

Bir Gıda Katkı Maddesi Olarak Laktatların Et ve Et Ürünlerinde Kullanımı

Enver Barış BİNGÖL¹, Kamil BOSTAN¹*

¹İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, 34320 Avcılar, İstanbul, Türkiye

**Sorumlu Yazar: Enver Barış BİNGÖL ¹İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü
34320 Avcılar, İstanbul, Türkiye
e-mail: bingolb@istanbul.edu.tr, Tel: +90 212 473 70 70 / 17152*

Geliş Tarihi /Received: 11.02.2010

ÖZET

Bir organik asit olan laktik asitin tuzu olan laktatlar yüksek etkime gücüne sahip olmaları ve tüketiciler için sağlık riski oluşturmamalarından dolayı gıda maddelerinin mikrobiyolojik güvenliğini sağlamak ve raf ömrünü artırmak için önerilmektedir. Laktatların antimikrobiyel etkisi et ve et ürünlerinde denenmiş; birçok patojen ve bozulma yapıcı mikroorganizmaya karşı etkili olduğu bildirilmiştir. Antimikrobiyel etkilerinin yanı sıra ürünlerin renk, tekstür ve lezzet gibi duyuşal özelliklerini iyileştirdiği ve antioksidan etki gösterdiği de belirtilmiştir. Bu derleme çalışmasında bir katkı maddesi olarak laktik asit tuzlarının et ve et ürünlerindeki çok yönlü olumlu etkileri, konu hakkında yapılan çalışmalarla desteklenerek irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Laktat, antimikrobiyel etki, raf ömrü, et ürünleri

ABSTRACT

USAGE OF LACTATES IN MEAT AND MEAT PRODUCTS AS A FOOD ADDITIVE

Lactates, salts of lactic acid, have high reaction ability and create no risk for the health of the consumers; they are therefore recommended to be used as additives to maintain the microbiological safety and increase the shelf-life of food products. Antimicrobial effect of lactates has been investigated in meat and meat products; and they have been reported to be effective against many pathogenic and spoilage microorganisms. In addition to the antimicrobial effects, it has been reported that they improve the sensorial characteristics like colour, texture and flavour of the products and also exhibit an antioxidant effect. In this review, the many positive effects of lactic acid salts as additives on meat and meat products have been evaluated referring to many studies on the subject.

Key Words: Lactate, antimicrobial effect, shelf-life, meat products

Giriş

Et, içermiş olduğu biyolojik değeri yüksek proteinler nedeniyle insan beslenmesinde vazgeçilmez bir yere sahiptir. Özellikle vücut tarafından sentezlenemeyen eksojen amino-asitleri bol miktarda içermesi, Fe ve Zn gibi mineral maddeler yönünden zengin olması

açısından etin insan beslenmesinde önemi çok büyüktür (Uğur ve ark., 2001). Bununla birlikte et ve et ürünleri kolay bozulabilir gıdalar arasında yer aldığından sınırlı bir raf ömrüne sahiptir. Dolayısıyla bu tip ürünlerin dayanıklılık süresini artırmaya yönelik

çalışmalar günümüzde hala önemini korumaktadır.

Gıda maddelerinin mikrobiyolojik güvenliğini sağlamak ve raf ömrünü artırmak için yaygın kullanılan yöntemler arasında antimikrobiyel katkı maddeleri kullanımı yer almaktadır. Başta nitrat ve nitritler olmak üzere birçok antimikrobiyel etkili maddenin belirli limitler dahilinde et ürünlerinde kullanımına izin verilmektedir. Bununla birlikte bunların birçoğu hakkında tüketici sağlığı için olumsuz etkiler oluşturabileceği iddiaları da güncelliğini korumaktadır. Dolayısıyla tüketicilerde özellikle sentetik katkı maddelerine karşı olumsuz bir görüş hakimdir. Bu nedenlerle tüketici beklentileri doğrultusunda, son yıllarda gıda üretiminde yapay yerine toksik olmadığı bilinen doğal kaynaklardan elde edilmiş katkı maddeleri tercih edilmekte ve her geçen gün bunlara yenileri eklenmektedir. Bunlar içinde gerek insan ve hayvan organizmasında doğal olarak bulunan, gerekse fermente ürünlerde oluşan laktik asitin tuzları bu konu hakkında araştırma yapanlar için önemli bir ilgi odağı olmuştur. Laktatlar ette, birçok bozulma yapıcı ve patojen mikroorganizma üzerine etkili oluşları, ürünlerin duyuşal özelliklerini iyileştirmeleri gibi özellikleri nedeniyle katkı maddesi olarak önerilmiştir (Pegg ve Shahidi, 2000). FDA tarafından GRAS (Generally Recognized As Safe) kategorisine konulan laktatlar gıdalarda direkt olarak kullanımına izin verilmiş katkı maddelerindendir (Anonymous, 2000). Sodyum laktat (E325), potasyum laktat (E326) ve kalsiyum laktat (E327) gıda maddelerinde genel olarak kullanımına izin verilen gıda katkı maddeleri listesinde yer almakta olup kullanım miktarı ile ilgili bir sınırlama (QS) bulunmamaktadır (Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, 2003).

Laktatların Kimyasal Yapısı ve Özellikleri

Sodyum laktat, doğal L(+) laktik asidin tuzudur. Kimyasal yapısı $\text{CH}_3\text{CHOHCOONa}$, molekül ağırlığı ise 112,07'dir. Nötral bir pH'a sahip olması nedeniyle et ve tavuk ürünlerinde kullanımı laktik aside oranla daha uygun bulunmaktadır. Şekerin kontrollü fermentas-

yonu sonunda elde edilmektedir. Sıvı ya da katı halde bulunmaktadır. Genellikle %60'lık çözelti halindeki kullanımı tercih edilmektedir. İçeriğın saflık derecesi % 57'den az, % 66'dan fazla olmamalıdır. İlave edildiği ürünlerde pH değerini düşürmez ancak su aktivitesini azaltır. Kokusuz ya da hafif özel bir kokulu, renksiz, şeffaf bir sıvıdır. Hafif tuzlu bir tada sahiptir ve sodyum klorüre oranla %50 daha az sodyum içermektedir. Çok higroskopiktir. Et ve tavuk ürünlerinde lezzet düzenleyici, pişme verimini artırıcı olarak kullanılır. Bu ürünlerin renklerini ya da su tutma kapasitelerini etkilemez. %2 ya da 3 oranında hazırlanan çözeltileri emülsifiyan, humektant ve pH kontrol edici olarak kullanılmaktadır (Anonymous, 2000; Cubina, 1995; Den Urjl ve Van Burik, 1990).

