



ET VE ET ÜRÜNLERİNDE BAKTERİOSİNLERİN ÖNEMİ

Meltem SERDAROĞLU, Meltem SAPANCI ÖZSÜMER

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova/İzmir

Geliş Tarihi : 21.07.1999

ÖZET

Son yıllarda kimyasal katkı maddelerini içermeyen, tuz oranı azaltılmış ve mümkün olduğunca az işlem görmüş gıdalara karşı tüketicilerin ilgisi gittikçe artmaktadır. En az şekilde işlem görmüş gıdaların mikrobiyolojik güvenliğinin sağlanması ise özel uygulamaları gerektirmektedir. Mikroorganizma ve enzimlerin gıdaları koruyucu amaçlı kullanımı biyolojik koruma olarak adlandırılmaktadır. Gıdaların üretiminde antimikrobiyal etkiye sahip en önemli mikroorganizma grubu laktik asit bakterileridir. Laktik asit bakterileri, etin doğal florasının bir bileşeni olmakla birlikte, etin işlenmesi sırasında florada baskın hale gelmektedir. Bu derlemede laktik asit bakterilerinin bakteriosinleri ile et ve et ürünlerinde biyolojik koruyucu olarak kullanımları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Bakteriosin, Laktik asit bakterileri, Nisin, Pediosin, Et ürünleri

THE IMPORTANCE OF BACTERIOCINS IN MEAT AND MEAT PRODUCTS

ABSTRACT

There is an increasing consumer demand for food products which are free of chemical additives, reduced in salt and processed as little as possible. These minimally processed foods require special application to assure their microbiological safety. The use of microorganisms and enzymes for food preservatives is called biopreservation. The most important group of microorganisms with antimicrobial effect used in the production of foods is the lactic acid bacteria. In meats although lactic acid bacteria constitute a part of the initial microflora, they become dominant during the processing of meats. In this research bacteriocins of lactic acid bacteria and their usage in meat and meat products for biopreservation are discussed.

Key Words : Bacteriocin, Pediocin, Nisin, Lactic acid bacteria, Meat products

1. GİRİŞ

Günümüzde modern gıda endüstrisinde, gıdanın güvenilirliğini, besleyici değerini ve kalite özelliklerini korumaya yönelik yeni işleme teknikleri geliştirme konusunda yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Son yıllarda tüketicilerin raf ömrü uzun ve tüketimi kolay gıdaları tercih etmesi ve bu gıdaların çeşitli kimyasal koruyucular ve tuz gibi katkı maddeleri ile işlenmesi gıda sanayinin daha güvenli biyolojik koruyuculara yönelmesine neden olmaktadır (Andersson, 1989).

Gıdaların raf ömrünün uzatılmasında ve patojen mikroorganizmalar inhibe edilerek gıda güvenliğinin

sağlanmasında, mikroorganizmaların ve enzimlerin kullanımı biyolojik koruma olarak tanımlanmaktadır. Gıdalara biyolojik korumanın uygulanması, fiziksel ve kimyasal yöntemlerle karşılaştırıldığında, kontrolün daha güç olması nedeniyle yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bununla birlikte, gıdanın doğal ve kontrollü mikroflorasının ve/veya bazı mikroorganizmaların antibakteriyal ürünlerinin kullanımı gıdaya en az işlem uygulanmasına ve kullanılan çeşitli katkı maddelerinin elimine edilmesine olanak sağlamaktadır (Andersson, 1989).

Et endüstrisi ele alındığında, et ürünlerinin laktik asit kültürleri ile fermente edilmesi, düşük

seviyelerde nitritin, alfa tokoferol ve askorbat ile kombine edilerek eklenmesi, sorbik asit ve sorbat gibi katkı maddeleri ve bakteriosinlerin kullanımı alternatif koruma teknikleri olarak araştırılmaktadır.

