

## Etlerin Korunmasında Kullanılan Kimyasal Yöntemler

**Dilek KESKİN<sup>\*1</sup>**, **Bülent BOZDOĞAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Köşk Meslek Yüksekokulu Köşk - AYDIN*

<sup>2</sup> *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Efeler - AYDIN*

**Öz:** Et ve et ürünleri tüketicilerin çoğunlukla tercih ettiği, hayvansal orjinli protein kaynağıdır. Et tüketimi dünya çapında artış göstermektedir. Bu nedenle etlerin hazırlanması, tüketime sunulması ve uzun süre saklanabilmesi önem arz etmektedir. Et bozulması sonucunda dokunun rengi, tonu değişmekte, yapışkan hale gelmekte, kötü koku ve tat görülmektedir. Hayvan etlerinin bozulmasından sorumlu mikroorganizmalar arasında funguslardan *Cladosporium*, *Sporotrichum*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Mucor*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, bakterilerden ise *Brochothrix*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Sarcina*, *Lactobacillus*, *Salmonella*, *Escherichia*, *Clostridium* ve *Bacillus*'a ait türler sayılabilir. Bu mikroorganizmaların gelişimini önlemek için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Kullanılan yöntemler fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere üç bölüme ayrılabilir. Etleri korumada kullanılan tuzlama yöntemi eski çağlardan beri kullanılan bir kimyasal yöntemdir. Gıda katkı maddesi olarak kabul edilen diğer kimyasal maddeler de et koruması için kullanılmaktadır. Bu derlemede etlerin korunmasında kullanılan kimyasal yöntemler anlatılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** et, kimyasal koruma, raf ömrü

### Chemical Preservation Methods Used for Meats

**Abstract:** Meat and meat products are the preferred protein with animal origin for consumers. Meat consumption increases worldwide. For this reason, it is important to prepare meats, to offer them for consumption and to be kept for a long time. As a result of meat putrefaction, the color of the tissue and tone is changed, it becomes sticky, bad smell and taste are seen. Microorganisms responsible for the deterioration of animal meat include from molds, *Cladosporium*, *Sporotrichum*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Mucor*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Rhodotorula* from bacteria, *Brochothrix*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Sarcina*, *Lactobacillus*, *Salmonella*, *Escherichia*, *Clostridium* and *Bacillus*. Different methods are used to prevent the growth of these microorganisms. The methods used can be divided into three parts: physical, chemical and biological. The salting method is used for preservation of meat as a chemical method since ancient times. Other chemicals which are considered as food additives are also used for meat protection in this review, chemical methods used for preservation of meat are described.

**Keywords:** meat, chemical preservation, shelf life

### GİRİŞ

Etlerin korunması, satışa sunulması ve tüketimine kadar geçen zamanda fiziksel özelliklerinde bir değişiklik olmaması besin değerinin azalmaması için gereklidir (Zhou ve ark., 2010). Kurutma, tütsüleme, fermentasyon, buzdolabında saklama ve konserveleme gibi yöntemlerin yerini kimyasal, biyolojik ve non termal teknikler almıştır (Nychas ve ark., 2008). Et koruma yöntemleri, mikroorganizma gelişmesini kontrol etmek, istenmeyen fiziksel, kimyasal ve fizyolojik değişimleri azaltmak veya kontaminasyonu engellemek esasına dayanan fiziksel, kimyasal veya biyolojik yöntemler şeklinde üç yolla gerçekleştirilmektedir (Zhou ve ark., 2010; Amit ve ark., 2017; Pal ve Devrani, 2018). Et ve et ürünlerinin pH'sı 5,6 ve daha yüksek olduğundan bu gıdalarda küf ve mayalar kadar bakteriler de bozulmaya neden olmaktadır. Mikrobiyal büyüme sonucu gözlenen, kaygan tabaka oluşumu, yapısal içeriklerin bozulması kötü koku ve görünüşteki değişiklik bu pH aralığında olmaktadır (Russel ve ark., 1996).

Etlerin korunması için çeşitli kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Bu kimyasalların temel amacı bakteri çoğalmasını ve enzimatik aktiviteleri engellemektir.

### ETLERİN KORUNMASINDA KULLANILAN KİMYASAL MADDELER

**Sodyum Klorür (NaCl):** Büyüme ortamına veya gıdalara NaCl eklenmesi su aktivitesini azaltmaktadır. *Pseudomonas* spp. ve *Enterobacteriaceae* gibi tuza hassas mikroorganizmaların ette çoğalması, %4'lük sodyum klorür ilavesi ile engellenebilmektedir. Çünkü su aktivitesi (aw) 0,99'dan 0,97'e düşmektedir. Bununla birlikte, laktik asit bakterileri ve mayalar gibi tuza dayanıklı mikroorganizmalar bu su aktivitesi seviyesinde bile çoğalabilmektedir (Doyle, 1999; Borch ve ark., 1996; Decker ve Xu, 1998).

