



SÜT STARTER KÜLTÜRLERİ TARAFINDAN ÜRETİLEN BAKTERİOSİNLERİN SÜT TEKNOLOJİSİNDEKİ ÖNEMLERİ

Bedia ŞİMŞEK, Osman SAĞDIÇ, Aynur Gül KARAHAN

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 32260-Isparta

Geliş Tarihi : 09.08.2001

ÖZET

Bakteriosinler, LAB (Laktik asit bakterileri) ve PAB (Propiyonik asit bakterileri) tarafından üretilen lantibiyotikleri (I. Sınıf, Ör: nisin); küçük, ısıya dayanıklı peptitleri (II. Sınıf, Ör: pediosin PA-I) ve büyük, ısıya dayanıklı proteinleri (III. Sınıf, Ör: Helvetisin J) kapsayan peptit inhibitörlerin heterojenik bir grubudur. İlk iki gruba ait birçok bakteriosin, gıdalarda istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini engellemek için başarıyla kullanılmaktadır. Fakat sadece nisin endüstriyel olarak üretilmekte ve bir gıda koruyucusu olarak kullanılmaktadır. LAB ve PAB süt ve ürünlerinde kolayca gelişebilen mikroorganizmalardır. Bu bakterilerin süt ürünlerinde gelişimi sırasında üretilen bakteriosin gibi bazı metabolitler sayesinde bozulma etmeni ve patojen bazı bakterilerin gelişiminin engellenmesi mümkün olmaktadır. Bu derleme süt kaynaklı bakteriosinlerin tanımlanması, onların sütteki uygulamaları, süt ürünlerinde ya raf ömrünü uzatmaları yada süt patojenlerini yok etmek için kullanılmalrı ile ilgilidir.

Anahtar Kelimeler : Bakteriosin, Starter kültürler, Süt teknolojisi

IMPORTANCE IN DAIRY TECHNOLOGY OF BACTERIOCINS PRODUCED BY DAIRY STARTER CULTURES

ABSTRACT

Bacteriocins produced by Lactic acid bacteria (LAB) and propionic acid bacteria (PAB) are heterogeneous group of peptide inhibitors which include lantibiotics (class I, e. g. nisin), small heat-stable peptides (class II, e. g. pediocin PA-1) and large heat-labile proteins (class III, e. g. helveticin J). Many bacteriocins belonging to the first two groups can be successfully used to inhibit undesirable microorganisms in foods, but only nisin is produced industrially and is used as a food preservative. LAB and PAB develops easily in milk and milk products. LAB and PAB growth in dairy products can cause microbial interference to spoilage and pathogenic bacteria through several metabolites, specially bacteriocins. The review deals with the description of milk-borne bacteriocins and their application in milk and milk products either to extend the shelf life or to inhibit milk pathogens.

Key Words : Bacteriocin, Starter cultures, Dairy technology

1. GİRİŞ

Günümüzde araştırmacılar, gıdaların muhafazası konusunda, fiziksel koruma teknikleri ve doğal antimikrobiyal bileşiklerle gıdaların korunması

konusunda yoğunlaşmıştır. Tüketici tercihleri de kimyasal koruyucularla korunmayan, doğal yapısına müdahale edilmemiş, dayanıklı ve raf ömrü daha uzun ürünlere yönelmiştir. Burada bakteriosinler devreye girmektedir.

Fermente gıdaların üretilmesinde laktik asit bakterileri (LAB) ve propiyonik asit bakterileri (PAB), patojen veya gıdalarda bozulmaya sebep olan mikroorganizmaları yok etmek, tat, lezzet, ve tekstürde arzu edilen değişiklikleri sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (Barefoot and Nettles, 1993; Hernandez et al., 1993; Stiles, 1996; Parante and Ricciardi, 1999).

Süt teknolojisinde LAB (*Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Carnobacterium*, *Enterococcus* ve *Weissella*) ve PAB sağlık açısından da önemli özelliklere sahiptirler (Klaenhammer, 1988; Parante and Ricciardi, 1999). Ürettikleri laktik, asetik, propiyonik ve formik asit gibi ürünlerle pH'yı düşürerek patojen veya bozulmaya sebep olan mikroorganizmaları engellerken, bu mekanizmalarını destekleyen bakteriosin, H₂O₂ ve yağ asitleri gibi antimikrobiyal metabolitler ile asetaldehit, diasetil ve asetoin gibi bazı aroma maddeleri de üretmektedirler. Probiyotik bakteriler oldukları için buldukları gıdaların tüketilmesiyle sindirim sisteminde görev alırlar (Klaenhammer, 1988; Barefoot and Nettles, 1993; Hernandez et al., 1993; Hammes and Tichaczek, 1994).

