

**DOĞAL ANTİMİKROBİYAL BİR BİLEŞİK: BAKTERİYOSİN****Vildan UYLAŞER\* Sibel PARSEKER YÖNEL\*\* Elif SAVAŞ\*\*\*****ÖZET**

Çeşitli bakteri türleri, gıdaların bozulmasına neden olan ve hastalık yapıcı mikroorganizmaların gelişmesini önleyen antimikrobiyal peptidler üreterek gıdaların güvenilirliğini ve raf ömrünü artırmaktadır. Bakteriyosin olarak tanımlanan bu antimikrobiyal maddeler, doğal ve katkısız ürünlere olan talep nedeniyle gıda koruyucusu olarak diğer katkı maddelerine alternatif olmaktadır. Antibiyotiklere göre daha dar bir etki spektrumuna sahip olan bakteriyosinler ile ilgili çalışmalarda, hedef mikroorganizmanın direnç mekanizmaları çözülerek etki spektrumunun genişletilebildiği saptanmıştır. *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Carnobacterium* ve *Leuconostoc* cinslerine ait türler peptit ve protein yapıdaki bakteriyosinleri et, süt ve sebze ürünleri ile insan ve hayvanların barsak sistemlerinde üretebilmektedirler. Son on yıllık dönemde bakteriler üzerine yapılan genetik çalışmalar ile yeni yeni bakteriyosinlerin üretimi sağlanmıştır. Birçok bakteriyosinin etki mekanizması ve hedef mikroorganizma üzerine inhibitör etkisi açıklanmakla birlikte hala bağışıklık sistemi ile ilgili sorunlar çözüm kazanmamıştır.

**Anahtar Kelimeler: Bakteriyosin, antimikrobiyal aktivite**

**SUMMARY**

**A natural antimicrobial component : Bacteriocine**

Some bacteria species increase the food safety and shelf life of food by producing antimicrobial peptides that prevent pathogens and food spoiling microorganisms. These antimicrobials are defined as bacteriocins. Because consumers demand on natural and additive-free food, bacteriocins are being alternative for other food additives. The effect spectrum of bacteriocins is lower than antibiotics, but researches show that it is possible to increase the mode of action of bacteriocins by understanding resistance mechanism of the target microorganism. *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Carnobacterium* and *Leuconostoc* spp. can produce peptide and protein type bacteriocins in meat, dairy and vegetable products and also human gastrointestinal system. In last decade, novel bacteriocins are obtained from genetic studies on bacteria. Although the mode of action and inhibitory effect on target microorganism of lots of bacteriocins have been determined, problems related with immunity system could not be solved up to now.

**Key words: Bacteriocine, antimicrobial activity**



\*Yrd.Doç.Dr., Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü - BURSA

\*\*Araş.Gör., Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü - BURSA

\*\*\*Dr., Balıkesir Üniversitesi Susurluk Meslek Yüksekokulu - BALIKESİR

## 1. GİRİŞ

Bakteriyosinler çeşitli bakterilerce sentezlenen ve genellikle yakın türler üzerine inhibisyon etki gösteren, antibiyotiklere göre daha dar etki spektrumuna sahip protein yapıda ve çeşitli enzimlere hassas doğal antimikrobiyal bileşiklerdir (Kuleaşan ve Çakmakçı 2003, Yıldırım ve ark. 2004, Uylaşer ve Savaş 2004). Gıdalardaki güvenliği ve kaliteyi etkileyebilecek doğal bileşikler olarak da bilinen bakteriyosinler, patojen ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaları inhibe ederken gıdaların fizikokimyasal yapısını bozmaz (asidifikasyon, protein denatürasyonu) (Ekinci ve ark. 2006, Settani ve Corsetti 2008).

İlk bakteriyosin Gratia tarafından 1925 yılında bulunmuştur ve bakteriyosin terimi ilk olarak Escherichia coli tarafından üretilen colicin'i tanımlamak amacıyla 1953 yılında kullanılmıştır. (Settani ve Corsetti 2008).