2. ET VE ET ÜRÜNLERİNDE LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ

Et pH, su aktivitesi ve içerdiği besin elementleri gibi ekolojik özellikleri nedeniyle mikrobiyal bozulmaya çok duyarlıdır. Laktik asit bakterileri etin doğal mikrobiyal florasında bulunmakta ve etin soğukta depolanması, vakum ve modifiye atmosferde paketlenmesi veya fermente et ürünlerine işlenmesi, laktik asit bakterilerinin hızla çoğalmasına neden olmaktadır (Serdaroğlu, 1987). Laktik asit bakterileri, Streptococcus, Pediococcus, Leuconostoc, ve Lactobacillus türlerini içermektedir. İlk iki cins homofermantatif, Leuconostoc'lar heterofermantatif ve Lactobacillus' lar ise hem homofermantatif, hem de heterofermantatif türleri içermektedir. Et ve et ürünlerinde bulunan laktik asit bakterileri; Carnobacterium piscicola, C.divergens, Lactobacillus sakei, L. curvatus, L. plantarum, Leuconostoc mesenteroides, L. gelidum, L. carnosum' dur (Ünlütürk ve Turantaş, 1998). Etlerin modifiye atmosferde paketlenerek soğukta depolanması etteki mikroflorada, laktik asit bakterileriyle, bozulma yapan psikofilik mikrofloranın yer değiştirmesine neden olur. Bu değişim etin raf ömrünün azalmasına yol açmaktadır (Hugas, 1998).

Taze etin düşük karbonhidrat içeriği ve kuvvetli tamponlama kapasitesi nedeni ile laktik asit bakterileri taze etin duyuşsal özelliklerini etkilemeyecek oranda hafif bir fermantasyonun gelişmesine neden olur. Doğal fermantasyonla üretilen fermente et ürünlerinde ise, eklenen karbonhidratlar florada doğal olarak bulunan laktik asit bakterileri ile fermente edilerek laktik asit oluşur, ürün pH'sı düşer. Et proteinlerinin denatüre olmasıyla su tutma kapasitesi azalır ve ürünün mikrobiyal kararlılığı sağlanır (Serdaroğlu ve Tömek, 1994). Laktik asit bakterilerinin metabolik ürünleri ve bakterilerin doğrudan kendileri, gıdaların korunmasında etkin rol oynamakla birlikte florada kontrolsüz olarak gelişen bazı laktik asit bakterileri çeşitli problemlere neden olmaktadır. Homofermantatif laktik asit bakterileri karbonhidratlardan % 98 laktik asit üretirken, heterofermantatif laktik asit bakterileri laktik asitin yanı sıra asetik asit, etil alkol ve CO₂ gibi istenmeyen bileşikler üretirler (Ray ve Field, 1989). Et ürünlerinde heterofermantatif laktik asit bakterilerinin gelişmesi istenmeyen aroma ve CO₂ gelişimi nedeniyle tekstür problemlerine yol

açmaktadır. Lactobacillus sakei sülfür üreten suşları, vakum paketli etlerde kokuşmaya, Leuconostoc türleri ise yapışkanlığa neden olmaktadır (Ünlütürk ve Turantaş, 1998). Laktik asit bakterilerinin fermente et ürünlerinde bozulma yapan veya patojen olan diğer bakteriler üzerine inhibitif etkisi bulunmaktadır ve bu etki aşağıdaki nedenlere dayanmaktadır;

- Besin öğeleri ve oksijene ortak olmaları
- Çeşitli metabolik faaliyetler için kimyasal reaksiyonlara ortak olmaları
- Antimikrobiyal maddeler oluşturmaları (Hugas, 1998).

Fermente edilen ürünlerde laktik asit fermantasyonunda laktik asit bakterileri fermente olabilen karbonhidratları parçalayarak başta laktik asit olmak üzere asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit, aseton, butanol ve etanol oluşturur. Laktik asit bakterilerinin yüksek konsantrasyonda laktik asit üretmesi, çok seçici bir özellik olup ortamdaki bir çok bakterinin inhibe edilmesini sağlar. Laktik asit bakterilerinin inhibe edici etkisi, pH'yı düşürmelerinin yanı sıra, oluşturdukları asitlerin özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Organik asitler, mikroorganizmalar üzerine inorganik asitlerden daha etkilidir. Heterofermantatif laktik asit bakterileri, homofermantatif laktik asit bakterilerinden daha kuvvetli inhibitör etkiye sahiptir. Laktik asit bakterileri CO₂, H₂O₂, ve diasetil gibi metabolik ürünler, antibiyotik benzeri ürünler ve bakteriosinleri içeren çok çeşitli antagonistik faktörleri üretirler (Andersson, 1989).