Sodyum tuzları, Kanada Yiyecek ve İlaç Yasası'na göre etler için listelenen Good Manufacturing Practice (GMP) listesinde yer almaktadır (DJC, 2009). Amerikan Yiyecek ve İlaç İdaresi'ne (USFDA, 2009) göre, kür tuzları GRAS (generally regarded as safe) olarak listelenmiştir. Sodyum klorür, (%1 ya da %2'lik konsantrasyonu), sodyum ya da potasyum laktat (%2) veya sodyum klorür ile laktat

**Sorumlu Yazar:** [dkeskin@adu.edu.tr](mailto:dkeskin@adu.edu.tr)

**Geliş Tarihi:** 11 Nisan 2019

**Kabul Tarihi:** 12 Aralık 2019

kombinasyonları gıda muhafazasında çok uzun zamandır kullanılmaktadır. Sodyum klorür, mikroorganizma gelişmesini, ozmotik basıncı arttırarak ve gıdadaki su aktivitesini azaltarak inhibe etmektedir. Sodyum klorür'ün %2 gibi düşük konsantrasyonları ete uygulandığında, bazı bakterilerin ette gelişimi engellenmektedir (Urbain, 1971). Yüzde yirmilik sodyum klorür konsantrasyonu ise, *Debaryomyces hansenii*, *Yarrowia lipolytica*, *Kloeckera apiculata*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Zygosaccharomyces rouxii*, *Kluyveromyces marxianus*, *Pichia membranaefaciens*, *Pichia anomala* ve *Saccharomyces cerevisiae* gibi birçok gıda bozulmasına neden olan mayaları inhibe edecek kadar yüksektir (Praphailong ve Fleet, 1997). Bununla birlikte, bazı mikroorganizmalar *Micrococci* ve *Bacillus* cinsinden olan bakterilerin yüksek tuz konsantrasyonlarına tolerans gösterdiği gözlenmiştir (Urbain, 1971).

Yapılan başka bir çalışmada, sodyum klorürün diğer antimikrobiyal ajanlarla kombinasyon halinde uygulandığında sinerjik etki sergilediği görülmüştür (Casey ve Condon, 2002). Tek başına pH 4,2'lik laktik asit çözeltisi uygulandığında, *Escherichia coli* O157: H45'in büyümesi üzerine daha az etkili olurken, NaCl ve pH 4,2'lik laktik asit çözeltisinin *Escherichia coli* O157: H45'in büyümesi üzerinde inhibe edici etkisini artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca laktatın tek başına kullanımından NaCl ve sodyum laktat kombinasyonunun, etin bozulmasını geciktirmede daha etkili olduğunu bildirilmiştir (Tan ve Shelef, 2002). Kenawi ve ark. (2009) sodyum klorürün, sodyum laktatlı yada sodyum laktatsız kullanımının aerobik bakteri sayısı, psikotrofik bakteri sayısı ve laktik asit bakteri sayısında azalmaya neden olduğu ve 24 güne kadar raf ömrünü uzattığını bildirmiştir.

**Şekerler:** Şekerler gıdalardaki su aktivitesini azaltma özelliklerine sahiptir. Dekstroz, sükroz, kahverengi şeker, mısır şurubu, laktoz, bal, pekmez, maltodekstrinler ve nişastalar genellikle lezzet arttırmak, tuzun sertliğini azaltmak ve su aktivitesini düşürmek için kurutulmuş et işlemede kullanılmaktadırlar (USDA, 2005). Sukroz varlığında ise su aktivitesinde düşüş ve buna bağlı olarak *Staphylococcus aureus* büyümesinde ise azalma gözlenmiştir (Chirife, 1994). Sükroz kullanımının su aktivitesini 0,96 seviyesine düşürdüğü durumlarda kserofilik organizmaların büyümesinin dahi durdurduğu gözlenmiştir (Gibbs ve Gekas, 2010).