Gıda biyoteknolojisinde bakteriosinlerin gıda güvenliği açısından büyük önemi bulunmaktadır. Bir çok ülkede gıda kaynaklı salgın hastalıkların (Salmonellosis, listeriosis ve colitis) hala bulunması, bakteriosinlerin önemini artırmaktadır. Ayrıca gıda tüketicisi, kimyasal koruyucu içermeyen gıdaları tüketmeyi tercih etmektedir. Bu nedenle doğal formda bulunan, uygun lezzette, dayanıklı ve raf ömrü daha uzun gıdaların üretilmesi önem kazanmıştır. Bu gereksinimler büyük ölçüde LAB ve PAB ile bunların ürettikleri metabolitlerle karşılanmaktadır (Klaenhammer, 1988).

Bu çalışmada çeşitli araştırmalar ışığında, bakteriosinlerin bazı özellikleri, etki mekanizmaları ve süt teknolojisindeki önemleri özetlenmiştir.

2. BAKTERİOSİNLER

Bakteriler tarafından üretilen protein ya da peptit yapısına sahip bazı mikroorganizmaları inhibe edici etkisi olan metabolitlere bakteriosin adı verilmektedir (Hugenholtz, 1998). Gıdaların kalitesi ve güvenliğini geliştirmek için fermente gıdalarda bakteriosin üreten starter kültürler kullanılabilir veya

Lb.;*Lactobacillus*, **L.;***Lactococcus*, **S.;***Staphylococcus*, **Lis.;***Listeria*, **E.;***Esherichia*, **C.;***Clostridium*, **P.;***Pediococcus*

bakteriosinler direk olarak gıdalara ilave edilebilir (Schillinger et al., 1996).

Bakteriosinler, laktik asit bakterilerinin yanında, *Listeria*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, ve *Propionibacterium* gibi mikroorganizmalar tarafından da üretilmektedir. Örnek olarak *Escherichia coli* tarafından üretilen colicin veya *S. aureus* tarafından üretilen epidermis verilebilir. Ancak patojen bakterilerin üretmiş olduğu bakteriosinlerin gıda endüstrisinde kullanılması uygun değildir. Bu nedenden dolayı LAB ve PAB ile bakteriosin kaynağı olarak çok daha fazla ilgilenilmektedir (Anon., 1991). Özellikle süt teknolojisinde genellikle LAB ve PAB tarafından üretilen bakteriosinlerden yararlanılmaktadır. Bunlar direk olarak gıda maddesine ilave edilerek, bakteriosin üreten bir bakteri aracılığıyla indirek olarak kullanılarak veya ambalaj malzemesine ilave edilerek kullanılmaktadır (Daeschel, 1989).

LAB ve PAB tarafından üretilen bazı bakteriosinler ve etki mekanizmaları Tablo 1'de verilmiştir.

Bakteriosinler üzerine yapılan çalışmalarda son yıllarda önemli oranda artış gözlenmektedir. Bunun bir çok nedeni bulunmaktadır. Bakteriosinler klasik antibiyotiklere oranla gıda kalitesini ve güvenliğini geliştirmek için direkt olarak kullanılmalarından dolayı daha avantajlıdır. Ayrıca bakteriosinler doğal kaynaklıdır. Korunacak gıdaların fizikokimyasal yapısında herhangi bir değişime neden olmadan gıdalarda bozulma etmeni veya hastalık yapan bakterileri inhibe etmektedir. Bakteriosinlerin protein yapısında olmaları sıkıntılara yol açmadan, gıda sanayiinde güvenli bir şekilde kullanılabilmelerini sağlar. Ancak bakteriosinlerden biyokoruyucu olarak yararlanma olanağı sınırlıdır. Çünkü bakteriosinlerin etki mekanizması dar ve yetersizdir. Ayrıca bakteriosin üretimi bakteri suşlarına göre farklılaşmaktadır (Klaenhammer, 1988).