Moleküler kütle, genetik orijin ve biyokimyasal özellikleri ile çeşitlilik gösteren, antimikrobiyal peptitler ve proteinler olarak da isimlendirilen bakteriyosinler Lactococcus, Lactobacillus, Leuconostoc ve Pediococcus cinsine dahil çeşitli laktik asit bakterilerince oluşturulmaktadır (Eijsink ve ark. 1996, Eijsink ve ark. 2002, Ogunbanwo ve ark. 2003, Yang 2000). Ayrıca Staphylococcus, Bacillus ve Escherichia cinsine ait bir çok tür de bakteriyosin üretme yeteneğine sahiptir (Ekinci ve ark. 2006). Bazı bakteri türlerinin geliştikleri ortamda oluşturdukları maddelerin diğer bakterileri inhibe etme ya da gelişmelerini durdurma özelliğine sahip olmalarından dolayı bu maddelere bakteriyosin denilmiştir ve bu terim tüm bakteri türlerince sentezlenen antimikrobiyal maddeler için kullanılmıştır (Kuleaşan ve Çakmakçı 2003). Ancak günümüzde tanımlanmış olan bakteriyosinlerin büyük bir kısmının laktik asit bakterilerince sentezleniyor olması bu grup bakteri ve bakteriyosinlerini öne çıkarmaktadır (Navarro ve ark. 2000, Kuleaşan ve Çakmakçı 2003, Callewaert ve De Vuyst 2000). Bakteriyosinlerin sınıflandırılmalarında yapıları esas alınmaktadır (Kuleaşan ve Çakmakçı 2003).

Herhangi bir metabolitin bakteriyosin olarak adlandırılabilmesi için; biyolojik olarak aktif bir proteine sahip olması, bakterisit etki göstermesi, inhibisyon spektrumunun dar olması, spesifik hücre reseptörlerine tutunması, sentezlenmesinin ve konakçı-hücre bağıışıklığının plazmid kökenli genetik determinantlara bağlı olması ve sentezinin letal biyosentez yolu ile gerçekleşmesi gerekmektedir (Gürsel 1999).

Günümüzde Lactobacillus, Lactococcus, Pediococcus, Carnobacterium ve Leuconostoc cinsine ait birçok bakteriyosin tanımlanmış olup bunlardan başlıcaları Çizelge 1'de verilmiştir (Gürsel 1999, Kuleaşan ve Çakmakçı 2003, Ogunbanwo ve ark. 2003, Yıldırım ve ark. 2004).

**Çizelge 1.** Laktik Asit Bakterilerince Üretilen Başlıca Bakteriyosinler

Bakteriyosin	Mikroorganizma
Acidoin	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Acidolin	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Acidophilin	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Lactacin B	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Lactocidin	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Amylovorin	<i>Lactobacillus amylovorus</i>
Brevicin	<i>Lactobacillus brevis</i>
Bulgarican	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>
Gassericin	<i>Lactobacillus gasseri</i>
Helveticin	<i>Lactobacillus helvelicus</i>
Lacticin	<i>Lactococcus lactis</i>
Nisin	<i>Lactococcus lactis</i>
Plantaricin	<i>Lactobacillus plantarum</i>
Reuterin	<i>Lactobacillus reuteri</i>
Sakacin	<i>Lactobacillus sakei</i>
Leucocin	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
Pediocin A	<i>Pediococcus cerevisiae</i>
Pediocin PA-1	<i>Pediococcus acidilactici</i>
Enterocin	<i>Enterococcus faecium</i>
Camobacteriocin	<i>Carnobacterium spp</i>

Bu bakteriyosinlerin büyük bir kısmının bozulma nedeni ya da hastalık yapıcı Gram pozitif mikroorganizmalara, kısmen de spor oluşumlarına karşı inhibe edici etkileri bulunmaktadır. Bir çok bakteriyosinin *Escherichia coli* O157:H7 ve *Listeria monocytogenes*'e karşı inhibisyon etkisi bulunmaktadır (Breidt ve Fleming 1998, Oh ve ark. 2000, Zhu ve ark. 2000, Lee 2003).

Herhangi bir mikroorganizmanın optimum bakteriyosin sentezi için kültür ortamına şeker, vitamin ve azot kaynakları ile magnezyum ve çinko gibi elementlerin ilavesi, pH ve sıcaklık gibi gelişme faktörlerinin uygun hale getirilmesi gerekmektedir (Callewaert ve De Vuyst 2000, Ogunbanwo ve ark. 2003).