**Antimikrobiyal Koruyucular:** Kesim, nakliye, işleme ve saklama esnasında mikrobiyal çoğalmayı azaltarak etin raf ömrünü uzatmak için kullanılan maddelerdir (Rahman, 1999). Bakteri üretmesi ve etin bozulması bakteri türlerine, besin maddelerinin bulunabilirliğine, pH, sıcaklık, nem ve gaz atmosferine bağlıdır (Cerveny ve ark., 2009). İşleme sırasında eklenen antimikrobiyal bileşikler hijyenik koşullara uygun olarak ilave edilmelidir (Ray, 2004). Antimikrobiyal

ajanlar ile birlikte soğutma kullanılırsa etin korunmasında oldukça etkili olur (Cassens, 1994). Antimikrobiyal bileşikler genelde klorürleri, nitritleri, sülfidleri veya organik asitleri içerirler (Chiple, 2005; Ray, 2004; Archer, 2002).

**Nitritler:** Et koruma sanayinde kullanılan nitritler her zaman sodyum nitrit veya potasyum nitrit gibi tuz formundadır. Nitritler, stabil kırmızı et renginin korunmasını sağlar, et lezzetinin bozulmasına engel olur ve etlerin yumuşamasına neden olur (Jay ve ark., 2005).

Vakum paketlerinde anaerobik ortamda büyüyen ve toksin üreten bakteriler çoğalabilmektedir. *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus* ve *Yersinia enterocolitica* gibi toksin üreten bakterilerin çoğalmasını önleyen nitrit içeren antimikrobiyal bileşikler uzun süredir kullanılmaktadır (Cassens, 1994; Ray, 2004; Roberts, 1975; Giusti ve Vito 1992; Archer, 2002; Lövenklev ve ark., 2004; Sindelar ve Houser, 2009).

Nitrit tuzları, anaerobik bakterilerin kontrol edilmesine ek olarak renk değişikliğinin oluşmasını, lipitlerin okside olmasını ve koku oluşumunu önlemede etkilidirler (Sindelar ve Houser, 2009; Lövenklev ve ark., 2004; Archer, 2002; Giusti ve Vito 1992; Roberts, 1975). Gıdalara nitrit ilavesi, mikroorganizmaların gelişimini birkaç yolla etkilemektedir. Bunlardan ilki nitritlerin düşük pH seviyelerinde aminoasitlerin alfa-amino gruplarıyla reaksiyona girebilmesidir. Diğer bir mekanizma ise mikroorganizmanın kükürt kullanımını sülfidril gruplarını bloke ederek engellemektedir. Ayrıca nitritler demir içeren bileşiklerle reaksiyona girerek bakterilerin demir bileşiklerini kullanımını engellerler. Son olarak mikroorganizmaların membran geçirgenliklerini bozarak hücre içine molekül transportunu engellerler (Urbain, 1971; Cassens, 1994; Ray, 2004). Nitritin bakterilere karşı inhibisyon mekanizması tam olarak bilinmemekte, bu mekanizmanın spor çimlenmesini önlemediği, ancak hücrelerin üremesini engellediği bildirilmektedir. Nitrit, hücre membranları ile reaksiyona girerek *C. botulinum* metabolizması için zorunlu olan maddelerin taşınımını azaltmaktadır. Nitrit, *C. perfringens*'in sülfidril gruplarını bloke etmektedir (Davidson ve ark., 2005).

**Laktik asit:** Laktik asitin antimikrobiyal aktivitesi pH seviyesini düşürmesi ve disosiyasyon olmamış organik asitlerin metabolik inhibisyonu ve hücre zarları boyunca proton transferini engelleyebilme gibi özelliklerine bağlıdır. *Clostridium botulinum* gibi birçok patojen mikroorganizmaya karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği rapor edilmiştir (Davidson ve ark., 2005; Cassens, 1994). Laktik asitin tuz şekli olan laktat et endüstrisinde antimikrobiyal bir madde olarak kullanılmaktadır (Davidson ve ark., 2005).

**Askorbik asit:** Etlerin korunmasında askorbik asit (vitamin C), sodyum askorbat ve D-izosorbat (eritorbat) antioksidan

özellikleri nedeniyle kullanılmaktadır. Askorbik asidin, süflitlerin ve nitritlerin antimikrobiyal aktivitesini artırdığı bildirilmiştir (Mirvish ve ark., 1972; Baird-Parker ve Baillie, 1974; Raevuori, 1975). Antimikrobiyal aktivite göstermelerinde antioksidan özellikleri yanında demiri bağlama özellikleri de etkili olmaktadır (Tompkin ve ark., 2007).