Potasyum laktat, laktik asitin potasyum tuzudur ve kimyasal yapısı $\text{CH}_3\text{CHOHCOOK}$; molekül ağırlığı ise 128,18'dir. Şekerin kontrollü fermentasyonu sonunda laktik asidin nötralizasyonu ile elde edilmektedir. Potasyum laktat sıvı bir madde olmasının yanında genellikle %60'lık çözelti halindeki kullanımı tercih edilmektedir. İçeriğın saflık derecesi % 57'den az, % 66'dan fazla olmamalıdır. Hafif viskoz, hemen hemen kokusuz, berrak sıvı halde bulunmaktadır. Kokusuz ya da hafif veya karakteristik kokuya sahip olarak tanımlanır (Anonymous, 2000; Shelef, 1994).

Kalsiyum laktat, monohidrat ya da pentahidrat yapısında bulunan higroskopik bir tozdur. Kimyasal yapısı $\text{Ca}[\text{CH}_3\text{CHOHCOO}]_2$, molekül ağırlığı ise 218,22'dir. Laktik asidin kalsiyum karbonatla reaksiyona girmesi sonucunda oluşan beyaz kristal bir tuzdur. Hemen hemen kokusuz, beyaz kristal toz ya da granüller halindedir. Kalsiyum laktat genellikle olgunlaşmış peynirlerde bulunur. Olgunlaşma sırasında laktik asidin aktif bakteriler tarafından daha az çözünür formuna dönüşümü sırasında küçük kristaller halinde çökmesiyle oluşur (Anonymous, 2000; Shelef, 1994).

Laktatların Et ve Et Ürünlerinin Raf Ömrü Üzerine Etkisi

Et ve et ürünlerinin, özellikle geleneksel şekilde dağıtılan ve buzdolabında saklanmak

zorunda olan yarı kürlenmiş et ürünlerinin raf ömürleri kısadır. Tüketici genellikle yemek amacıyla aldığı etin renk ve tadına bakarak güvenilirliğine ve kabul edilebilirliğine karar verir. Taze kırmızı rengin kaybolması, mikrobiyel üreme nedeniyle istenmeyen koku ve tatların gelişmesi ve lipid oksidasyonu tüketicinin o gıdayı kabul etmemesine yol açar. Et ürünlerinde çeşitli mikroorganizma gruplarının üremesini engelleme potansiyelindeki katkı maddeleri ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Bunlar arasında laktatlar da yer almaktadır (Brewer ve ark., 1991; Choi ve Chin, 2003; Cubina, 1995; Houtsma ve ark., 1993; Juneja, 2006; Lamkey ve ark., 1991; Lin ve Lin, 2002; Maca ve ark., 1999; Sallam ve Samejima, 2004; Samelis ve ark., 2002; Stekelenburg, 2003; Velugoti ve ark., 2007).

Laktatlar hem Gram (+), hem de Gram (-) bakterileri inhibe edebilen bakteriostatik bir ajandır. Houtsma ve ark. (1993)'da laboratuvar ortamında optimum üreme şartlarında (pH 6,5; 20°C) sodyum laktatın et ürünlerindeki patojen mikroorganizmalar üzerindeki spesifik etkisini araştırdıkları çalışmalarında Gram (+) bakterilerin laktatlara karşı Gram (-) bakterilerden daha duyarlı olduklarını gözlemlemişler ve nötrale yakın bir pH'da gıda ürünlerine ilave edilen sodyum laktatın raf ömrünü uzattığı sonucuna varmışlardır. Et ve tavuk ürünlerinin raf ömürleri laktat kullanımıyla % 30-150 oranında uzayabilmektedir (Cubina, 1995).

Papadopoulos ve ark. (1991a) pişirilmiş ve vakum altında paketlenmiş sığır etlerini 84 gün süreyle 0°C'de saklamışlar ve %3 ya da %4 sodyum laktat ilave ile örneklerde saklama süresinde mikrobiyel popülasyonda 2 log ünite azalma kaydettiklerini bildirmişlerdir. Çetin ve Bostan (2002) hazır köftelere % 0,5, 1 ve 2 oranlarında sodyum laktat ilavesi ile raf ömründe önemli artış kaydetmişler; kontrol grubu köfte örnekleri 4. gün, % 0,5 ve % 1 sodyum laktat içeren örnekler sırasıyla 6. ve 8. günde bozulmuşken % 2 sodyum laktat içeren grupta muhafazanın 10. gününde bile bozulma belirtileri görülmediği bildirilmiştir. Maca ve ark. (1999) sodyum laktat ve saklama ısılarının vakum altında paketlenmiş sığır köftelerinin raf ömürleri üzerindeki etkilerini araştırdıkları

çalışmalarında pişirilmiş ve vakum altında paketlenmiş %4'e kadar sodyum laktat içeren sığır köftelerini 0, 4, 10 ve 16°C'de 1, 7, 14 ve 21 gün saklamışlar; %3 ya da %4 sodyum laktat içeren ve 10°C'de 7 gün saklanan etlerde aerob mezofil toplam mikroorganizma sayısının daha az olduğunu bildirmişlerdir. Sallam ve Samejima (2004) sığır kıymasına sodyum laktat, NaCl veya karışımını ilave ederek aerobik bakteri, psikrotrofik bakteri, laktik asit bakterisi ve Enterobacteriaceae sayısının çoğalmasını azaltarak raf ömründe 15-21 gün süreyle uzama sağlamışlardır.