Çoğu biyolojik oksidasyonların yan ürünleri oksiradikallerdir. Hidrojen peroksit laktik asit bakterileri tarafından antagonistik etkilerine bağlı olarak üretilen en önemli metabolittir. Fermente et ürünlerinde hidrojen peroksit oluşumu, antimikrobiyal etkisi, renk ve lezzeti iyileştirmesine olan katkıları nedeniyle önem taşımaktadır. Hidrojen peroksit, tiyosiyanat ile reaksiyona girerek maya ve küfler üzerine geniş spektrumlu inhibitör etki yapan hioptiyosiyaniti oluşturur. Laktik asit bakterilerinin katalaz enzimleri olmadığı için hidrojen peroksit parçalanmaz.

3. BAKTERİOSİNLER

Bakteriosinler, bakteriler tarafından ribozomal olarak üretilen antimikrobiyal polipeptitler veya proteinlerdir. Antimikrobiyal etkileri ilgili oldukları bakteriye bağlıdır. Bakteriosinler bağlı oldukları proteinin doğasına bağlı olarak, mide bağırsak sistemi salgıları ile inaktive olabilirler. Bakteriosinler, 60 amino asit kalıntısı içerdikleri

bilinen katyonik moleküllerdir ve ısıya dayanıklıdır (Bruno ve Montville, 1993). Bakteriosinler, gıda kaynaklı patojenlerin inhibisyonunda, fermantasyonun kontrolünde, gıdanın raf ömrünün uzatılmasında ve mikrobiyolojik güvenirliliğin sağlanmasında rol alan maddelerdir (Andersson, 1989; Foegeding ve ark., 1992). Bakteriosinlerin genel özelliklerini aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür;

- Protein yapısındadırlar
- Duyarlı hücrelerin spesifik hücre duvarı reseptörlerinde bulunur.
- Bakterisidal aktiviteye sahiptirler
- Etki mekanizmaları dardır ve genellikle gram (+) mikroorganizmalara karşı etkilidirler.
- Bakteri hücrelerini parçalamadan inhibe ederler. Etki mekanizmaları, hücre duvarının çift yönlü geçirgenliğini artırarak ve stoplazmik maddelerin hücre dışına çıkmasına neden olmasına dayanmaktadır.
- Proteolitik enzimlerle inaktive olurlar.

Bakteriosinlerin hücreye karşı etkisi ele alındığında, bakteriosin molekülleri, hücre yüzeyindeki özel alıcılara saldırırlar, sadece bakteriosine duyarlı hücre bu bağlantıyı yapabilir ve hücre duvarındaki makromoleküllerin değişimine neden olur. Böylece diğer moleküller için geçirgen hale gelir. Bakteriosin molekülleri ve diğer moleküller hücre duvarından içeri girerek ve stoplazmik membran ile temas haline

gelirler, sitoplazmik membranın dengesini bozarak canlılık kaybına neden olurlar (Erem ve Pur, 1994). Bakteriosinlerin gıdalardaki kullanımları; doğrudan gıdanın formülasyonuna ekleme, gıdayı bakteriosin çözeltisine daldırmak ve bakteriosin üreten suşlarla inokülasyonla edilerek gerçekleşmektedir. Bu suşların gıdada gelişmesiyle hedeflenen patojeni inhibe eden bakteriosin üretilmektedir (Okereke ve Montville, 1991).

Laktik asit bakterilerinin bakteriosinleri 4 sınıfta toplanabilir.

1. Lantibiyotikler: Bu grup antibiyotik aktivitesine sahip lantionin içeren peptitlerdir. İçeriklerinde bulunan dehidro ve tioeter amino asitler ile diğer bakteriosinlerden ayrılırlar.
2. Isıya dayanıklı lantibiyotik olmayanlar: Bu grup ayırıcı N terminal sıralarına göre, biokomponent gözenek oluşumlarına ve fonksiyonel sülfidril grubu varlığına bağlı olarak 3 alt sınıfa ayrılırlar.
3. Isıya duyarlı bakteriosinler: Bakteriosinlerin fizyolojik aktivitelerini taklit eden ve bakteriolitik hücre dışı enzimleri içeren büyük bir gruptur.
4. Kompleks bakteriosinler : Proteinin yanı sıra lipid ve karbonhidratları da içermektedirler.
5. Birinci ve ikinci gruptaki bakteriosinler endüstriyel çalışmalara en fazla konu olanlardır.