**Benzoik asit:** Benzoik asit ve benzoat, et endüstrisinde koruyucu olarak kullanılmaktadır. Ayrışmamış benzoik asit molekülü, antibakteriyel aktiviteden sorumludur (Krebs ve ark., 1983; Warth, 1991; Brul ve Coote, 1999; Hazan ve ark., 2004; Feiner, 2006). Benzoik asit genellikle bakterilerden çok maya ve küfleri inhibe etmek için kullanılır (Chiple, 2005; Feiner, 2006). Benzoik asit ve sodyum benzoat, hücre içindeki spesifik enzim sistemlerini inhibe ederek antimikrobiyal aktivite göstermektedir. İyonlaşmamış asidin miktarı artan pH ile azaldığı için benzoik asit ve sodyum benzoatın kullanımı asit karakterli gıdalarla sınırlıdır. Ancak sitoplazmaya girdikten sonra asitler nötr pH ortamı nedeniyle ayrışır. Anyon ve katyonlara ayrılan moleküller membrandan geri çıkamaz ve sitoplazmada birikir. Sitozolün asidifikasyonu ve ATP'nin tükenmesi, fizyolojik düzenin bozulmasına neden olur ve nihayetinde mikrobiyal büyümeyi inhibe eder (Krebs ve ark., 1983; Warth, 1991; Brul ve Coote, 1999; Hazan ve ark., 2004; Feiner, 2006). Dąbrowski ve ark. (2002), sodyum benzoatın test edilmiş bir ürünlerdeki bakteri ve mayaların sadece çeşitliliğini azalttığını ve toplam bakteri ve maya sayısını etkilemediğini bulmuştur.

Gıda bozulmasına neden olan bazı mayaların benzoik asit ve tuzlarına karşı dirençli olduğu bildirilmiştir. Hazan ve ark. (2004), yaptığı çalışmada, mayalardan özellikle *Saccharomyces* ve *Zygosaccharomyces*'nin gıdalarda izin verilen benzoik asit limitine direnç gösterdiğini tespit etmiştir. Praphailong ve Fleet (1997), benzoik asidepH 5'de en dayanıklı mayaların *Zygosaccharomyces bailii* ve *Yarrowia lipolytica* olduğunu göstermiştir.

**Sorbik asit:** Sorbik asit (2,4-hekzadienoik) ve tuzları tüm dünyada et ve et ürünlerinde bakteri ve mayaları inhibe etmek için kullanılan koruyuculardan biridir (Urbain, 1971; Davidson ve ark., 2005; Feiner, 2006). Gıdada %0,3 sorbat konsantrasyonu, mikroorganizmaları inhibe edebilecek kadar yüksektir. Sorbik asit, gıdanın iç pH'sını düşürerek, mikroorganizma gelişimini engellemektedir. Davidson ve ark. (2005), sorbatların bakteri spor çimlenmesine müdahale ettiğini bunu da çeşitli enzim sistemlerinin aktivitesini inhibe ederek ve substrat ve elektron taşıma mekanizmalarına müdahale ederek yaptığını bildirmiştir.

Sorbik asidin tek başına veya düşük seviyede sodyum nitrit ile kullanılması, parçalanmış kanatlı ürünlerinde *C. botulinum* sporlarının büyümesini ve toksin üretimini azaltmaktadır. Yapılan bir çalışmada 27 °C'de inkube edilen parçalanmış tavuk etlerine %0,20 sorbik asit ve 20 ppm

sodyum nitrit ilavesinin, *C. botulinum*'un çoğalmasında önlemede 156 ppm sodyum nitritin sağladığı etkiden daha fazla etkili olduğu bildirmiştir (Robach ve ark., 1978). Benzer bir çalışma Sofos ve ark. (1979) tarafından frankfurter tipi tavuk sosislerinde yapılmış ve botulinum toksin sentezini engellemede sorbit asit ve sodyum nitrit karışımının etkili olduğu gösterilmiştir. Aynı araştırmacılar, 156 ppm düzeyindeki nitritin etkisi ile sorbik asit ilave edilmiş 40 ppm sodyum nitrit kombinasyonunun botulinum toksinin oluşumu geciktirmedeki etkisinin benzer olduğunu göstermişlerdir. Sorbik asit eklenmesiyle ilave edilmesi gereken sodyum nitrit oranı azaltılabilmektedir. Dawson ve ark. (1979) yaptıkları çalışmada düşük sodyum nitrit konsantrasyonunun da raf ömrü ve duyuşal karakteristiklere olumlu etkisinin olduğunu ve kanatlı etlerinin renginin ve tadının kabul edilebilir seviyede olduğunu bildirmişlerdir. Sofos ve ark. (1979) 6°C'de bekletilen tavuklarda sorbik asit ilavesinin mikrobiyal büyümeyi 4 ve 8 gün geciktirdiğini bildirmiştir.