## 2. BAKTERİYOSİNLERİN SINIFLANDIRILMASI

Bakteriyosinler, ribozomlarda sentezlenen öncü peptidler olarak bilinirler. Peptidler aminoasit dizilişleri, uzunluğu, salgılanma ve oluşum mekanizmaları, dönüşüm sonrası modifikasyonlar ve antimikrobiyal aktivitelerine göre geniş bir varyasyon göstermektedirler. Hemen tüm bakteriyosin peptidleri nötr veya hafif asidik pH'da pozitif yüklü olup genellikle hidrofobik ve/veya amfifilik özellikte ard arda dizilmiş uzantıları içermektedirler (Oh ve ark. 2000, Zhu ve ark. 2000). Bakteriyosinler kimyasal yapıları ve molekül ağırlıklarına göre 3 grupta toplanmaktadır (Gürsel 1999, Eijsink ve ark. 2002, Yıldırım ve ark. 2004).

### **I. Grup**

**Lantibiyotikler:** Translasyon sonrası modifikasyona uğrayan öncü peptitlerdir. Yapılarında 2,3-didehidroaleenin, D-alanin ve 2,3-didehidrobutirin gibi modifiye amino asitler ile lantiyonin bulunur ve küçük moleküler ağırlıklıdır (< 10 000 dalton) düşüktür (Eijsink ve ark. 2002). Lantibiyotikler iki alt gruba ayrılır (Gürsel 1999, Oh ve ark. 2000, Eijsink ve ark. 2002, Yıldırım ve ark. 2004). Bunlar: Tip A: Çok uzun ve ince vida şekilli moleküller olup en önemli üyesi günümüzde gıda koruyucusu olarak da kullanılan nisindir.

Tip B: Küresel moleküller olup anyonik veya nötral peptitlerden oluşur

### **II. Grup**

**Modifiye olmamış sıcaklığa dayanıklı bakteriyosinler (peptidler):** Molekül ağırlıkları düşük, sıcaklığa dayanıklıdır ve modifiye amino asit içermezler. Üç alt grupta incelenirler (Eijsink ve ark. 2002):

A: Pediosin benzeri bakteriyosinler: En önemlileri pediosin A, mesenterisin Y105, sakasin A ve P, carnobakterisin B2'dir.

B: İki-peptid bakteriyosinleri (iki aktif peptid zincirine sahip): En önemlileri enterosin L50A-enterosin L50B, laktokoksin M-laktokoksin N, plantarisin EF-plantarisin JK'dır (Kuleaşan ve Çakmakçı 2003).

C: Diğer peptid bakteriyosinleri: A ve B alt gruplarında yer almamış, lantibiyotik olmayan bütün bakteriyosinleri içerir

### **III. Grup**

**Protein bakteriyosinleri:** Molekül ağırlıkları büyük (> 10 000 dalton), sıcaklığa duyarlı bakteriyosinlerdir. En önemli temsilcileri helvetisin J, laktosin 27 ve kazeisin 80'dir.

Lactobacillus cinsine ait bakteriyosinlerin birçoğu II. grupta yer almaktadır (Oh ve ark. 2000).

### **Bakteriyosin Aktivitesi**

Bakteriyosinlerin aktivitesi, gıdalarda bulunan laktik asit bakterilerinin gelişimi için gerekli koşullar olan sıcaklık, pH ve su aktivitesi gibi çevresel etkenlerin yanı sıra azot, vitamin ve mineral içeriği gibi besinsel faktörler ile enzimlerden etkilenmektedir.

**Sıcaklık:** Bakteriyosin aktivitesi üzerine depolama sıcaklığı ve süresi etkili olmaktadır. Ogunbanwo ve ark.(2003), Lactobacillus plantarum F1 ve Lactobacillus brevis OG1 suşları ile yaptıkları bir çalışmada yüksek sıcaklık ve uzun depolama süresinin bakteriyosin stabilitesi ve etkinliği üzerine olumsuz etkili olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar 20oC'de 60 gün depolama

süresi sonunda aktivitenin korunduğunu, 4oC'de 120 gün depolanma sonunda aktivitenin kısmen korunduğunu, 37oC'de 80-120 gün depolama sonunda ise aktivitenin tamamen yitirildiğini belirtmektedirler. Aynı konuda Lactobacillus KT7 ile yapılan bir başka çalışmada -20oC, 4oC ve 25°C'de 6 ay depolama süresi sonunda bakteriyosin aktivitesinin sırasıyla %100, %85 ve %25 korunduğu saptanmıştır (Zhu ve ark. 2000).