Tablo 1. Bazı Laktik Asit Bakterilerinin Bazı Bakteriosinleri (Andersson, 1989)

Laktik Asit Bakterileri	Bakteriosinler
Lactobacillus	Laktolin Helvetisin J Laktosidin Laktasin F Laktasin B Laktolin Plantarasin A Sakasin Asidolin
Lactococcus	Nisin Diklokokkin Laktostrepsin
Pediococcus	PediosinA PediosinPA-1

3. 1. Et Kaynaklı Mikroorganizmalar Tarafından Üretilen Bakteriosinler

Et florasında bulunan laktik asit bakterileri 1. ve 2. grup bakteriosinleri içermektedirler. Et florasında bulunan bu mikroorganizmalar tarafından üretilen bakteriosinler, lantibiyotikler ve ısıya dayanıklı lantibiyotik olmayan bakteriosinlerdir. Fermente et ürünlerinden izole edilen Lactococcus lactis nisin

salgılamaktadır. Nisin pratikte biyokimyasal ve genetik açıdan en fazla çalışılan bakteriosindir. Yasal olarak 45'den fazla ülkede nisin katkı maddesi olarak kullanımına izin verilmektedir. L. sake suşları laktosin S üretmektedir. Bu bakteriosin ise, Lactobacillus, Pediococcus, Leuconostoc ve Clostridium cinslerine etki etmektedir (Hugas, 1998).

Isıya dayanıklı, lantibiyotik olmayan bakteriosinleri üreten et florasında bulunan bakteriyosinjenik suşlar güçlü antilisterial aktiviteye sahiptir. Pediosin benzeri bakteriosinler ise bakteriosinlerin bir başka alt grubudur ve pediosinler olarak incelenir. Pediococcus, Lactobacillus, Leuconostoc ve Enterococcus gibi ette bulunabilen laktik asit bakterilerinin bir çok türünde bu bakteriosinlere rastlanmaktadır (Hugas, 1998).

3. 2. Bakteriosin Kullanımı ile Biyolojik Korunmanın Uygulanması

Et endüstrisinde bakteriosinlerin kullanımı ile biyolojik korunmanın sağlanması 4 ana teknikle mümkündür.

1. Bakteriosin üreten laktik asit bakterileri, fermente edilecek et karışımına saf kültürler halinde eklenebilir. Bu yöntemde bakteriosinlerin dolaylı etkinliği bulunmaktadır. Yöntemin etkinliği, çevresel ve teknolojik koşullara bağlı olarak (pH, aw, sıcaklık, katkı maddeleri gibi) kültürün çalışması ve bakteriosin üretme yeteneğine dayanmaktadır. Ete laktik kültürlerinin eklenmesi öncesinde, pastörizasyon uygulanamayacağı için, biyolojik koruma ve fermentasyonu sağlayacak olan laktik asit bakterileri et mikroflorasıyla rekabet halinde olmaktadır.
2. Bakteriosin üreten laktik asit bakterilerinin kompleks substrattan ürettiği fermentasyon sıvısının veya konsantresinin kullanılması bakteriosinlerin kullanımının diğer bir yöntemidir. Böylece saf bileşik kullanılmamış olacaktır.
3. Saflaştırılmış veya yarı saf antagonistik maddeler kullanımı: Bu yöntemde kullanılan bakteriosin miktarı daha doğru ayarlanabilmektedir. Bununla beraber katkı maddeleri yönetmeliği tarafından uygulaması sınırlı olduğundan bu yöntem pratikte yaygın değildir.
4. Mezofil özellikteki laktik asit bakterilerinin kullanımı ise, özellikle soğuk depolanan etlerde uygulanmaktadır. Patojenler genellikle mezofil olduğundan, patojenlerin gelişebileceği sıcaklık ortamı oluştuğunda, laktik asit bakterileri patojenleri inhibe edebilmektedir (Hugas, 1998).