Diğer bir çalışmada ise, 4°C'de 7 gün bekletilen, tavuk butlarının %2,5 ve %5'lik potasyum sorbata daldırılarak önemli bir patojen olan *L. monocytogenes*'in gelişimine bakılmıştır. Kontrol grubunda, tavuk butları distile suya batırılmıştır. Potasyum sorbat uygulanan tavuk butlarının raf ömrü kontrol grubuna oranla iki gün daha fazla olmuştur (González-Fandos ve Dominguez, 2007). Kontrol grubuna oranla, %5'lik potasyum sorbat uygulanan tavuk butlarında *L.monocytogenes* sayısında 7 gün depolamanın sonunda 1,3 log düşüş gösterdiği saptanmıştır.

**Fenolik Antioksidanlar:** Et endüstrisinde besinleri oksidatif bozunmadan korumak ve saklama sürelerini uzatmak için esas olarak butil hidroksitoluen (BHT), butil hidroksianisol (BHA), tersiyer butil hidroksikininon (TBHQ) ve propil galatlar (PG) gibi sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Bu sentetik antioksidanlar oldukça etkin, stabil ve ucuz olmalarına karşın, potansiyel yan etkileri mevcuttur. Sentetik antioksidanların memelilerde karsinojenik ve teratojenik etki gösterdiğine dikkat çekilmektedir. Tüketiciler genelde doğal antioksidanları sentetik olanlara tercih etmektedir. Bu nedenle tüketici tercihleri, endüstriyi doğal antioksidan kaynakları aramaya yöneltmiş ve doğal aromatik bitkiler giderek önem kazanmıştır (Shahidi ve ark., 1992; Risch, 1997; Wanasundara ve Shahidi, 1998; Harborne ve Williams, 2000; Fernandez-Lopez ve ark., 2005).

BHA, BHT, TBHQ ve PG'nin yanında, fenolik bir madde olan tokoferoller de (E vitamini), et ve et ürünlerinin oksidasyonunu önlemede yaygın olarak kullanılmaktadır. E vitamini genellikle doğal katkı maddesi olarak değerlendirilir. Bununla birlikte, çoğu çalışmada kullanılan tokoferol doğal bir kaynaktan elde edilmemiştir (Grun, 2009). Tavuk etinin muhafazasında üzerinde durulan yeni bir uygulama yöntemi de piliçlerin beslenmesi sırasında E

vitamini kullanımıdır. Yapılan çalışmalarda E vitamini düzeyinin artmasıyla lipid peroksidasyonu için gösterge olan Tyobarbiturik asit Reaktif Substans (TBARS) değerinin düştüğü belirtilmiştir. Normal olarak beslenen piliçlere ait karkaslar 4 °C sıcaklıkta 12 gün sonra bozulmaya başlarken, 160 mg/kg E vitamin katkılı yem ile beslenen piliç etlerinin ise bozulmadığı gözlemlenmiştir (Yücelt, 1998).

BHA, BHT ve TBHQ genellikle Gram negatif bakterilere, küf ve mayalara, virüslere ve protozoaya karşı antimikrobiyal etki göstermektedir (Branen ve ark., 1980). Hücre zarı ve enzimleri antimikrobiyal katkı maddelerinin varlığından etkilenir (Ray, 2004). BHA ve PG karışımları gıda olarak tüketilen ve tüketilmeyen domuz yağı ve kuyruk yağlarında stabilizatör olarak sıklıkla kullanılır. Yapılan bir çalışmada %0,01 TBHQ'nun antioksidan özelliklerinin BHA veya %0,02 BHT'ye kıyasla iki misli fazla olduğunu bildirmiştir (Toldra ve ark., 2001). Antioksidanın etkinliğinde serbest radikallerin nötralizasyonu için mevcut olan fenolik hidroksil gruplarının sayısı önemlidir (Rice-Evans ve ark., 1996).

**Fosfatlar:** Gıda katkı maddelerindeki antioksidanlar arasında, fosfatlar, et ürünlerindeki potansiyel antioksidan aktiviteleri ilk araştırılan maddeler arasındadır (Trout ve Dale 1990). Kümes hayvanları, deniz ürünleri ve diğer etlerin saklanması için fosfatlar kullanılmaktadır. Fosfat tuzlarının türüne ve kombinasyonlarına göre etkileri değişmektedir. Fosfatlar hücre bölünmesi için gerekli olan metal iyonları ile kompleks oluşturmak suretiyle bakteri çoğalmasını baskılayarak, sodyum asit pirofosfat gibi asidik polifosfatların ortam pH'sını düşürmesi ile hücre duvarı bütünlüğünü veya hem/heminkullanımını bozarak, hücre morfolojisinde değişikliğeneden olarak, oksidatif stresi arttırarak antimikrobiyal etkilerini göstermektedirler. Fosfatların soğutulmuş etlerde su aktivitesini azaltmak, hücre bütünlüğünü de bozmaktadır (ICLPP, 2006).