De Vegt (1999) tarafından %3,3 oranındaki laktat konsantrasyonun işlenmiş et ürünlerinin raf ömrünü %30-100 oranında uzattığı kaydedilmiştir. Lamkey ve ark. (1991) sodyum laktatın taze domuz sosisinin buzdolabında saklanması üzerindeki etkisi araştırdıkları çalışmalarında sodyum laktatın mikrobiyel sayıyı düşük tutmada etkili olduğunu, ürünün raf ömrünü kontrole oranla 2 haftadan fazla uzattığını gözlemlemişlerdir. Brewer ve ark. (1991) vakum altında paketlenmiş taze domuz sosisine %0, %1, %2 ya da %3 sodyum laktat ilave ettikleri araştırmalarında %2 ya da %3 sodyum laktat ilavesinin mikrobiyel bozulmayı, pH azalmasını ve tat bozulmasını 4°C'de 7 gün geciktirdiğini belirlemişlerdir. %2 sodyum laktat içeren örnekler 24 günlük saklama sürecinde 10⁸ kob/g toplam mikroorganizma sayısına ulaşmamışlardır. Lin ve Lin (2002) düşük yağ oranlı Çin tipi sosileri %3 sodyum laktat, %0,2 trisodyum fosfat ya da %0,2 potasyum sorbat ilave ederek 4°C'de 12 hafta süreyle muhafaza etmişler ve fizikokimyasal ve mikrobiyolojik karakteristikler yönünden %3 sodyum laktatlı sosilerin kalitesinin daha iyi olduğu gözlemlemiş ve sodyum laktatın antimikrobiyel bir ajan olarak kullanım potansiyelinin olduğu belirtilmişlerdir. Sodyum laktatın düşük yağlı frankfurterlere ilave edildiğinde bu ürünlerin raf ömürlerini uzattığı ifade edilmiştir (Bloukas ve ark., 1997). Bingöl ve Bostan (2007) sosis örneklerine % 0, % 0,6, % 1,2 ve % 1,8 sodyum laktat ilavesi ile konsantrasyona bağlı olarak mikrobiyel üremeyi geciktirmiş ve raf ömründe kontrol grubuna kıyasla önemli bir artış

kaydetmişlerdir. Stekelenburg (2003) %2-3 oranında potasyum laktat-sodyum diasetat karışımı ile frankfurter tipi sosislerin raf ömründe %75-125 oranında artış elde ettiğini bildirmiştir.

Debevere (1989) ciğer ezmesinde farklı oranlarda kullanılan sodyum laktatın bakteriyel gelişme üzerine etkisini araştırmış, %1 ve %2 sodyum laktat ilavesinin raf ömründe belirgin bir uzamaya neden olduğunu kaydetmiştir.

Raf ömrünün uzama oranı ürünün tipine (çiğ ya da pişirilmiş, kürlenmiş ya da kürlenmemiş, tütsülenmiş ya da tütsülenmemiş), hazırlanma prosesine ve ilgili floraya bağlıdır (Cubina, 1995). Sodyum laktatın raf ömrü uzatıcı etkisinin düşük sıcaklıklarda daha belirgin olduğu belirtilmiştir (Devlieghere ve ark., 2000).

Laktatların Et ve Et Ürünlerindeki Patojen Bakteriler Üzerine Antimikrobiyel Etkisi

Listeria monocytogenes'in son yıllarda et ürünlerinde sıkça rastlanması ve ısı, düşük su aktivitesi gibi antimikrobiyel etkenlere dayanıklı olması dikkatleri bu mikroorganizma üzerine çekmiştir. Bakterinin buzdolabında saklama sıcaklıklarında üreyebilmesi et ürünleri yönünden çok önemlidir. Üretimin nihayetinde çok az, hatta ihmal edilebilir düzeylerde saptanmasına rağmen et ve tavuk ürünleri bakterinin üremesi için uygun ortama sahiptirler (nötral pH, yüksek a_w); özellikle laktik asit bakterilerinin inhibe edildiği durumlarda laktik asit üretimi de inhibe edildiğinden *L.monocytogenes* kolaylıkla üreyebilmektedir. *L.monocytogenes* özellikle et ürünlerinde post-proses döneminde dilimleme ve paketleme sırasında kontaminasyon oluşturabilmektedir (Rorvik ve Yndestad, 1991; Uğur ve ark., 2001). Pişirildikten sonra işleme tabi tutulan et ve tavuk ürünleri *Listeria* ile kontaminasyona çok hassastır ve laktatların nihai ürünün emniyeti yönünden önemli katkıları vardır (Cubina, 1995).

Bedie ve ark. (2001) laktatların 4°C'de buzdolabında saklanan frankfurterlerde *L.monocytogenes* üremesine karşı etkilerini araştırdıkları çalışmalarında %6'lık sodyum

laktat bakteriostatik ve bakterisidal olarak saptamışlardır. %3'lük sodyum laktat ilavesi adı geçen patojen bakterinin üremesini en az 70 gün önlemiştir. Choi ve Chin (2003) %3,3 sodyum laktat ilavesi ile antilisterial etkinin elde edildiğini ve *L.monocytogenes* için lag fazı gelişiminin 2 hafta kadar geciktirildiğini bildirmişlerdir.

Yapılan bazı çalışmalarda laktatların diğer organik asitlerle kombine kullanımlarının antilisteriyal etkiyi daha da artırdığı ortaya konulmuştur. Stekelenburg (2003) %56 potasyum laktat ve %4 sodyum diasetat içeren karışımdan %2-3 oranında frankfurter tipi sosislere ilave ederek 4°C'de muhafaza sırasında *L.monocytogenes* gelişimini inhibe ettiğini bildirmiştir. Samelis ve ark. (2002) soyulduktan ve vakum altında paketlenen sonra *L.monocytogenes* inokule edilen frankfurter örneklerine %1,8 oranındaki sodyum laktatı tek başına ya da %0,25 sodyum asetat, sodyum diasetat veya glukodelta-lakton ile kombine olarak katarak 4°C'de 120 güne kadar muhafaza etmişlerdir. Tek başına kullanılan %1,8 oranındaki sodyum laktatın *L.monocytogenes* üremesini 35 ile 50 gün arasında geciktirirken %0,25 sodyum asetat, sodyum diasetat ya da glukodelta-lakton ile birlikte kullanılan örneklerde üremenin 120 gün boyunca önlendiğini saptadıklarını belirtmişlerdir.

Klostridiumlar, özellikle *Clostridium botulinum*, et ürünlerinde sağlık açısından sorun oluşturan patojen bakterilerin başında yer almaktadır. Bu mikroorganizmanın inhibisyonu için etkili olduğu bilinen nitrat ve nitritler çeşitli dezavantajları bulunmasına rağmen hala kullanılmaktadır. Nitrat ve nitritlere alternatif olarak laktatların antiklostridial etkisi çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Cubina, 1995; Houtsma ve ark., 1994; Maas ve ark., 1989; Meng ve Genigeorgis, 1993).