3. 3. Et ve Et Ürünlerinde Bakteriosinlerin Kullanımı

Etin doğal florasında bulunan laktik asit bakterilerinin bakteriosin üremelerine karşı, bakteriosinlerin et ve et ürünlerinde doğal koruyucu olarak kullanımları pek yaygın değildir. Et ve et

ürünlerinde en fazla çalışılan bakteriosinler nisin ve pediosindir. Laboratuvar ortamında belli bir bakteriosinin üretimi, gıda sisteminde de etkili olacağı anlamına gelmemektedir. Laboratuvarda elde edilen pozitif sonuçların gıdalarda da elde edilebilmesi için zaman gerekmektedir. Gıdalarda bileşenler arasındaki etkileşimler, çevresel faktörler ve mikroflora çok kompleks bir sistemin oluşmasına neden olmaktadır (Anderson, 1989). Etin doğal olarak korunması üzerine ilk çalışmalar, 1987'de yapılmıştır. Soğuk depolanmış ve vakum paketlenmiş çiğ etler üzerine çalışılmıştır. Bakteriosijenik kültürler ve/veya bakteriosinler üzerine yapılan çalışmalarda çiğ ve pişirilmiş etlerde sıklıkla bulunan *Listeria monocytogenes*'i kontrol etmek amaçlanmıştır. Yapılan diğer çalışmalar ise, ürünlerin raf ömrünü uzatmayı amaçlamaktadır (Berry ve ark., 1990).

3. 3. 1. Et ve Et Ürünlerinde Nisin Kullanımı

Nisin gıda endüstrisinde biyokimyasal ve genetik açıdan en fazla çalışılan bakteriosindir. Nisin, laktik asit bakterisi olan *Lactococcus lactis* tarafından modifiye edilmiş sütün fermentasyonu ile oluşan, polipeptit yapıda, antimikrobiyal bir maddedir. Nisin asidik özellik gösterir. pH 3-7 arasında ısıya daha dayanıklıdır. Gram (+) bakterilerin bir kısmına ve bazı spor yapan bakterilere etkili olmasına karşın, gram (-) bakteriler, küf ve mayalara etkili değildir. Nisin *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Micrococcus* ve sporlu bakterilerden *Clostridium* ve *Bacillus* cinslerine karşı etkilidir (Ünlütürk ve Turantaş, 1998).

Nisin, süt ürünlerinde 3.75-12.5 ppm oranında kullanıldığında kuvvetli antibotulinal, antistreptococcal ve antilisterial aktivite göstermektedir. Nisinin et ürünlerindeki kullanımının süt ürünlerine oranla daha güç olmasının nedeni, düşük çözünürlüğü, homojen dağılım göstermemesi, ve stabilite eksikliğidir (Hugas, 1998). Et yüzeyine püskürtülen nisin yüzeydeki kontaminasyonun engellenmesinde de etkilidir. Nisin, *Lactobacillus casei*'nin yüzeydeki gelişimini engellemektedir. Laktik asit ile birlikte kullanıldığında, sinerjistik etki göstermekte ve et yüzeyindeki *Pseudomonas fluorescens*, *L. casei* ve *E. coli* gelişimini engellemektedir (Ockerman ve Rodriguez, 1992).

Nisin, kürlenmiş et ürünlerinde kullanılan nitrit miktarını azaltmak amacıyla alternatif koruyucu olarak da kullanılmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalarda nisin nitrit kombinasyonunun sinerjistik etkileri incelenmiş ve patojen mikroorganizmalar üzerine, 75 ppm nisin-40 ppm nitrit kullanımının tek başına kullanılan 150 ppm

nitritten daha etkili olduğu saptanmıştır (Tablo 2). Yapılan diğer bir çalışmada, nisin, nitrit kombinasyonunun Clostridium sporogenes sporlarının gelişimini engellediği belirlenmiştir. 75 ppm nisinin tek başına kullanımı 150 ppm nitritten daha etkili olmaktadır. Bu nedenle 75-100 ppm

nisinin düşük seviyelerde nitrit ile birlikte kullanımı ısıtma işlemi uygulanan etler için önerilmektedir (Rayman ve ark., 1981). Nisin-nitrit kombinasyonu sosis ve fermente et ürünlerinde Clostridium'un yanı sıra Listeria ve Staphylococcus cinsleri üzerine de etkilidir (Crandall ve Montville, 1993).