Navarro ve ark. (2000), kırmızı şaraptan izole edilen Lactobacillus plantarum J51 suşu tarafından sentezlenen bakteriyosinlerin 100oC'de 60 dakikalık sıcaklık uygulamasına dayanıklı olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte bir başka çalışmada yüksek sıcaklık uygulamalarının aktivite kaybına yol açtığı, 121oC'de ise aktivitenin tamamen yitirildiğini bildirilmişlerdir (Zhu ve ark. 2000). Lactobacillus acidophilus 30 SC suşu ile yapılan bir çalışmada bu mikroorganizma tarafından sentezlenen bakteiosinlerin 65oC'de 40 dakika ve 95oC'de 20 dakikada aktivitelerini %100 korudukları saptanırken 121 oC'de 20 dakika sonunda aktivitelerinde %50 azalma olduğu saptanmıştır (Oh ve ark. 2000).

Yapılan birçok araştırma, söz konusu laktik asit bakteriyosinlerinin sıcaklığa dayanıklı olmaları nedeniyle ısıl işlem gören fermente gıdaların üretiminde kullanılmaya uygun doğal bir antimikrobiyal katkı maddesi olduğunu göstermiştir (Oh ve ark. 2000, Zhu ve ark. 2000, Ogunbanwo ve ark. 2003).

**pH:** Bakteriyosin aktivitesi üzerine etkili olan bir diğer faktör de pH'dır. Zhu ve ark. (2000) bebek dışkılarından izole ettikleri Laktobacillus gasseri KT7 suşundan elde ettikleri ve gasserisinin KT7 olarak adlandırdıkları bakteriyosinin proteolitik enzimlere hassas, ısıya dayanıklı ve geniş bir pH aralığında aktif olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar depolama sırasındaki farklı pH değerlerinde aktivite kaybını inceledikleri çalışmalarında gasserisinin KT7'nin pH 2 ile 9 aralığında aktif olduğunu, nötr veya hafif nötr ortamlarda ise etkinliğinin en üst düzeyde olduğunu belirlemişlerdir.

Oh ve ark. (2000) Lactobacillus acidophilus 30 SC suşu tarafından sentezlenen bakteriyosinlerin aktivitesini pH 6 ve 7'de %100 koruduklarını; pH 3, 4, 5, 8, 9 ve 10'da ise aktivitelerini %50 kaybettiklerini ifade etmişlerdir.

Araştırmacılar Lactobacillus cinsi mikroorganizmalarca sentezlenen laktasin, laktasin 27, asidophilin, asidosin, asidolin gibi bakteriyosinlerin aside ve safra özsuşuna, yine laktik asit bakterilerince sentezlenen diğer bakteriyosinlerden daha dayanıklı olduğunu belirtmişlerdir (Oh ve ark. 2000).

**Gıda maddeleri:** Bakteriyosinlerle ilgili yapılan çalışmalarda kültür ortamının bileşiminin önemli olduğu, karışık fermentasyon ortamında laktik asit bakterilerinin metabolik aktivitesinin arttığı ve sentezlenen bakteriyosin miktarında da bir artış gözlemlendiği belirtilmiştir (Breidt ve

Fleming 1998, Ogunbanwo ve ark. 2003). Kültür ortamına %1 glukoz, %0.5 tween 80, %2-3 maya ekstraktı ve %1-2 NaCl ilave edildiğinde sentezlenen bakteriyosin miktarında bir artış olduğu belirtilirken, tri-amonyum sitrat, sodyum asetat, magnezyum sülfat, mangan sülfat ve potasyum fosfat gibi tuzların bakteriyosin sentezini etkilemediği belirtilmiştir (Ogunbanwo ve ark.2003a). Bununla birlikte diğer bazı araştırmacılar, fermentasyon ortamına mangan ve magnezyum gibi esansiyel elementlerin ilavesinin olumlu sonuçlar doğuracağını ifade etmişlerdir. Ayrıca ortamda laktik asit ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> varlığının bakteriyosinlerin etki spektrumlarını genişlettiği de belirtmiştir (Leroy ve De Vuyst, 2001).