**Antibiyotikler:** Dünya'da hayvancılık sektöründe tedavi ve koruyucu amaçlarla antibiyotikler kullanılmaktadır. Antibiyotikler arasında en sık oksitetrasiklin, kloramfenikol ve penisilin kullanılmaktadır. Ayrıca verim artırıcı amaçla çinko basitrasin ve oksitetrasiklin kullanıldığı bildirilmektedir (Booth, 1987; Büyükbay, 1972; Şanlı ve ark., 1986; Şanlı, 1988; Soepranianondo ve ark., 2019). Tolgay (1958) kesimden sonra ete antibiyotiğin püskürtülerek (özellikle tavuk ve balıklarında) uygulanması ile kokuşmanın geciktirilebileceğini bu uygulamanın balığın dayanma süresini %80-150 oranında arttırdığını bildirmiştir.

## SONUÇ

Et ve et ürünlerinin raf ömrünün uzatılması ve bozulmasının önlenmesi amacıyla farklı yöntemler kullanılmaktadır. Muhafaza yöntemleri için en önemli hususlardan birisi de bu yöntemlerin aynı zamanda ürünlerin tazeliğini muhafaza etmesi, gıda güvenliği sağlanması, besin değerlerini ve besin kalitesini korumasıdır. Gıda muhafazasına yönelik yeni

yaklaşımların geliştirilmesi önemli bir zorunluluktur. Ancak koruma amacıyla kullanılacak kimyasal yöntemlerin tüketici sağlığına zarar vermemesi ve ürünlerin tadında herhangi bir bozulma oluşturmaması gerekir.

## KAYNAKLAR

- Amit SK, Uddin MM, Rahman R, Islam S M, Khan MS (2017) A review on mechanisms and commercial aspects of food preservation and processing. *Agriculture & Food Security* 6: 51. <https://doi.org/10.1186/s40066-017-0130-8>
- Archer DL (2002) Evidence that ingested nitrate and nitrite are beneficial to health. *Journal Food Protection* 65: 872-875.
- Baird-Parker AC, Baillie MAH (1974) The inhibition of *Clostridium botulinum* by nitrite and sodium chloride. In: *Proceedings of the International Symposium on Nitrite in Meat Products*. Tinbergen, B.J. and B. Krol (Eds). Wageningen: Pudoc, Zeist, The Netherlands, September 10-14, 1973, pp: 77.
- Booth NH (1987) *Veterinary pharmacology and Therapeutics*. 6 th Ed., The Iowa State University Press, Ames. Iowa.
- Borch E, Kant-Muemansb ML, Blixt Y (1996) Bacterial spoilage of meat products. *International Journal of Food Microbiology* 33: 103-120.
- Branen AL, Davidson PM, Katz B (1980) Antimicrobial properties of phenolic antioxidants and lipids. *Food Technology* 34: 42-53.
- Brul S, Coote P (1999) Preservative agents in foods mode of action and microbial resistance mechanisms. *International Journal of Food Microbiology* 50: 1-17.
- Büyükbay F (1972) Kasaplık hayvan etlerinde inhibitör maddelerin (antibiyotiklerin) araştırılması. Uzmanlık Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Casey PG, Condon S (2002) Sodium chloride decreases the bactericidal effect of acid pH on *Escherichia coli* O157:H45. *International Journal of Food Microbiology* 76: 199-206.
- Cassens RG (1994) *Meat Preservation, Preventing Losses And Assuring Safety*, 1st Edn., Food and Nutrition Press, Inc. Trumbull, Connecticut, USA, 79-92.
- Cervený J, Meyer JD, Hall PA (2009) Microbiological Spoilage of Meat And Poultry Products In: *Compendium Of The Microbiological Spoilage, Of Foods And Beverages*. Food Microbiology and Food Safety, W.H. Sperber and M.P. Doyle (Eds.). Springer Science and Business Media, NewYork, 69-868.
- Chipleý JR (2005) Sodium benzoate and benzoic acid. In: *Antimicrobials in Food*, 3rd Edn., Davidson, P.M., J.N. Sofos and A.L. Branen (Eds.). CRC Press, Florida, 11-48.
- Chirife J (1994) Specific solute effects with special reference to *Staphylococcus aureus*. *Journal of Food Engineering* 22: 409-419.
- Dąbrowski W, Różycka-Kasztań K, Czeszejko K ve Mędrała D (2002) Microflora of low-salt herring II. The influence of sodium benzoate on microflora of low-