Tablo 2. Çeşitli Et Homojenatlarındaki Clostridium Sporogenes Sporlarının Engellenmesinde Nisin ve Nitritin Etkileri (Rayman ve ark., 1981).

Et tipi	pH	Spor Gelişen (+) Tüp sayısı / Kullanılan Tüp Sayısı	
		Nisin*	Nitrit**
Domuz kıyması	6.4	0/10	3/10
Domuz yüreği	6.1	0/10	10/10
Sığır kıyması	5.8	0/10	10/10
Sığır yüreği	6.0	0/10	10/10
Beyaz hindi eti	5.8	0/10	0/10
Koyu hindi eti	6.4	10/10	10/10

*Nisin 75 ppm düzeyinde kullanılmıştır; ** Nitrit 150 ppm düzeyinde kullanılmıştır.

Konserve yapılmış etlerde nisin kullanımı, termal işleme süresini azalttığı için tercih edilmektedir. Nisin, üründeki nitrit, tuz ve diğer bileşenlere ek olarak inhibitör etki göstererek kalan sporları yok etmektedir. Nisin sadece kırmızı etlerde değil, çeşitli su ürünlerinde de bazı mikroorganizmalar üzerine inhibitör etki göstermektedir. Konserve balıklarda bozulma genellikle termofilik Clostridia ve fakültatif anaeroblardan kaynaklandığı için etlerdeki benzer bir uygulama yapılabilmektedir.

Su ürünlerinde nisin kullanımı raf ömrünü uzatmakta ve işlem süresini kısaltabilmektedir. Nisinin CO₂ gazı altında paketlenme ile birlikte kullanımı balıklar için etkin bir koruma yöntemi olarak kabul edilebilmektedir. 10 °C'da nisinin CO₂ altında paketlenme ile birlikte kullanılması, mezgit, sıcak tütsülenmiş uskumru ve ringa balıklarının raf ömrünü de uzatmaktadır fakat bu yöntemin de bazı

dezavantajları bulunmaktadır. Nisinin havayar üretiminde % 0.1, 0.3, ve 0.5 oranında salamuraya eklenmesi incelenmiş ve % 0.5 oranında kullanılan nisinin 120 dk pastörizasyon sonucu raf ömrünü uzattığı saptanmıştır (Eckner, 1992).

Nisin ve pediosin AcH gibi geniş etki alanına sahip bakteriosinlerin birlikte kullanımı bakteriyel etkililiklerini arttırmaktadır. Ayrıca, pediosin AcH ve nisinin birlikte kullanımı gram (-) bakterilere karşı da inhibe edici etki göstermektedir. Soğukta depolanmış ve vakum paketlenmiş taze ve işlenmiş etlerde gözlenebilen Clostridium laramie, Leuconostoc carnosum, Le. gelidum, Lactobacillus sake, L. curvatus, Clostridium botulinum tip B, Listeria monocytogenes, Yersinia enterocolitica ve Aeromonas hydrophilia gibi bakterilere karşı etkilidirler (Ray ve Field, 1992), (Tablo 3).

Tablo 3. Birlikte Kullanılan Bakteriosinlerin Bakteriyel Aktiviteleri (Ray ve Field, 1992)

Bakteri Türü	Bakteriosin Uygulaması Sonucunda % Yaşam Kaybı		
	Pediosin AcH	Nisin	Pediosin AcH + Nisin
Listeria monocytogenes	94	99	> 99.9
Leuconostoc spp.	51	62	93
Lactobacillus spp.	57	71	85

3. 3. 2. Et ve Et Ürünlerinde Pediosin Kullanımı

Pediosinler, Pediococcus türleri tarafından üretilen bakteriosinlerdir. Pediosin AcH ve pediosin PAC1.0 en fazla çalışılan türleridir. Pediosin AcH, P. acidilactici ve pediosin PA-1 ise P. acidilactici PAC 1.0 tarafından üretilen bakteriosinlerdir. Bu bakteriosinler Listeria monocytogenes'e karşı inhibe edici özellik gösterir. Pediosin PA-1 gram (+) laktik asit bakterilerine karşı geniş bir etki alanına sahiptir. P. acidilactici tarafından üretilen bazı bakteriosinler