**Enzimler:** Fermentasyon ortamına proteinaz, tripsin, kimotripsin, fisi, papain gibi enzimlerin ilavesinin birçok bakteriyosinin, diğer bakteriler üzerine olan inhibisyon etkisini azalttığı ya da yok ettiği belirtilmektedir (Niku-Paavola ve ark. 1999, Zhu ve ark. 2000, Oh ve ark. 2000). Konu ile ilgili bir çalışmada araştırmacılar *Lactobacillus acidophilus* 30 SC'den elde ettikleri bakteriyosinin aktivitesinin proteinaz E ve proteinaz K'dan olumsuz yönde etkilendiğini, katalazın ise bakteriyosin aktivitesi üzerine bir etkisinin olmadığını belirtmektedirler (Oh ve ark. 2000). Benzer sonuçlar Ogunbanwo ve ark. (2003)'ün yaptığı çalışmada da elde edilmiştir. Araştırmacılar yaptıkları çalışma sonucunda, *Lactobacillus plantarum* F1 ve *Lactobacillus brevis* OGI tarafından sentezlenen bakteriyosinlerin aktivitesinin proteolitik enzimler ile muamele sonrasında azaldığını; lipaz, katalaz, fosfolipaz, lizozim,  $\alpha$ -amilaz ve dekstranazın ise aktivite üzerine bir etkisinin olmadığını saptamışlardır. Ticari olarak gıdalarda kullanımı söz konusu olan nisin proteolitik enzimlerden yalnızca  $\alpha$ -kimotripsine duyarlı olduğu, ayrıca bazı *Bacillus cereus* suşlarının salgılanan nisinazdan etkilendiği belirtilmektedir (Gürsel 1999).

Bakteriyosinlerin proteolitik enzimler özellikle de pankreas kaynaklı proteolitik enzimlerle inaktif hale gelmeleri, protein yapıda olmaları ile açıklanmaktadır (Gürsel 1999, Ogunbanwo 2003). Mide salgıları da bakteriyosinin aktivasyonunda bir azalmaya neden olmaktadır. Bakteriyosinlerin proteolitik enzimlere duyarlı olmaları, sindirim sistemindeki florayı etkilemeyecekleri ve antibiyotik kullanımına bağlı olumsuzlukları yaratmayacakları anlamına gelmektedir (Gürsel 1999).

Bakteriyosinler antimikrobiyal aktiviteleri ve teknolojik olarak uygun özellikleri nedeniyle gıda sanayindeki potansiyel uygulamalar için giderek önemli hale gelmektedir. *E. coli* (kolisin) veya *Staphylococcus aureus* (epidermin) tarafından üretilen bakteriyosinler gıdaların korunması için kullanılmazken (Ekinci ve ark. 2006), güvenli kabul edilen (GRAS) mikroorganizma grupları arasında yer alan laktik asit bakterilerince oluşturulan ilk antibakteriyel polipeptid olan nisin, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve FDA tarafından gıda endüstrisi için koruyucu olarak kabul edilen bakteriyosindir (Zhu ve ark. 2000, Settani ve Corsetti 2008). FAO ve WHO, nisin gıdalarda koruyucu olarak kullanımına 1969 yılında izin verirken Food and Drug Administration (FDA) 1988 yılında sınırlı kullanımına izin vermiştir

(Kuleaşan ve Çakmakçı 2003). Nisin ve diğer bir bakteriyosin olan pediosin PA-1, günümüzde ticari olarak üretilmekte olan bakteriyosinlerdir. Gıdalarda koruyucu olarak kullanımı oldukça yaygın olan nisin 48 den fazla ülkede ve ABD'de FDA tarafından GRAS olarak kabul edilmiştir (Ekinci ve ark. 2006).

Lactococcus lactis tarafından üretilen bu bakteriyosin (nisin) anne sütünde bulunmakta ve anne sütünde doğal bir antimikrobiyal etki göstermektedir. 12 aydan küçük bebeklerin barsaklarından izole edilen Clostridium botulinum suşlarına karşı antagonistik etki göstererek gelişmesini önleyen ve onların sporlarına dahi inhibe edici etkisi bulunan nisin; küçük bebeklerin sağlığını korumada büyük yarar sağlamaktadır (<http://www.lactospore.com/back.htm>). Nisin çeşitli peynirler, konserve sebze ve meyveler, kremler, et ürünleri, dondurma, unlu gıdalar, mayonez ve çeşitli şekerlemelerde kullanılmaktadır. Nisinin toksik özellik göstermediği ve alerjiye neden olmadığı belirtilmiştir. Nisin konserve gıdalarda, süt ürünleri ve özellikle peynirlerde Bacillus ve Clostridium cinsi bakterilere karşı kullanılmaktadır (Ekinci ve ark. 2006). Pastörize süttten üretilen sürülebilir peynir ve eritme peynirlerinde C. botulinum'un gelişimini engellemek için en fazla 200 ppm nisin kullanımına izin verilmektedir (Gürsel 1999, Yıldırım ve ark. 2004). Nisin, yumurta ürünlerinin raf ömrünü uzatmakta ve Bacillus cereus gelişimini engellemektedir. Nisin, kürlenmiş et ürünlerinde nitrit düzeyini azaltmak için bir alternatif olarak görülmektedir. Bu amaçla nisin, daha az miktarda nitrit ile birlikte kullanılmaktadır. Nisin, bira ve şarap sanayinde de kullanım olanağına sahiptir. Nisin mayalara karşı etkisiz olup fermentasyon sırasında bozulmaya neden olan laktik asit bakterilerinin gelişimini kontrol altına almak için kullanılmaktadır (Osmanağaoğlu ve Beyatlı 2002, Yıldırım ve ark. 2004)