- salt herring. Electronic Journal of Polish Agriculture Universities 5:14.
- Davidson PM, Sofos JN, Branan AL (2005) Antimicrobials in Food, 3rd Edn., CRC Press, Boca Raton, Florida, 12-17, 29, 68, 116,151, 460-469.
- Dawson L E, Gray JI, Price JF, Stevenson K E (1979) Nitrite in cured poultry products. I. Chicken frankfurters. Final report. Submitted to Monsanto Co. Sept. 15.
- Decker EA, Xu Z (1998) Minimizing rancidity in muscle foods. Food Technology, 52: 54-59.
- DJC (2009) Food and Drug Act, Department of Justice, Canada.  
<http://laws.justice.gc.ca/en/showtdm/cr/C.R.C.-c.870>.
- Doyle EM (1999) Use of other preservatives to control listeria in meat. Retrieved on 11th August, 2010, from <http://www.amif.org/ht/a/GetDocumentAction/i/7428>
- Feiner G (2006) Meat products handbook: Practical science and technology. CRC Press, Cambridge, England 73-74, 112-113.
- Fernandez-Lopez J, Zhi N, Aleson-Carbonell I, Perez-Alvarez A, Kuri V (2005) Antioxidant and antibacterial activities of natural extract application in beef meatballs. Meat Science 69(3): 371-380.
- Gibbs P, Gekas V(2010) Water activity and microbiological aspects of foods a knowledge base.<http://www.nelfood.com/help/library/nelfoodkb02.pdf>.
- Giusti M, Vito E (1992) Inactivation of *Yersinia enterocolitica* by nitrite and nitrate in food. Food Additives Contaminants 9: 405-408.
- González-Fandos E, Dominguez JL (2007) Effect of potassium sorbate washing on the growth of *Listeria monocytogenes* on fresh poultry. Food Control 18: 842-846.
- Grun IU (2009) Antioxidants. In: Ingredients in meat products: Properties, functionality and applications. Tarte, R. (Ed.). Springer Science and Business Media, NewYork, 291-300.
- Harborne JB, Williams CA (2000) Advances in Flavonoid Research Since 1992. Phytochemistry 55: 481.
- Hazan R, Levine A, Abeliovich H (2004) Benzoic acid, a weak organic acid food preservative, exerts specific effects on intracellular membrane trafficking pathways in *Saccharomyces cerevisiae*. Applied and Environmental Microbiology 70: 4449-4457.
- ICLPP (2006) Meat, Poultry and Seafood: Applications of food phosphates. ICL Performance Products LP, St. Louis, Missouri, USA. <http://www.iclperfproductslp.com/mm/files/ICL Meat.pdf>.
- Jay JM, Loessner MJ, Golden DA (2005) Modern Food Microbiology, 7th Edn., Springer Science and Business Media. NewYork, 63-101.
- Kenawi M A, Abdel Salam RR, Kenawi MN (2009) Effect of antimicrobial agents on some chemical and microbiological characteristics of vacuum-packaged ground buffalo meat Stored under refrigerated condition. Biotechnology Animal Husbandry 25: 231-239.
- Krebs HA, Wiggins D, Stubbs M (1983) Studies on the mechanism of the antifungal action of benzoate. Biochemistry Journal 214: 657-663.
- Lövenklev M, Artin I, Hagberg O, Borch E ve Holst E, Rådström P (2004) Quantitative interaction effects of carbon dioxide, sodium chloride, and sodium nitrite on neurotoxin gene expression in nonproteolytic clostridium botulinum type B. Applied and Environmental Microbiology 70: 2928-2934.
- Mirvish SS, Wallcave L, Eagen M, Shubik P (1972) Ascorbate-nitrite reaction: Possible means of blocking the formation of carcinogenic N-nitrosocompounds. Science 7: 65-68.
- Nychas GJE, Skandamis PN, Tassou CC, Koutsoumanis KP (2008) Meat spoilage during distribution. Meat Science 78: 77-89.
- Pal M, Devrani M(2018)Application of Various Techniques for Meat Preservation.Journal of Experimental Food Chemistry 4:1-6.
- Praphailong W, Fleet GH (1997) The effect of pH, sodium chloride, sucrose, sorbate and benzoate on the growth of food spoilage yeasts. Food Microbiology 14: 459-468.
- Raeuori M (1975) Effect of nitrite and erythorbate on growth of *Bacillus cereus* in cooked sausage and laboratory media. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene. Erste Abteilung Originale. Reihe B: Hygiene, präventive Medizin 161:280-287.
- Rahman SF (1999) Post harvest handling of foods of animal origin. In: Handbook of food preservation. Rahman. S.F. (ed). Marcel Dekker, NewYork, 47-54.
- Ray B (2004) Fundamental food microbiology (3rd Edition). CRC Press, Florida,439-534.
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G (1996) Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Radical Biology Medicine 20: 933-956.
- Risch SJ (1997) Spices: Sources, processing and chemistry. Risch S.J., Ho C.T. (eds). Spices flour chemistry and antioxidant properties. American Chemical Society 2-6.
- Robach MC, Ivey F J, Hickey C S (1978) System for evaluation of clostridial inhibition in cured meat products. Applied and Environmental Microbiology 36:210-211.
- Roberts TA (1975) The microbial role of nitrite and nitrate. Journal of Science and Food Agriculture 26: 1755-1760.
- Russell SM, Fletcher DL, Cox NA (1996) Spoilage bacteria of fresh broiler chicken carcasses. Poultry Science 75: 2041-2047.
- Shahidi F, Janitha PK, Wanasundara PD (1992) Phenolic antioxidants. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 32(1): 67-103.
- Sindelar JJ, Houser TA (2009) Alternative curing systems. In: Ingredients in meat products: Properties,