soğukta depolanan vakum paketlenmiş sığır etinde vejetatif hücreleri inhibe etmekte, sporları yok etmekte ve bozulmayı önlemektedir. Pediosinler gıda kaynaklı güvenilir bakteriosinler olup soğukta muhafaza edilen vakum paketlenmiş sığır etinin raf ömrünü uzatmak ve patojen mikroorganizma riskini ortadan kaldırmak için kullanılabilirler. Pediosinler bu tip etlerdeki Lactobacilli ve Leuconostoc cinsleri ile Brochothrix thermosphacta gibi psikrotrofik fakültatif anaeroblardan gelişimini engellemektedirler (Ray ve ark., 1989).

Diğer yandan çığ et ve kanatlı etlerinden izole edilen *L. monocytogenes* 'in inhibisyonunda da pediosinler etkilidir. Asit üretiminin olmadığı ortamlarda dahi *L. monocytogenes* sayısında azalmanın kaydedilmesi, *Pediococcus* türlerinin suşlarının yani pediosinlerin fermente edilmemiş ürünlerdeki *L. monocytogenes* inhibisyonunda kullanılabileceğini göstermektedir. Fermente edilmiş yarı kuru et ürünlerinde de *L. monocytogenes* 'in inhibisyonu da bakteriosin üreten *Pediococcus* suşları ile mümkündür (Berry ve ark., 1991). *P. acidilactici* tarafından üretilen yeni bir bakteriosin olan pediosin L50'nin bir çok gram (+) saprofit mikroorganizmayı ve *L. Monocytogenes*'i inaktive ettiği belirlenmiştir. Isıya dayanıklı olması nedeniyle pastörize et ürünlerinde de aktivite göstermektedir. Çok geniş pH aralıklarında etkili olmaktadır. Bu özelliği nedeniyle nötral ve alkali pH larda dayanıklı olmayan nisinden farklılık göstermektedir (Cintas ve ark., 1995). Sakasin, bavarisin, lökosin ve karnobakteriosin gibi bakteriosinler nisin ve pediosin kadar etkin olmasalar da antibakteriyal etkiye sahiptirler (Hugas, 1998).

3. 4. Et Endüstrisinde Bakteriosin Kullanımında Yaşanan Problemler

Et endüstrisinde bakteriosin kullanımının kısıtlı kalmasının çeşitli nedenleri bulunmaktadır;

- Bakteriosinlerin etki alanlarının dar olması, ancak kendilerine benzer türler üzerine etkili olmaları ve etkinliklerinin gram(+) bakterilerle sınırlı olmaları,
- Katı et sistemlerinin bakteriosinlerin et ürünlerindeki difüzyonunu sınırlandırması,
- Bakteriosine duyarlı olmayan suşun veya suşların ortamda hızla gelişerek baskın hale gelmesi (Ünlütürk ve Turantaş, 1998).
- Proteazların, bakteriosine antimikrobiyal özellik kazandıran elzem proteini inaktive etmesi (Hugas, 1998).

4. SONUÇ

Et endüstrisinde bakteriosinlerle biyolojik korunmanın başarısı, bakteriosin üreten kültüre, et ve/veya et ürünlerinin bileşimlerine ve kültürün gıdanın ekolojik ortamına adaptasyonuna bağlıdır. Bakteriosinlerin, biyolojik koruyucu olarak kullanımını kısıtlayan bazı faktörler bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi, bakterilerin antibiyotiklerde olduğu gibi bakteriosinlere karşı da direnç kazanıp kazanmadığının henüz tam olarak bilinmemesidir. Özellikle *C. botulinum* bulunma ihtimali olan etlerde ve diğer gıdalarda bu önemli bir sorundur. Bakteriosinlerin diğer koruma metotlarıyla birlikte

kullanılmadığı durumlarda, direnç kazanabilecek patojen mikroorganizmaların gelişimi engellenemeyebilir. Bu konuda yapılan çalışmaların artması, daha güvenli ve doğal koruma tekniklerinin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır.

5. KAYNAKLAR

Andersson, R. 1989. Biopreservation of Foods by means of Starter Cultures, Summary of paper presented at the International Seminar 'Progress in Food Microbiology', Wiesbaden.