Son yıllarda 30 farklı bakteriosin tanımlanmış ve gıda koruyucusu olarak kullanımına izin verilmiştir. Ancak bunların içinde sadece *Lactococcus lactis* tarafından üretilen nisin endüstriyel üretimde kullanılmaktadır (Klaenhammer, 1988; Hugenholtz, 1998).

2. 1. Bakteriosinlerin Sınıflandırılmaları ve Etki Şekilleri

LAB tarafından üretilen bakteriosinler yapısal özelliklerine ve amino asit bileşimlerine göre yapılan analiz sonuçlarına dayanarak molekül

ağırlıklarına göre sınıflandırılmışlardır. Klaenhammer (1993) tarafından yapılan ve Nes et al. (1996) tarafından modifiye edilen sınıflandırmaya

göre dört ana gruba ayrılırlar (Holzapfel et al. 1995; Venema et al. 1995; Daly et al. 1998; Caplice and Fitzgerald, 1999). (Tablo 2).

Tablo 1. LAB ve PAB Tarafından Üretilen Bazı Bakteriosinler ve Etki Mekanizmaları

Bakteriosiyosin	Üreten Mikroorganizma	Etki Spektrumu	Kaynak
Nisin	<i>L.lactis</i> ssp. <i>lactis</i>	<i>Lactobacillus</i> sp., <i>Streptococcus</i> sp., <i>Lactococcus</i> sp., <i>Mycobacterium</i> sp., <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Clostridium</i> sp. <i>Bacillus</i> sp., <i>Listeria</i> sp. <i>Mycobacterium</i> <i>smegmatis</i>	Benkerroum and Sandine (1988); Klaenhammer (1988); Daeschel (1989); Eckner (1991); Hiller and Davidson (1991); Maisnier-Patin et al. (1992); Montville et al. (1999).
Diplokokkin	<i>L. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i>	<i>Lactococcus</i> sp.	Klaenhammer (1988).
Laktosin 27	<i>Lb. helveticus</i> LP 27	<i>Lb. helveticus</i> , <i>Lb.</i> <i>acidophilus</i>	Klaenhammer (1988).
Laktokokkin A	<i>L.lactis</i> ssp. <i>cremoris</i>	<i>Lactococcus</i> sp.	Geis et al. (1983).
Helvetisin J	<i>Lb. helveticus</i>	Termofil laktobasiller	Klaenhammer (1988); Parente and Ricciardi (1999).
Laktosin 3147	<i>L. lactis</i>	Gram-pozitif bakteriler	Ryan et al. (1996); Rea et al. (1996); Mc Auliffe et al. (1998); Mc Auliffe et al. (1999); Ralph and Günter (2000).
Pediosin PA-1/AcH	<i>Pediococcus acidylactis</i>	<i>Lis. monocytogenes</i> , <i>Bacillus</i> <i>cereus</i> , <i>S. aureus</i> ve <i>Clostridium</i> lar	Richard (1992); Rea et al. (1996); Mc Auliffe et al. (1998); Ryan et al. (1998); Mc Auliffe et al. (1999).
Sakasin 674	<i>Lb. sake</i>	<i>Lactobacillus</i> sp. <i>Lis.</i> <i>monocytogenes</i>	Hillier and Davidson (1991); Holck et al. (1994); Abee et al. (1995).
Asidofilin	<i>Lb. acidophilus</i>	Gram-pozitif ve Gram- negatif bakteriler	Hillier and Davidson (1991).
Asidolin	<i>Lb. acidophilus</i>	Gram-negatif bakteriler	Hillier and Davidson (1991).
Jensenin G	<i>Propionibacterium jensenii</i> P126 (ATCC 4872)	<i>Lb. bulgaricus</i> ve <i>L. lactis</i>	Weinbrenner et al. (1997).
Laktasin B	<i>Lb. acidophilus</i>	<i>Lb. bulgaricus</i> ve <i>L. lactis</i>	Barefoot and Nettles (1993).
Propiyonisin PLG-1	<i>Propionibacterium thoenii</i> P127	<i>Propionibacterium</i> sp., <i>Campylobacter jejuni</i>	Barefoot and Nettles (1993).
Laktosin F	<i>Lb. acidophilus</i> 88	<i>Enterococcus faecalis</i> 19433 ve <i>Lb. fermentum</i> 1750	Klaenhammer (1988).