- functionality and applications. Tarte, R.(Ed.) Springer Science and Business Media, NewYork, 379-405.
- Soepranianondo K, Wardhana DK, BudiartoBR, Diyantoro D (2019) Analysis of bacterial contamination and antibiotic residue of beef meat from city slaughterhouses in East Java Province, Indonesia, *Veterinary World*, 12(2): 243-248.
- Sofos JN, Busta F F, Bhothipaska K, Allen C E (1979) Sodium nitrite and sorbic acid effects on *Clostridium botulinum* toxin formation in chicken frankfurter type emulsions. *Journal of Food Science* 44: 668-672-675.
- Şanlı Y (1988) Veteriner Farmakoloji Kemoterapötik İlaçlar. A. Ü. Basımevi, Ankara.
- Şanlı Y, Aydın N, İzgür M, Akman A, Baydan E (1986) Sağıtıcı bazı antibiyotiklerin hayvan yetiştiriciliğinde verim artırıcı ve koruyucu amaçlarla kullanılması sonucu bakterilerde gelişen direnç kazanma olgusunun invivo ve invitro olarak duyarlı mikroorganizmalarla araştırılması. TÜBİTAK. Proje No VHAG-595.
- Tan W, Shelef LA (2002) Effects of sodium chloride and lactates on chemical and microbiological changes in refrigerated and frozen fresh ground pork. *Meat Science* 62: 27-32.
- Toldra F, Sanz Y, Lores M (2001) Meat Fermentation Technology, In Hui, Y.H.Ed.. Meat Science Applications. Marcel Dekker Incorporated New York,USA.
- Tolgay Z (1958) Gıdaların antibiyotiklerle muhafazası. Askeri Veteriner Hekimlik Dergisi, Sayı 205: 20-23.
- Tompkin RB, Christiansen LN, Shapis AB (2007) The effect of iron on botulinal inhibition inperishable canned cured meat. *International Journal of Food Science & Technology* 13: 521-527.
- Trout GR, Dale S (1990) Prevention of warmedover flavor in cooked beef: effect of phosphate type, phosphate concentration, a lemon juice/phosphate blend, and beef extract. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 38: 665-669.
- Urbain WM (1971) Meat Preservation. In: The science of meat and meat products (2nd Edn). Price, J.F. and B.S. Schweigert (Eds). W.H.Freeman and Company, San Francisco, USA,402-451.
- USDA (2005) FSRE (Food Safety Regulatory Essentials) Shelf-Stable, Principles of preservation of shelf-stable dried meat products. United State Department of Agriculture. Food Safety and Inspection Service. <http://www.fsis.usda.gov/PDF/FSRESS7>.
- USFDA, (2009) Food Generally Recognized as Safe (GRAS). U.S. Food and Drug Administration, USA. Retrieved on 14th May 2010, from <http://www.USFDA.gov/Food/FoodIngredientsPackaging/GenerallyRecognizedasSafeGRAS/default.htm>
- Wanasundara PD, Shahidi F (1998) Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils. *Food Chemistry* 63(3): 335-342.
- Warth AD (1991) Mechanism of action of benzoic acid on *Zygosaccharomyces bailii* effects on glycolytic metabolite levels, energy production, and intracellular pH. *Applied and Environmental Microbiology* 57: 3410-3414.
- Yücelt Ö (1998) Broilerlerde Vitamin E'nin Et Kalitesine Etkisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Zhou GH, Xu XL, Liu Y (2010) Preservation technologies for fresh meat-A review. *Meat Science* 86: 119-128.