Berry, E. D., Hutkins, R. W. ve Mandigo, R. W. 1991. The Use of Bacteriocin Producing *Pediococcus acidilactici* to control Postprocessing *Listeria monocytogenes* Contamination of Frankfurters, *Journal of Food Protection*, 54 (9) 681- 686.

Berry, E. D., Liewen, M. B., Mandigo, R. W. ve Hutkins, R. W. 1990. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by Bacteriocin-Producing *Pediococcus* During the Manufacture of Fermented Semidry Sausage. *Journal of Food Protection* 53 (3), 194-197.

Bruno, M. E. C. ve Montville, T. J. 1993. Common Mechanistic Action of Bacteriocins from Lactic Acid Bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 59 (9), 3003-3010.

Cintas, L. M., Rodriguez, J. M., Fernandez, M. F., Sletten, K., Nes, I. F., Hernandez, P. E. ve Holo, H. 1995. Isolation and Characterization of Pediocin L50, a New Bacteriocin from *Pediococcus acidilactici* with a Broad Inhibitory Spectrum. *Applied and Environmental Microbiology* 61 (7), 2643- 2648.

Crandall, A. D. ve Montville, T. H. 1993. Inhibition of *Clostridium Botulinum* Growth and Toxigenesis in a Model Gravy System by Coinoculation with Bacteriocin Producing Lactic Acid Bacteria. *Journal of Food Protection* 56 (6), 485-492.

Eckner, K. F. 1992. Bacteriocins and Food Applications. *Dairy, Food and Environmental Sanitation* 12 (4), 204-209.

Erem, Z. H. ve Pur, B. 1994. Laktik Bakteriosinler ve Uygulamaları. Lisans Tezi. 25 s. Ege Üniversitesi, Müh. Fak., Gıda Müh. Böl., İzmir.

Foegeding, P. M., Thomas, A. B., Pilkington, D. H. ve Klaenhammer, T.R. 1992. Enhanced control of *Listeria monocytogenes* by in-situ Produced During Dry Fermented Sausage Production. *Applied and Environmental Microbiology* (58) 884-887.

Hugas, M. 1998. Bactericinogenic Lactic Acid Bacteria for the Biopreservation of Meat and Meat Products. *Meat Science* 49 (suppl) 139-150.

Ockermann, H. W., Rodriguez, H. R. ve Pensel, N. A. 1992. Lactic Acid and Nisin Effect on Beef Spoilage Bacteria Attachment. 38th International Congress of Meat Science and Technology. Clermant- Ferrand, France (4), 711-714.

Okereke, A. ve Montville, T. J. 1991. Bacteriocin Inhibition of *Clostridium botulinum* spores by Lactic Acid Bacteria. *Journal of Food Protection* 54 (5), 349-353.

Ray, B., Kalchayanand, N. ve Field, R. A. 1989. Isolation of *Clostridium* spp. from Spoiled Vacuum-Packed Refrigerated Beef and its Susceptibility to Bacteriocin from *Pediococcus acidilactici*. 35th International Congress of Meat Science and Technology. Havana- Cuba (2), 285-290.

Ray, B. ve Field, R. A. 1989. Antibacterial Effectiveness of a Pediocin AcH- Based

Biopreservative against Spoilage and Pathogenic Bacteria from Vacuum Packed Refrigerated Meat . 38th International Congress of Meat Science and Technology. Clermant- Ferrand. France (4), 731-734.

Rayman, M. K., Aris, B. ve Hurst, A. 1981. Nisin: a Possible Alternative or Adjunct to Nitrite in the Preservation of Meats. *Applied and Environmental Microbiology* (41), 731-734.

Serdaroğlu, M. 1987. Türk Tipi Sucuklarda Saf Kültürlerin ve Üç Farklı Şeker Tipi Kullanımının Araştırılması. Yüksek Lisans Çalışması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Serdaroğlu, M. ve Tömek, S. O. 1994. Et Endüstrisinde Kullanılan Saf Kültürler. *Ege Üniv., Mühendislik Fakültesi Dergisi. Seri B: Gıda Mühendisliği*, 11 (1-2).

Ünlütürk, A. ve Turantaş, F. 1998. Gıda Mikrobiyolojisi. 605 s. Mengi Tan Basımevi. İzmir.