Maas ve ark. (1989) % 1,4 sodyum klorür, % 0,3 sodyum fosfat ve % 0, 2, 2,5 ya da 3,5 sodyum laktat içeren çiğ hindi etini proteolitik tip A ve B suşlarının karışımını içeren *C.botulinum* sporları ile inokule etmişler ve sıcak su içinde 71,1°C'lik merkezi ısıya

ulaşılana kadar pişirmişlerdir. On gün süreyle hindi etleri belirli aralıklarla botulinal toksin yönünden araştırılmıştır. %0, 2, 2,5, 3 ya da 3,5 sodyum laktat içeren işlenmiş hindi eti sırasıyla 3, 4-5 gün, 4-6 gün, 7 ya da 7-8 gün sonra toksik olarak bulunmuştur. Araştırmacılar laktatın botulinal toksin oluşumunu geciktirmesini yüksek orandaki laktat iyonu mevcudiyetinin piruvatın laktata redüksiyonu reaksiyonunu termodinamik dengeye doğru kaydırabileceği ve böylece üreme için şart olan ana bir anaerobik yolu inhibe edebileceği şeklinde açıklamışlardır. Meng ve Genigeorgis (1993) sığır eti, piliç göğüs eti ve somon balığı ürünlerine proteolitik ve non-proteolitik *C.botulinum* sporlarının inokule edilmesinin oluşturacağı toksijenite üzerinde sodyum laktat ve saklama sıcaklığının etkisini araştırmışlardır. Sığır etinde %2,4 laktat, piliç etinde %1,8 laktat non-proteolitik sporlar için 12°C'de 40 gün süreyle toksin oluşumunu geciktirmiştir. Proteolitik sporlar için ise 16°C'de 28 gün süreyle toksijenizasyon gecikmiştir. Somon balıklarında aynı sürelerde toksin oluşumunu geciktirmek için gereken laktat konsantrasyonu non-proteolitikler için %4,8, proteolitikler için ise %2,4 olmuştur.

Juneja (2006) tavuk eti ürünlerinde %1,5 NaL ilavesi ile *C.perfringens* gelişimini 25°C'de 29 saat kadar geciktirilebildiğini bildirmiştir. Sodyum laktat seviyesinin %4,8'e kadar artırılması ile *C.perfringens* gelişimini 25°C'de 480 saate kadar geciktirebilmiştir. %3 ya da 4,8 NaL ilavesi ile *C.perfringens* gelişimi 19°C'de 648 saate kadar kısıtlanmıştır. Sodyum laktat oranına bakmaksızın, NaL ilavesi ile 4°C'de ise *C.perfringens* gelişimi saptanmamıştır. Velugoti ve ark. (2007) domuz etine %1, %2, %3 ve %4,8 kalsiyum laktat, potasyum laktat ve sodyum laktat enjeksiyonu ile *C.perfringens* gelişiminin azaldığını, kalsiyum laktatın diğer laktatlardan daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Laktatlar etlerdeki diğer patojenler üzerine de etkili bulunmuştur. Bryne ve ark. (2002) yaptıkları bir çalışmada sığır burger formülasyonlarında kullanılan %4 sodyum laktatın *E.coli* O157:H7'nin riskini azalttığını belirlemiş; bu etkiyi ürünün dondurulması ve

donmuş olarak saklanması sürecinde patojenin canlı kalabilme yeteneğini azaltarak ve normal pişirme prosesinde patojenin ısıya duyarlılığını artırarak sağladığını ifade etmiştir. Quilo ve ark. (2010) %3 potasyum laktat ilavesi ile sığır kıymalarında koliform, *E.coli*, *Salmonella* Typhimurium ve aerobik bakterilerin sayılarında azalma elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Laktatların antimikrobiyel etki mekanizması

Laktatların koruyucu etkinliği çeşitli araştırmacılar tarafından laktat ilavesinin ürünün mikrobiyel üremeyi engelleyecek şekilde su aktivitesini (a_w) düşürmesi ve intrasellüler pH'ın düşürülmesi ile mikrobiyel inhibisyonun sağlanması şeklinde açıklanmıştır (Cubina, 1995; de Wit ve Rombouts, 1990; Den Urjl ve Van Burik, 1990; Koos, 1992; Lin ve Lin, 2002; Shelefi, 1994).

Sodyum laktat humektant etkili olduğundan et ve tavuk etlerine ilave edildiğinde serbest suyu bağlayabilme özelliğine sahiptir. Velugoti ve ark. (2007) domuz etine %2 ve üzerinde laktat enjeksiyonunun su aktivitesi değerlerinde önemli derecede azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Özellikle sosis ve salam gibi et ürünlerinde teknolojisi gereği yüksek oranda su (buz) ilavesi yapılmaktadır; bu da su aktivitesi değerini yükseltmektedir. Yüksek a_w değeri mikrobiyel gelişmeyi desteklediğinden dolayı su tutma kapasitesini etkilemeden su aktivitesi değerini düşüren laktatlar önerilmiştir (Cubina, 1995).

Yapılan çalışmalar laktatların etkisinin sadece su aktivitesini düşürmekle sınırlı kalmadığını göstermektedir. De Wit ve Rombouts (1990) bozulma yapıcı ve patojenik organizmalar üzerinde yaptıkları çalışmalarında sodyum laktat varlığında meydana gelen mikrobiyel üremeyi aynı su aktivitesi değerinde sodyum klorür varlığında olan üremeye karşılaştırmışlar. Sodyum laktatın sodyum klorüre oranla belirgin bir şekilde laktik asit bakterileri, *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella* Typhimurium'a karşı daha yüksek bir antimikrobiyel etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Benzer bir şekilde Chen ve Shelefi (1992) a_w ,

laktat ve *L.monocytogenes* üremesi arasındaki bağlantıyı incelemişler ve NaCl ile sodyum laktatın pişmiş sığır etinin su aktivitesi değeri üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Eşit molaritedeki sodyum laktat ile sodyum klorürün su aktivitesini düşürme yönünden aynı etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ancak sodyum laktat için MIC (Minimum Inhibition Concentration) değerleri NaCl'e oranla anlamlı olarak daha düşük; etki gram-pozitif bakterilerde gram-negatiflere oranla daha belirgin ve düşük su aktivitesine dayanıklı bakterilerde (*L.monocytogenes*, *Enterococcus faecalis*, *S.aureus*, *B.thermosphacta*) özellikle dikkat çekici bulunmuştur.

