artması açısından önem arz etmektedir (Milios ve ark., 2014).

### 3. Sonuç

Et ve ürünleri yapısal özellikleri ve işleme, depolama, ambalajlama ve taşıma koşullarına bağlı olarak tüm süreçlerde kontaminasyona açık gıdalar olabilmektedir. Bu bağlamda et ve ürünlerinin dekontaminasyonu hem ürünün korunması, tüketici sağlığı ve güvenliğinin garanti altına alınması hem de işletme ekonomisine kayıpların engellenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Et ve ürünleri hem patojen hem de bozulmaya sebep olabilen mikroorganizmaları bünyesinde barındırabilmektedir. Uygulanan dekontaminasyon yöntemleri ile üründe bulunan mikroorganizmaları inhibe ederek, raf ömrünü uzatmak ve tüketici sağlığını korumak dekontaminasyonun temel amacını oluşturmaktadır.

Farklı fiziksel uygulamalar doğal ya da yapay olarak elde edilen kimyasallar ve bazı biyolojik antimikrobialer ile et dekontaminasyonunu gerçekleştirmek mümkün olmakta ve bu bağlamda bazı ürünler için en uygun bütünleşik uygulamalar da çeşitli deneyler sonucunda tespit edilmektedir. Uygun ortam şartlarında sinerjistik etki oluşturan uygulamaların bir arada kullanılması ise en iyi dekontaminasyon sonucunu vermektedir.

Optimal uygulama, etin özelliklerine, işleneceği ürüne, ortam şartlarına, mikrobiyal yüke ve mikrobiyotaya bağlı olarak seçilmeli ve belirlenen standartlarda, halk sağlığını riske atmayacak şekillerde uygulanmalıdır.

Gelecek çalışmalarda, farklı dekontaminasyon uygulamaları kombineleri denenerek en sağlıklı ve uygun dekontaminasyon koşulları farklı et ve ürünleri için araştırılmalıdır. Ayrıca uygulamaların et kalitesi ve aroması üzerine olumlu ve olumsuz etkileri de araştırmalarda değerlendirilmelidir.

### Kaynakça

- Adams, M. (2003). Nisin in Multifactorial Food Preservation. S. Roller içinde, *Natural Antimicrobials for The Minimal Processing of Foods*. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Ali, H.N., Farooqui, A., Khan, A., Khan Y.A., Kazmi U. S.(2010). Microbial contamination of raw meat and its environment in retail shops in Karachi, Pakistan. *J. Infect Dev Ctries*. 4(6):382-388.
- Al-Nabulsi A., Osaili, T., Awada A., Olaimat, A., Shaker, R., Holley, R. (2014). Occurrence and antibiotic susceptibility of *Listeria monocytogenes* isolated from raw and processed meat products in Amman, Jordan. *Journal of Food* <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19476337.2014.982191#.VJPNlshD8> adresinden 19.12.2014 tarihinde alınmıştır.
- Appendini, P., & Hotchkiss, J. H. (2002). Review of antimicrobial food packaging. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, (3): 113-126.
- Avens, J. S., Albright, S. N., Morton, A. S., Prewitt, B. E., Kendall, P. A., & Sofos, J. N. (2002). Destruction of microorganisms on chicken carcasses by steam and boiling water immersion. *Food Control*, 13, 445-450. In Loretz, M., Stephan, R., & Zweifel, C. (2010). Antimicrobial activity of decontamination treatments for poultry carcasses: A literature survey. *Food Control*, (21): 791-804.
- Aymerich, T., Picouet, P., & Monfort, J. (2008). Decontamination technologies for meat products. *Meat Science*, (78): 114-129.
- Barker, C., & Park, S. F. (2001). Sensitization of *Listeria monocytogenes* to Low pH, Organic Acids, and Osmotic