Renksiz, kokusuz ve tatsız olan bakteriyosinler gıdalarda 3 farklı şekilde kullanılmaktadır (Yıldırım ve ark. 2004), bunlar:

- 1- Bakteriyosin üreten mikroorganizmanın starter kültür olarak kullanılması
- 2- Saf veya yarı saf bakteriyosinin doğrudan gıda maddesine ilave edilmesi
- 3- Daha önceden bakteriyosin üreten bir mikroorganizma ile fermente edilmiş bir ürünün gıda bileşeni olarak kullanılması

### 3.SONUÇ

Konu ile ilgili yapılan çalışma sonuçlarına göre bakteriyosinler ile ilgili verileri aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür:

Bakteriyosinler (antimikrobiyal maddeler), gıdaların raf ömrünü artıran ve güvenliğini sağlayan doğal koruyucu maddelerdir. Dünya Sağlık Örgütü tarafından kabul edilen ve gıda endüstrisinde koruyucu olarak kullanılan ilk bilinen bakteriyosin nisindir. Nisin, gıda endüstrisinde özellikle süt ve süt ürünleri üretiminde katkı olarak kullanılması gittikçe yaygınlaşan bir bakteriyosindir. (<http://www.lactospore.com/back.htm>).

Bakteriyosinler antibiyotiklere göre dar bir etki spektrumuna sahiptir.

Doğal bir koruyucu olan bakteriyosinler indikatör mikroorganizmalara karşı bakteriosit veya bakteriostatik etki gösterirler.

Bakteriyosinler Gram pozitif ve Gram negatif bozulmaya neden olan ve hastalık etmeni olan *Listeria*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Enterobacter* cinsi birçok bakteri üzerine bakteriosit ve bakteriostatik etkiye sahiptir.

Laktik asit ve hidrojen peroksit bakteriyosinlerin etki spektrumunu genişletir.

Isıya dirençli olan bakteriyosinler ısıtılma işlemi gören fermente gıdaların korunmasında doğal bir katkı maddesi olarak raf ömrünü artırmaktadır.

Yukarıda verilen bilgiler ışığında başta nisin olmak üzere, karakterize edilen ve çoğu II. grupta yer alan bakteriyosinlerin, gıdaların güvenli bir şekilde saklanmasında etkili birer koruyucu olarak kullanılması her geçen gün önem kazanmaktadır. Ayrıca insan ve hayvanların barsak florasında doğal olarak bulunan, prebiyotik özellikteki birçok laktik asit bakterisinin ürettiği bakteriyosinler, barsak florasında bulunan ve besinlerle alınan *E.coli* ve *Listeria* cinsi patojen mikroorganizmalara karşı metabolizmayı koruyucu güçlü bir savunma mekanizması olmaktadır.

#### 4. KAYNAKLAR

**Breidt, F. and H. Fleming, 1998.** Modeling of the Competitive Growth of *Listeria monocytogenes* and *Lactococcus lactis* in Vegetable Broth. *Applied and Environmental Microbiology*, (9): 3159-3165.

**Callewaert, R. and L. De Vuyst, 2000.** Bacteriocin Production with *Lactobacillus amylovorus* DCE 471 is Improved and Stabilized by Fed-Batch Fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 66 (2): 606-613.

**Eijsink, V.G.H., M.B. Brurberg, P.H. Middelhoven and I. F. Nes, 1996.** Induction of Bacteriocin Production in *Lactobacillus sakei* by a Secreted Peptide. *Journal of Bacteriology*, 4: 2232-2237.