Laktik asit gibi zayıf lipofilik asitler dissosiyeye olmamış formlar halindeyken hücre membranından geçebilme özelliğine sahiptir. Ekstrasellüler pH değerinin intrasellüler pH değerinden daha düşük olması durumunda asit dissosiyeye olmakta ve protonlar açığa çıkmaktadır. Bu protonlar sitoplazmayı asit hale geçirirler. Hücre genellikle protonları ortadan kaldırarak iç pH'yı sabitlemeye çalışırlar. Bunu gerçekleştirebilmek için hücre enerjisinin çoğu harcadığından büyüme oranı azalmaktadır. Membrandaki protonların etkilenmesi amino asit transportu gibi birçok hücre fonksiyonunun bozulma ile sonuçlanır (Shelef, 1994). Sodyum laktat iyonlarının spesifik inhibitör etkileri konsantrasyonları arttıkça daha da artmaktadır (Den Urjl ve Van Burik, 1990).

Laktatların antimikrobiyel etkileri üzerine yukarıda belirtilenlerden başka faktörlerden de bahsedilmektedir. *C.botulinum*'un inhibisyonunda yüksek düzeydeki laktat iyonlarının, piruvatın laktata redüksiyonunu termodinamik dengeye daha yakın bir hale kaydırabildiği ve böylece de üreme için şart olan majör bir anaerobik metabolizma yolunu inhibe edebildiği öne sürülmüştür (Maas ve ark., 1989).

Hidroksikarboksilik asitler (sitrik, laktik, malik ve tartarik) şelat yapıcı özelliklere sahip bileşiklerdir. Sitratarlar, pirofosfatlar ve etilendiamintetraasetikasit yanı sıra laktatlar da gıdalarda en yaygın kullanılan şelat yapıcı ajanlardır. Ette demirin kelasyonunun laktatın

antilisteriyal etkisine katkısının olabileceği belirtilmiştir. Bu görüş laktatın yağları muhtemelen eser miktardaki demiri şelatlayarak stabilize etmesi ile açıklanmaktadır (Nnanna ve ark., 1994).

Weaver ve ark. (1993) laktatların etlerdeki antilisteriyal etkilerinin ısı ile muameleden sonra arttığını gözlemlemişlerdir. Sodyum laktatın domuz karaciğer sosisinde antilisteriyal etkisinin araştırıldığı çalışmada laktatın ilavesinden sonra sterilize edilen (15 dakika, 121°C) sosiste inhibisyonun merkezi sıcaklık 70°C oluncaya kadar ısı işlem görmüş ürüne oranla daha iyi olduğunu belirtmişlerdir. Shelef ve Potluri (1995) yaptıkları çalışmada buzdolabı ısı ve farklı sıcaklıklar kullanarak ısı muamelesinin sosisteki laktat tuzlarının antilisteriyal aktiviteleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. %3'lük sodyum ya da kalsiyum laktat en yüksek antilisteriyal aktiviteyi ısı sterilizasyonundan sonra göstermiş; bunu sıcak suda ısı uygulaması izlemiş; en düşük antilisteriyal aktivite ise laktatın hiç bir ısı uygulamadan hazır sosislere ilave edilmesi durumunda saptanmıştır. Araştırmacılar bu sonuçların laktatlar ile sosis bileşenlerinin biri veya birkaçı arasında ısının tetiklediği bir etkileşme olduğunu gösterdiğini, bunun da muhtemelen esansiyel nutrientlerin bağlanması veya inhibitör bir faktörün oluşması ya da her ikisi nedeniyle olabileceğini kaydetmişlerdir.

Laktatların Et ve Et Ürünlerinin Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi

Koruyucu katkı maddelerinin kullanılmasını kısıtlayan başlıca faktörlerden birisi kullanıldığı ürünlerin duyusal özelliklerinde istenmeyen değişikliklere neden olma potansiyellerinin bulunmasıdır. Bununla birlikte yapılan araştırmalar laktatların gıda maddelerinin renk, lezzet ve koku gibi duyusal özelliklerini olumsuz yönde etkilemediğini, hatta başta renk olmak üzere bazı özelliklerini iyileştirdiğini ortaya koymaktadır (Bingöl ve Bostan, 2007; Brewer ve ark., 1991; Çetin ve Bostan, 2002; Fulladosa ve ark., 2009; Jensen ve ark., 2003; Maca ve ark., 1999; Tan ve Shelef, 2002).

Bingöl ve Bostan (2007) sosis örneklerine %0, %0,6, %1,2 ve %1,8 sodyum laktat ilavesinin ürünün duyu özelliklerini değiştirmediklerini, hatta tatda kısmen iyileşme sağladığını; bununla birlikte nitritli ürünlerdeki kırmızı-pembe rengin yerine doğal et renginin muhafaza edildiğini belirtmişlerdir. Tan ve Shelef (2002) sodyum klorür (%1 ya da 2), sodyum ya da potasyum laktat (%2) veya sodyum klorür ile laktat kombinasyonları kullanarak 2°C'de 15 gün süreyle ya da 20°C'de 70 gün süreyle saklanan taze domuz eti kıymasında renk ve yağ oksidasyonundaki değişiklikleri izlemişlerdir. Sodyum klorür ile laktatların ilavesinin hemen ardından kırmızı rengin arttığı gözlenmiştir. Ancak değerler 4 gün sonra hızla düşmüş ve 8 gün sonra ilk değerlerinin %50-70'i kadar olduğu saptanmıştır. Tüm saklama süresince en yüksek renk stabilitesinin laktatla muamele edilmiş örneklerde olduğu gözlenmiştir. Papadopoulos ve ark. (1991b) pişmiş ve vakumla paketlenmiş sığır rostosunun saklama sırasında duyu özellikler, pişmiş et rengi ve kimyasal kompozisyon üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında 0°C'de 84 güne kadar saklanan etlere % 0, 1, 2, 3 ya da 4 oranında sodyum laktat enjekte etmişler; sodyum laktat oranının artırılmasıyla daha yüksek pişme verimi ile daha koyu, daha kırmızı, yüzey alanı ve daha az gri renk elde ettiklerini belirtmişlerdir. Etin kırmızı rengi ise %2 sodyum laktat ile daha tercih edilebilir hale gelmiştir. Sodyum laktatın oranının artması açık rengi ve sarı rengi azaltmıştır.