- Stress by Ethanol. *Applied and Environmental Microbiology* , 67(4): 1594–1600.
- Belk, K. E. (2001). Beef Decontamination Technologies. *Beef decontamination technologies (Beef facts)*.
- Bolder, N. (1997). Decontamination of meat and poultry carcasses. *Trends in Food Science and Technology*, (8): 221–227.
- Bowles, B. L., & Juneja, V. K. (1998). Inhibition of foodborne bacterial pathogens by naturally occurring food additives. *Journal of Food Safety* , (18): 101–112.
- Brewer, R., Adams, M., & Park, S. (2002). Enhanced inactivation of *Listeria monocytogenes* by nisin in the presence of ethanol. *Letters in Applied Microbiology* , (34): 18–21.
- Campos, C. A., Gerschenson, L. N., & Flores, S. K. (2011). Development of Edible Films and Coatings with Antimicrobial Activity. *Food Bioprocess Technol* , (4): 849–875.
- Capita, R., Alonso-Calleja, C., Gacia-Fernandez, M., & Moreno, B. (2002). Review: Trisodium Phosphate (TSP) Treatment for Decontamination of Poultry. *Food Science and Technology International* , 8(1):11–24.
- Carpenter, C.E., Smith, J.V., Broadbent, J.R. (2011). Efficacy of washing meat surfaces with 2% levulinic, acetic, or lactic acid for pathogen decontamination and residual growth inhibition. *Meat Science* (88): 256–260
- Cegielska-Radziejewska, R., Leśniewski, G., Kijowski, J., Szablewski, T., & Zabielski, J. (2009). Effects of Treatment With Lysozyme And Its Polymers On The Microflora and Sensory Properties of Chilled Chicken Breast Muscles. *Bull Vet Inst Pulawy* , (53): 455–461.
- Chang, S.-S., Lu, W.-Y. W., Park, S.-H., & Kang, D.-H. (2010). Control of foodborne pathogens on ready-to-eat roast beef slurry by  $\epsilon$ -polylysine. *International Journal of Food Microbiology* , (141): 236–241.
- Chung, W., & Hancock, R. E. (2000). Action of lysozyme and nisin mixtures against lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology* , (60): 25–32.
- Comery, R., Thanabalasuriar, A., Garneau P., Portt A., Boerlin P., Reid-Smith, R., Harel, J., Manges, A., Gruenheida, S. (2013). Identification of Potentially Diarrheogenic Atypical Enteropathogenic *Escherichia coli* Strains Present in Canadian Food Animals at Slaughter and in Retail Meats. *Applied and Environmental Microbiology*, 79(12): 3892–3896
- Conley, A. J., & Kabara, J. J. (1973). Antimicrobial Action of Esters of Polyhydric Alcohols. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* , 4(5): 501–506.
- Cosentino, S., Tuberoso, C., Pisano, B., Satta, M., Mascia, V., Arzedi, E., et al. (1999). In-vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian Thymus essential oils. *Letters in Applied Microbiology* , (29): 130–135.
- Ding, T., Rahman, S., Purev, U., & Oh, D.-H. (2010). Modelling of *Escherichia coli* O157:H7 growth at various storage temperatures on beef treated with electrolyzed oxidizing water. *Journal of Food Engineering* , (97): 497–503.
- Dupuy, C., Morlot, C., Gilot-Fromont, E., Mas, M., Grandmontagne, C., Gilli-Dunoyer, P., Gaya, E., Callait-Cardinal, M.P. (2014). Prevalence of *Taenia saginata* cysticercosis in French cattle in 2010. *Veterinary Parasitology* (203): 65–72
- Fredriksson-Ahomaa, M., Murros-Konttinen, A., Säde, E., Puolanne, E., Björkroth, J. (2012). High number of *Yersinia enterocolitica* 4/O:3 in cold-stored modified atmosphere-packed pig cheek meat. *International Journal of Food Microbiology* (155): 69–72.
- Friedman, M. (2007). Overview of antibacterial, antitoxin, antiviral and antifungal activities of tea flavanoids and teas . *Mol. Nutr. Food. Res.* , (51): 116–134.