**Eijsink, V.G.H., L. Axelsson, D.B. Diep, L.S. Havarstein, H. Holo and I.F. Nes, 2002.** Production of Class II Bacteriocins by Lactic Acid Bacteria; An Example of Biological Warfare and Communication. *Antonie van Leeuwenhoek*. 81:639-654.

**Ekinci, F.Y., A. Sofu, A. Ilgın, B. Ertekin, A.Yıldız ve Ö. Göl, 2006.** Gıda Sistemlerindeki Doğal Koruyucu Maddeler: Bakteriyosinler. *Akademik Gıda*, 4 (22): 3-6.

**Gürsel, A. 1999.** Laktik ve Propiyonik Asit Bakterileri Tarafından Üretilen Bakteriyosinler ve Süt Teknolojisi Alanındaki Uygulamaları. *Gıda*, 24 (6): 399-410.

**Kuleşan, H. ve L. Çakmakçı, 2003.** Bakteriyosinlerin Özellikleri, Gıda Mikrobiyolojisinde Kullanım Alanları ve İleri Dönemlerdeki Kullanım Potansiyelleri. *Gıda*, 28 (2): 123-129.



- Lee, C.H. 2003.** Creative Fermentation Technology for the Future. 12th World Food Science and Technology Congress, July 16-20, Chicago.
- Leroy, F. and L.De Vuyst, 2001.** Growth of the Bacteriocin-Producing *Lactobacillus sakei* Strain CTC 494 in MRS Broth is Strongly Reduced Due to Nutrient Exhaustion: a Nutrient Depletion Model for the Growth of Lactic Acid Bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 67(10): 4407-4413.
- Navarro, L., M. Zaragoza, J.S. Aenz, F. Ruiz-Larrea and C. Torres, 2000.** Bacteriocin Production by Lactic Acid Bacteria Isolated from Rioja Red Wines. *Journal of Applied Microbiology*, 88: 1-44.
- Niku-Paavola, M.L., A. Laitila, T. Mattila-Sandholm and A. Haklara, 1999.** New Types of Antimicrobial Compounds Produced by *Lactobacillus plantarum*. *Journal of Applied Microbiology*, 86: 29-35.
- Oh, S., S.H.Kim and R.W. Worobo, 2000.** Characterisation and Purification of a Bacteriocin Produced by a Potential Probiotic Culture, *Lactobacillus acidophilus* 30 SC. *Journal of Dairy Science*, 83(12): 2747-2752.
- Ogunbanwo, S.T., A.I. Sanni ve A.A. Onilude, 2003.** Characterization of Bacteriocin Produced by *Lactobacillus plantarum* F1 and *Lactobacillus brevis* OG1. *African Journal of Biotechnology*, 2(8) : 219-227.
- Ogunbanwo, S.T., A.I. Sanni and A.A. Onilude, 2003a.** Influence of Cultural Conditions on the Production of Bacteriocin by *Lactobacillus brevis* OG1. *African Journal of Biotechnology*, 2(7) : 179-184.
- Osmanağaoğlu, Ö. and Y. Beyatlı, 2002.** The Use of Bacteriocins Produced by Lactic Acid Bacteria in Food Biopreservation. *Journal of the Turkish Microbiological Society*, 32: 295-306.
- Settanni, L. and A. Corsetti, 2008.** Application of bacteriocins in vegetable food biopreservation. *International Journal of Food Microbiology*, 121 (2008) 123–138.
- Uyulaşer, V. ve E. Savaş, 2004.** *Lactobacillus* Cinsi Mikroorganizmalarca Bakteriyosin Üretimi. Türkiye 8. Gıda Kongresi, 26-28 Mayıs, Bursa.
- Yang, Z. 2000.** Antimicrobial Compounds and Extracellular Polysaccharides Produced by Lactic Acid Bacteria: Structures and Properties. Auditorium XII., March 24, Faculty of Agriculture and Forestry of the University of Helsinki, 12-13.
- Yıldırım, İ., S. Uzunlu ve N. Tarcan, 2004.** Bakteriyosinler ile Gıdaların Korunması. Türkiye 8. Gıda Kongresi, 26-28 Mayıs, Bursa.
- Zhu, W.M., W. Liu and D.Q. Wu, 2000.** Isolation and Characterization of a New Bacteriocin from *Lactobacillus gasseri* KT7. *Journal of Applied Microbiology*, 88 : 877-886.