Sodyum laktatın renk üzerindeki etkisinin pH stabilitesi ile ilişkili olduğu belirtilmiştir ve çiğ et ürünlerindeki renk koyulaşmasında myoglobin denatürasyonu üzerindeki bir hipotetik koruyucu etkinin yüksek pH değerleri ile bağlantılı olduğu kaydedilmiştir. Ayrıca, laktik asit bakterilerini engelleyici bir ajan olarak davranan sodyum laktat saklama koşullarında pH değerinin düşmesini önlemekte ve bu da renk stabilitesini arttırmaktadır. Renk oluşumunun mekanizması pişmiş ürünlerde daha komplikedir. Genel olarak laktatların pişmiş et ürünlerinde antioksidan sinerjistikleri gibi davrandıkları ve böylece ürünlerde daha iyi

renk stabilitesi sağladığı belirtilmektedir (Cubina, 1995).

Maca ve ark. (1999) vakum altında paketlenmiş sığır köfteleri ile yaptıkları çalışmada %3 ya da %4 oranında sodyum laktat kullanılan örneklerde 0, 4, 10 ve 16°C olarak uygulanan saklama ısılarının Hunter renk değerlerini etkilemediğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar sodyum laktatın bir renk stabilazörü olarak davrandığını belirtmişlerdir. Çalışmada sodyum laktat içeren etler kontrol grubuna oranla daha kırmızı görünümde kalmışlar; saklama süresi ve ısı rengi etkilememiştir. Bu nedenle pişmiş üründe myoglobinin metmyoglobine dönüşümü üzerinde pH'nın etkisi olabileceği düşünülmüştür. Brewer ve ark. (1995) sodyum laktat ve sodyum klorür ile aerobik olarak paketlenmiş domuz eti kıymasında en iyi kırmızı rengin başlangıç mikrobiyel sayımları düşük olan ve %3 sodyum laktat ile %0,5-2,0 sodyum klorür içeren örneklerde gözlemlendiğini belirtmiştir. Quilo ve ark. (2010) ise %3 potasyum laktat ilave ettikleri sığır eti kıymalarında renk ve koku özelliklerinde gelişme kaydettiklerini ifade etmişlerdir.

Laktatların renk üzerindeki olumlu etkisi antioksidan etkisiyle de ilişkilendirilmiştir. Laktatlar antioksidan ajanlar sayılmamakla beraber anyon formlarının şelat yapıcı özellikleri bulunmaktadır ve özellikle divalent ve trivalent katyonlara (ferrik ve ferröz iyonlar gibi) afiniteleri vardır (Cubina, 1995). Mancini ve ark. (2010) %2,5 potasyum laktat ilavesi ile sığır eti kıymalarında hava, vakum ve yüksek oksijen altında modifiye atmosfer paketlenme (HiO_x-MAP; %80 O₂, %20 CO₂) koşulları altında renk kararlılığında gelişme ve oksidasyon değerinde azalma elde ettiklerini bildirmişlerdir. Quilo ve ark. (2009) %3 potasyum laktat ilavesi ile sığır eti kıymalarında daha parlak ve kırmızı renk elde ettiklerini ve oksidasyon değerlerinde 7 günlük muhafaza süresince daha düşük değerler bulduklarını belirtmişlerdir. Kim ve ark. (2009a) fosfat ve kalsiyum laktat karışımı ile muamele edilmiş fileto etlerde kalsiyum laktat ilavesi ile oksidasyonun azaldığını ve etin kırmızı

renğinin korunduğunu bildirmişlerdir. Laktat ilavesinin taze sığır etlerinde daha üstün antioksidan kapasitesi sağlayarak ve NADH konsantrasyonunu yükselterek miyogloblin aktivitesini azalttığını ve renk kararlılığını geliştirdiğini belirtmişlerdir. Kim ve ark. (2009b) %2,5 potasyum L-laktat ilavesi ile sığır etlerinde yüksek oksijen ile modifiye atmosfer paketlenme (HiOx-MAP; %80 O₂, %20 CO₂) koşullarında en düşük renk bozulmasını elde ettiklerini bildirmişlerdir. Kim ve ark. (2010) %2,5 potasyum laktat ve %3 fosfat enjeksiyonu ile sığır eti (*M.longissimus*, *M.semimembranosus* ve *M.adductor*) kaslarının renk kararlılığında (yüksek *a** değeri) teşhir süresi boyunca gelişme kaydetmişlerdir. Kaslara su enjeksiyonuna nazaran laktat/fosfat enjeksiyonu uygulaması ile yumuşaklık değerlerinde artış elde edilmiş ve laktat/fosfat uygulamasının yüksek oksijen altında modifiye atmosfer paketlenmiş (HiOx-MAP; %80 O₂, %20 CO₂) sığır etlerinin tekstürel kalitesini geliştirdiği, renk ve lipid oksidasyonu üzerinde olumlu etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Mancini ve ark. (2009) %1,5 ve 2,5 potasyum laktat enjeksiyonu ile sığır bifteklerinde yüksek oksijen altında modifiye atmosfer paketlenme (HiOx-MAP; %80 O₂, %20 CO₂) ile renk değerlerinde (yüksek *a** değeri) gelişme kaydetmişlerdir.

Laktatlar ürünlerin tekstürel özelliklerinde de iyileşme sağlamaktadır. Hoffman ve ark. (2008) dört farklı sığır eti kasına (*Biceps femoris*, *Longissimus lumborum*, *Rectus femoris*, *Semitentinosus* kasları) uyguladıkları sodyum ve potasyum laktat ile daha sulu ve yumuşak et elde ettiklerini bildirmişlerdir. Etin duyuşal özelliklerini arttırmak için fosfatların ve laktatların sığır eti kaslarına aşılama karışımı olarak verilmesinin kabul edilebilir olduğunu bildirmişlerdir. Guardia ve ark. (2008) küçük kalibreli sucuklara NaCl yerine %0-50 KCl ve %0-50 potasyum laktat ilave etmişler ve K-laktat ilavesi ile yumuşaklık ve gevreklikte artış sağlamışlar; sertlik, yapışkanlık, asit lezzet ve tuzlulukta ise azalma elde etmişlerdir. Choi ve Chin (2003) sosis örneklerine %3,3 sodyum laktat ilavesi ile yapısal özelliklerin iyileştirildiğini bildirmişlerdir.