- Gennadios, A., Hanna, M. A., & Kurth, L. B. (1997). Application of Edible Coatings on Meats, Poultry and Seafoods: A Review. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol* , (30): 337–350 .
- Geornaras, I., & Sofos, J. N. (2005). Activity of E–Polylysine Against *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium, and *Listeria monocytogenes*. *Food Microbiology and Safety* , 70 (9): 404–408.
- Gill, A. O., & Holley, R. A. (2003). Interactive inhibition of meat spoilage and pathogenic bacteria by lysozyme, nisin and EDTA in the presence of nitrite and sodium chloride at 24 °C. *International Journal of Food Microbiology* , (80): 251– 259.
- Gill, A. O., & Holley, R. A. (2004). Mechanisms of Bactericidal Action of Cinnamaldehyde against *Listeria monocytogenes* and of Eugenol against *L. monocytogenes* and *Lactobacillus* Sakei. *Applied and Environmental Microbiology* , 70 (10): 5750–5755.
- Giroux M., & Lacroix M. (1998). Nutritional adequacy of irradiated meat - a review. *Food Research International*, 31(4): 257–264
- Hammer, K., Carson, C., & T.V. Riley, 2. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology* , (86): 985–990.
- Harris, D., Brashears, M.M., Garmyn, A.J., Brooks, J.C., Miller M.F. (2012). Microbiological and organoleptic characteristics of beef trim and ground beef treated with acetic acid, lactic acid, acidified sodium chlorite, or sterile water in a simulated commercial processing environment to reduce *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella*. *Meat Science* (90): 783–788
- Hecer, C., Ulusoy Sözen, B.H. (2011). Microbiological properties of mechanically deboned poultry meat that applied lactic acid, acetic acid and sodium lactate. *African Journal of Agricultural Research* 6(16): 3847–3852.
- Hiraki, J., Ichikawa, T., Ninomiya, S.-i., Seki, H., Uohama, K., Seki, H., et al. (2003). Use of ADME studies to confirm the safety of e-polylysine as a preservative in food. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* , (37): 328–340.
- Huang, Y.-R., Hsieh, H.-S., Lin, S.-Y., Lin, S.-J., Hung, Y.-C., & Hwang, D. F. (2006). Application of electrolyzed oxidizing water on the reduction of bacterial contamination for seafood . *Food Control* , (17): 987–993.
- James, C. (2002). New Developments in Decontaminating Raw Meat. J. Kerry, J. Kerry, & D. Ledward içinde, *Meat Processing Improving Quality*. CRC Press LLC and Woodhead Publishing Ltd. .
- James, S., Brown, T., Evans, J., James, C., Ketterington, L., & Schofield, I. (1998). Decontamination of meat, meat products and other foods using steam condensation and organic acids. *3rd Karlsruhe Nutrition Symposium European Research towards Safer and Better Food*, (s. 175–185). Germany.
- Leitch, E. C., & Willcox, M. D. (1998). Synergic antistaphylococcal properties of lactoferrin and lysozyme. *J. Med. Microbiol.* , (47): 837–842.
- Laukkanen-Ninios, R., Fredriksson-Ahomaa, M., Majjala, R., Korkeala H. (2014). High prevalence of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in pig cheeks. *Food Microbiology* (43): 50–52.
- Lin, D., Yan, M., Lin, S., Chen, S. (2014). Increasing prevalence of hydrogen sulfide negative *Salmonella* in retail meats. *Food Microbiology*, (43): 1–4.
- Loretz, M., Stephan, R., & Zweifel, C. (2011). Antibacterial activity of decontamination treatments for cattle hides and beef carcasses. *Food Control* , (22): 347–359.