Sonuç

Sodyum, potasyum ve kalsiyum laktatın et ve et ürünlerinde bozulmayı geciktirdiği, konsantrasyona bağlı olarak mikrobiyel gelişmeyi yavaşlattığı, hem Gram (+), hem de Gram (-) bakterileri inhibe edebilen bakteriostatik bir ajan olduğu; bununla birlikte üründe duyuşal olarak anormal bir değişime yol açmadığı, hatta renk, lezzet ve tekstür gibi bazı özelliklerde kısmen iyileşme sağladığı yukarıdaki literatür verilerinden anlaşılmaktadır. Organik bir asidin tuzu olduğu için kullanımının halk sağlığı yönünden bir risk oluşturmadığı da bilinmektedir. Dolayısıyla laktatların et ürünleri üreticileri tarafından dikkate alınmasında yarar görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 2000.** Sodium lactate: 184.1768, potassium lactate: 184.1639. In: Code of Federal Regulations. 21 (3), 170-199.
- Bedie, G.K., Samelis, J., Sofos, J.N., Belk, K.E., Seanga, J.A., Smith, G.C., 2001.** Antimicrobials in the formulation to control *Listeria monocytogenes* postprocessing contamination on frankfurters stored at 4 degrees C in vacuum packages. Journal of Food Protection 64 (12), 1949-1955.
- Bingöl, E.B., Bostan, K., 2007.** Effect of Sodium Lactate on the Microbiological Quality and Shelf Life of Sausages. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science 31 (5), 333-339.
- Bloukas, J.G., Paneras, E.D., Fournitzis, G.C., 1997.** Sodium lactate and protective culture effects on quality characteristics and shelf-life of low-fat frankfurters produced with olive oil. Meat Science 45 (2), 223-238.
- Brewer, M.S., McKeith, F., Martin, S.E., Dallmier, A.W., Meyer, J., 1991.** Sodium lactate effects on shelf-life, sensory and physical characteristics of fresh pork sausage. Journal of Food Science 56 (5), 1176-1178.
- Brewer, M.S., Rostogi, B.K., Argoudelis, L., Sprouls, G.K., 1995.** Sodium lactate/sodium chloride effects on aerobic plate counts and color of aerobically packaged ground pork. Journal of Food Science 60 (1), 58-62.
- Bryne, C.M., Bolton, D.J., Sheridan, J.J., Blair, I.S., McDowell, D.A., 2002.** Determination of the effect of sodium lactate on the survival and heat resistance of *Escherichia coli* O157:H7 in two

- commercial beef patty formulations. *Food Microbiology* 19, 211-219.
- Chen, N., Shelef, L.A., 1992.** Relationship between water activity, salts of lactic acid and growth of *Listeria monocytogenes* in a meat model system. *Journal of Food Protection* 55, 574-578.
- Choi, S.H., Chin, K.B., 2003.** Evaluation of sodium lactate as a replacement for conventional chemical preservatives in comminuted sausages inoculated with *Listeria monocytogenes*. *Meat Science* 65, 531-537.
- Cubina, I., 1995.** Natural sodium and potassium lactates. The versatile ingredients for the meat and fish industry. The 5th International Congress on Food Industry (New Aspects on Food Processing), s. 109-117, Kuşadası, Turkey.
- Çetin B., Bostan K., 2002.** Hazır köftelerin mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömrü üzerine sodyum laktatın etkisi. *Turkish Journal Veterinary Animal Science* 26, 843-848.
- de Wit, J.C., Rombouts, F.M., 1990.** Antimicrobial effect of sodium lactate. *Food Microbiology* 7, 113-120.
- Devere, J.M., 1989.** The effect of sodium lactate on the shelf-life of vacuum packaged course liver pate. *Fleischwirtschaft* 69, 223-224.
- Den Urjl, C.H., Van Burik, A.M.C., 1990.** The preserving and lactates. *International Food Ingredients and Additives* 2, 34-38.
- DeVegt, B., 1999.** Lactate controls *Listeria monocytogenes*. Purac, America.
- Devlieghere, F., Geeraerd, A.H., Versyck, K.J., Bernaert, H., Van Impe, J.F., Devere, J., 2000.** Shelf life of modified atmosphere packed cooked meat products: addition of Na-lactate as a fourth shelf life determinative factor in a model and product validation. *International Journal of Food Microbiology* 58, 93-106.
- Fulladosa, E., Serra, X., Gou, P., Arnau, J., 2009.** Effects of potassium lactate and high pressure on transglutaminase restructured dry-cured hams with reduced salt content. *Meat Science* 82, 213-218.
- Guàrdia, M.D., Guerrero, L., Gelabert, J., Gou, P., Arnau, J., 2008.** Sensory characterisation and consumer acceptability of small calibre fermented sausages with 50% substitution of NaCl by mixtures of KCl and potassium lactate. *Meat Science* 80, 1225-1230.
- Hoffman, L.C., Muller, M., Vermaak, A., 2008.** Sensory and preference testing of selected beef muscles infused with a phosphate and lactate blend. *Meat Science* 80, 1055-1060.
- Houtsma, P.C., de Wit, J.C., Rombouts, F.M., 1993.** Minimum inhibitory concentration (MIC) of sodium lactate for pathogens and spoilage organisms occurring in meat products. *International Journal of Food Microbiology* 20, 247-257.
- Houtsma, P.C., Heuvelink, A., Dufrenne, J., Notermans, S., 1994.** Effect of sodium lactate on toxin production, spore germination and heat resistance of proteolytic *Clostridium botulinum* strains. *Journal of Food Protection* 57, 327-330.
- Jensen, J.M., Robbins, K.L., Ryan, K.J., Homco-Ryan, C., McKeith, F.K., Brewer, M.S., 2003.** Effects of lactic and acetic acid salts on quality characteristics of enhanced pork during retail display. *Meat Science* 63, 501-508.
- Juneja, V.K., 2006.** Delayed *Clostridium perfringens* growth from a spore inocula by sodium lactate in sous-vide chicken products. *Food Microbiology* 23, 105-111.
- Kim, Y.H., Keeton, J.T., Smith, S.B., Maxim, J.E., Yang, H.S., Savell, J.W., 2009a.** Evaluation of antioxidant capacity and colour stability of calcium lactate enhancement on fresh beef under highly oxidising conditions. *Food Chemistry* 115, 272-278.
- Kim, Y.H., Keeton, J.T., Yang, H.S., Smith, S.B., Sawyer, J.E., Savell, J.W., 2009b.** Color stability and biochemical characteristics of bovine muscles when enhanced with L- or D-potassium lactate in high-oxygen modified atmospheres. *Meat Science* 82, 234-240.
- Kim, Y.H., Huff-Lonergan, E., Sebranek, J.G., Lonergan, S.M., 2010.** Effects of lactate/phosphate injection enhancement on oxidation stability and protein degradation in early postmortem beef cuts packaged in high oxygen modified atmosphere. *Meat Science* 86, 852-858.
- Koos, J.T., 1992.** Preservation of food products with natural ingredients. *Food Marketing and Technology* 3, 5-11.
- Lamkey, J.W., Leak, F.W., Tuley, W.B., Johnson, D.D., West, R.L., 1991.** Assessment of sodium lactate addition to fresh pork sausage. *Journal of Food Science* 56 (1), 220-223.
- Lin, K.W., Lin, S.N., 2002.** Effects of sodium lactate and trisodium phosphate on the physicochemical properties and shelf life of low-fat Chinese-style sausage. *Meat Science* 60, 147-154.
- Maas, M.R., Glass, K.A., Doyle, M.P., 1989.** Sodium lactate delays toxin production by *Clostridium botulinum* in cook-in-bag turkey products.

- Applied and Environmental Microbiology 55 (9), 2226-2229.
- Maca, J.V., Miller, R.K., Bigner, M.E., Lucia, L.M., Acuff, G.R., 1999.** Sodium lactate and storage temperature effects on shelf life of vacuum packaged beef top rounds. *Meat Science* 53, 23-29.
- Mancini, R.A., Suman, S.P., Konda, M.K.R., Ramanathan, R., 2009.** Effect of carbon monoxide packaging and lactate enhancement on the color stability of beef steaks stored at 1°C for 9 days. *Meat Science* 81, 71-76.
- Mancini, R.A., Ramanathan, R., Suman, S.P., Konda, M.K.R., Joseph, P., Dady, G.A., Naveena, B.M., López-López, I., 2010.** Effects of lactate and modified atmospheric packaging on premature browning in cooked ground beef patties. *Meat Science* 85, 339-346.
- Meng, J., Genigeorgis, C.A., 1993.** Modeling lag phase of nonproteolytic *Clostridium botulinum* toxigenesis in cooked turkey and chicken breast as affected by temperature, sodium lactate, sodium chloride and spore inoculum. *International Journal of Food Microbiology* 19, 109-122.
- Nnanna, I.A., Ukuku, D.O., McVann, K.B., Shelef, L.A., 1994.** Antioxidant activity of sodium lactate in meat and model systems. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie* 27, 78-85.
- Papadopoulos, L.S., Miller, R.K., Acuff, G.R., Vanderzant, C., Cross, H.R., 1991a.** Effect of sodium lactate on microbial and chemical composition of cooked beef during storage. *Journal of Food Science* 56 (2), 341-347.
- Papadopoulos, L.S., Miller, R.K., Ringer, L.J., Cross, H.R., 1991b.** Sodium lactate effects on sensory characteristics, cooked meat colour and chemical composition. *Journal of Food Science* 56 (3), 621-635.
- Pegg, R.B., Shahidi, F., 2000.** Nitrite curing of meat. *The N-Nitrosamine Problem and Nitrite Alternatives*. Food and Nutrition Press, UK.
- Quilo, S.A., Pohlman, F.W., Dias-Morse, P.N., Brown, A.H., Crandall, P.G., Baublits, R.T., Aparicio, J.L., 2009.** The impact of single antimicrobial intervention treatment with potassium lactate, sodium metasilicate, peroxyacetic acid, and acidified sodium chlorite on non-inoculated ground beef lipid, instrumental color, and sensory characteristics. *Meat Science* 83, 345-350.
- Quilo, S.A., Pohlman, F.W., Dias-Morse, P.N., Brown, A.H., Crandall, P.G., Story, R.P., 2010.** Microbial, instrumental color and sensory characteristics of inoculated ground beef produced using potassium lactate, sodium metasilicate or peroxyacetic acid as multiple antimicrobial interventions. *Meat Science* 84, 470-476.
- Rorvik, L.M., Yndestad, M., 1991.** *Listeria monocytogenes* in foods in Norway. *International Journal of Food Microbiology* 13 (2), 97-104.
- Sallam, Kh.I., Samejima, K., 2004.** Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie* 37, 865-871.
- Samelis, J., Bedic, G.K., Sofos, J.N., Belk, K.E., Scanga, J.A., Smith, G.C., 2002.** Control of *Listeria monocytogenes* with combined antimicrobials after postprocess contamination and extended storage of frankfurters at 4 degrees C in vacuum packages. *Journal of Food Protection* 65 (2), 299-307.
- Shelef, L.A., 1994.** Antimicrobial effects of lactates: a review. *Journal of Food Protection* 57, 445-450.
- Shelef, L.A., Potluri, V., 1995.** Behaviour of foodborne pathogens in cooked liver sausage containing lactates. *Food Microbiology* 12, 221-227.
- Stekelenburg, F.K., 2003.** Enhanced inhibition of *Listeria monocytogenes* in Frankfurter sausage by the addition of potassium lactate and sodium diacetate mixtures. *Food Microbiology* 20, 133-137.
- Tan, W., Shelef, L.A., 2002.** Effects of sodium chloride and lactates on chemical and microbiological changes in refrigerated and frozen fresh ground pork. *Meat Science* 62, 27-32.
- Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, 2003.** Renklendiriciler ve Tatlandırıcılar Dışındaki Gıda Katkı Maddeleri Tebliği - Tebliğ No 2003/44, Resmi Gazete 22.12.2003-25324.
- Uğur, M., Nazlı, B., Bostan, K., 2001.** Gıda Hijyeni, Teknik Yayınları, İstanbul.
- Velugoti, P.R., Rajagopal, L., Juneja, V., Thippareddi, H., 2007.** Use of calcium, potassium, and sodium lactates to control germination and outgrowth of *Clostridium perfringens* spores during chilling of injected pork. *Food Microbiology* 24, 687-694.
- Weaver, R.A., Shelef, L.A., 1993.** Antilisterial activity of sodium, potassium or calcium lactate in pork liver sausage. *Journal of Food Safety* 13, 133-146.