- Loretz, M., Stephan, R., & Zweifel, C. (2010). Antimicrobial activity of decontamination treatments for poultry carcasses: A literature survey. *Food Control*, (21): 791–804.
- Mani-López, E., García H.S., López-Malo A. (2012). Organic acids as antimicrobials to control Salmonella in meat and poultry products. *Food Research International* (45): 713–721
- McClure, P. J. (2002). Microbiological Hazard Identification in the Meat Industry. J. Kerry, J. Kerry, & D. Ledward içinde, *Meat Processing Improving Quality*. CRC Press LLC and Woodhead Publishing Ltd.
- Meyer, A. S. (2003). Antimicrobial Enzymes. P. Zeuthen, & L. Bogh-Sorensen içinde, *Food Preservation Techniques*. England: CRC Press.
- Milios, K., Drosinos, E.H., Zoiopoulos, P.E. (2014). Carcass decontamination methods in slaughterhouses: a review. *J Hellenic Vet Med Soc* 65(2): 65-78.
- Nattress, F., Yost, C., & Baker, L. (2001). Evaluation of the ability of lysozyme and nisin to control meat spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, (70): 111–119.
- Olasupo, N. A., Fitzgerald, D. J., Gasson, M. J., & Narbad, A. (2003). Activity of natural antimicrobial compounds against *Escherichia coli* and *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. *Letters in Applied Microbiology*, (36): 448–451.
- Paulsen, P., & Smulders, F. J. (2003). Combining Natural Antimicrobial System with Other Preservation Techniques: The Case of Meat. P. Zeuthen, & L. Bogh-Sorensen içinde, *Food Preservation Techniques*. England: CRC Press.
- Pearse, B.H.G., Traub, R.J., Davis, A., Cobbold, R., Vanderlinde, P.B. (2010). Prevalence of *Cysticercus bovis* in Australian cattle. *Australian Veterinary Journal* 88(7): 260-262
- Pranoto, Y., Rakshit, S., & Salokhe, V. (2005). Enhancing antimicrobial activity of chitosan films by incorporating garlic oil, potassium sorbate and nisin. *LWT*, (38): 859–865.
- Podpečan, B., Pengov, A., Vadnjak, S., (2007). The Source Of Contamination Of Ground Meat For Production Of Meat Products With Bacteria *Staphylococcus Aureus*. *Slov Vet Res*, 44 (1/2): 25-30.
- Popescu, R., Pistol, A., Miltaru, L., Caplan, D., Cucuicu R., Popovici F. (2011). Two cases of infection with *Bacillus anthracis*, Romania, October (2011). *Eurosurveillance*, 16(45): 10-12
- Purnell G., Mattick K., Humphrey T., (2004). The use of hot wash treatments to reduce the number of pathogenic and spoilage bacteria on raw retail poultry. *Journal of Food Engineering*, (62): 29–36.
- Ray, B., & Miller, K. W. (2003). Bacteriocins Other Than Nisin: The Pediocin-Like Cystobiotics of Lactic Acid Bacteria. S. Roller içinde, *Natural Antimicrobials for The Minimal Processing of Foods*. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Restaino, L., Frampton, E. W., Hemphill, J. B., & Palnikar, P. (1995). Efficacy of Ozonated Water against Various Food-Related Microorganisms. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(9): 3471–3475.
- Roller, S. (2003). Chitosan: New Food Preservative or Laboratory Curiosity? S. Roller içinde, *Natural Antimicrobials for The Minimal Processing of Foods*. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Scannell, A. G., Hill, C., Buckley, D. J., & Arendt, E. K. (1997). Determination of the influence of organic acids and nisin on shelf life and microbiological safety aspects of fresh pork sausage. *Journal of Applied Microbiology*, (83): 407-412.
- Simpson, C. A., & Sofos, J. N. (2009). Antimicrobial Ingredients. R. Tarte içinde, *Ingredients in Meat Products Properties, Functionally and Applications* (s. 301-377). Springer.
- Sofos, J. N., & Smith, G. C. (1998). Nonacid meat decontamination technologies: Model studies and commercial applications. *International Journal of Food Microbiology*, (44): 171-188.
- Stahl-Biskup, E., & Venskutonis, R. P. (2004). Thyme. K. V. Peter içinde, *Handbook of Herbs and Spices Volume 2*. Woodhead Publishing Ltd.
- Stark, J. (2003). Natamycin: an Effective Fungicide for Food and Beverages. S. Roller içinde, *Natural Antimicrobials for The Minimal Processing of Foods*. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Tassou, C. C., Nychas, G. J., & Scandamis, P. N. (2004). Herbs and Spices and Antimicrobials. K. V. Peter içinde, *Handbook of Herbs and Spices Volume 2*. Woodhead Publishing Ltd.
- Thomas, J., & Duethi, P. P. (2001). Cinnamon. K. V. Peter içinde, *Handbook of Herbs and Spices Volume 1*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- USDA/EPA. (2012). Microbial Risk Assessment Guideline Pathogenic Microorganisms With Focus On Food And Water. Publication Numbers: USDA/FSIS/2012-001, EPA/100/J12/001.
- Ünlütürk, A., & Turantaş, F. (1998). *Gıda Mikrobiyolojisi*. İzmir: Mengi Tan Basımevi.
- Vignolo, G., Fadda, S., Kairuz, M. N., Holgado, A. P., & Oliver, G. (1998). Effects of curing additives on the control of *Listeria monocytogenes* by lactocin 705 in meat slurry. *Food Microbiology*, (15): 259-264.
- Waters, A., Contente-Cuomo, T., Buchhagen, J., Liu, C., Watson, L., Pearce, K., Foster, J., Bowers, J., Driebe, E., Engelthaler, D., Keim, P., Price, L. (2011). Multidrug-Resistant *Staphylococcus aureus* in US Meat and Poultry. BRIEF REPORT (52): 1227-1230.
- Wheeler, T.L., Kalchayanand, N., Bosilevac J.M. (2014). Pre- and post-harvest interventions to reduce pathogen contamination in the U.S. beef industry. *Meat Science* (98): 372–382
- Yamauchi, K., Tomita, M., Giehl, T. J., & III, R. T. (1993). Antibacterial Activity of Lactoferrin and a Pepsin-Derived Lactoferrin Peptide Fragment. *Infection and Immunity*, 61 (2): 719-728.
- Yoshida, Y., & Nagasawa, T. (2003).  $\epsilon$ -Poly-L-lysine: microbial production, biodegradation and application potential. *Appl. Microbiol Biotechnol*, (62): 21-26.
- Yuste, J., Pla, R., Capellas, M., & Mor-Mur, M. (2002). Application of high-pressure processing and nisin to mechanically recovered poultry meat for microbial decontamination. *Food Control*, (13): 451–455.