Tablo 2. LAB Tarafından Üretilen Bakteriosinlerin Sınıflandırmaları (Ennahar et al., 2000)

Sınıflar	Alt Sınıf	Örnekler	Özelliği
I		Laktosin S, kornosin U149, lactisin 481, nisin, laktosin 3147	*Lantibiotikler; küçük, ısıya dayanıklı az rastlanan amino asitleri içerir.
II	II a	Pediosin PA-1/AcH, sakasin A ve P, kurvasin A	*Küçük (25 kDa, 30-100 amino asit), ısıya dayanıklı, lantibiyotik olmayan bakteriosinler
	II b	Laktasin F, laktokokkin G, laktokokkin M	*Antilisterial etkili, pediosin benzeri etkili bakteriosinler.
	II c	Laktokokkin B, Enterosin P	*Thiol aktif bakteriosinler *Kompleks aktivite için iki peptit gereken bakteriosinler *Bakteriosinlerin Salgılanmasına bağlı olarak salgılanan bakteriosinler
III		Helvetisin J, helvetisin V-1829, laktasin A ve B, Asidosin A	*Büyük (>30 kDa) ısıya dayanıksız proteinler
IV		Leukokkin S, laktosin 27 ve pediosin SJ- 1, Plantarisin S	*Aktivitesi için karbonhidrat ve/veya lipid- kompleksi bulunan bakteriosinler

Bakteriosinler faaliyetlerini iki aşamada gerçekleştirirler. Birinci aşamada bakteriosinler bakterinin hücre duvarında bulunan bazı reseptörlere tutunmaktadır. İkinci aşamada ise bakteriosinlerin her biri hücrede bazı patolojik değişiklikler

oluşturmaktadır. Bu aşama geri dönüşümsüz olarak gerçekleşmektedir. Kısa süre içinde ortamdaki canlı sayısında hızlı bir azalma olmaktadır (Daw and Falkiner, 1996; Moll et al. 1999; Ennahar et al. 2000).

2. 2. Bakteriosinlerin Süt Endüstrisinde Kullanılmaları

Lantibiotikler olarak adlandırılan I sınıf bakteriosinlerin en önemlisi direk gıda katkısı olarak kullanılmasına izin verilen (Federal, 1988) GRAS statüsündeki (Generally Recognized As Safe) nisindir. Nisin *L. lactis* ssp *lactis* tarafından üretilir. İlk olarak, 1928'de tanımlanmıştır ve 34 amino asitten oluşan, ribozamlarca sentezlenen peptit ya da protein yapısında bir bileşiktir. Asit pH'da ısıya dayanıklıdır ve geniş bir etki alanına sahiptir. Asit ortamlarda çözünürlükleri, pH arttıkça çözünürlükleri azalır. pH 2'de çözünürlükleri yaklaşık 56 mg/ml, pH 5'de 3 mg/ml ve pH 7'de 1 mg/ml dir. 25 °C'nin altındaki sıcaklıklarda, karanlıkta ve kuru şartlarda 2 yılı aşkın bir süre depolanabilirler. Nisinde depolama sıcaklığındaki değişimlere bağlı olarak bazı aktivite kayıpları meydana gelebilmektedir. Örneğin 20 °C'de bu kayıp % 20, 25 °C'de, % 40, 30 °C'de % 60' tır (Broughton, 1998).

Süt ürünlerinde ve özellikle peynir üretiminde nisin, bütirik asit ve gaz üreterek bozulmaya sebep olan *Clostridium tyrobutyricum* ve diğer *Clostridium* ların gelişimini engellemek için kullanılmaktadır. Nisin Clostridia sporlarının gelişimini engellediği için peynir üretiminde nitrata alternatif olarak görülmektedir (Shillinger et al. 1996).

50 kadar ülkede, taze peynirler, konserve gıdalar, işlenmiş sebzeler ve bebek mamaları gibi ürünlerde koruyucu olarak nisin kullanılmaktadır. Gıdalarda kullanım miktarı 2.5 ile 100 ppm arasındadır. Yüksek aside dayanıklı olduğu için asitli gıdalarda kullanılabilir (Turtel and Broughton, 1998). Nisin'in süt, cottage peyniri, krem peyniri ve dondurmada *Lis. monocytogenes*'i inhibe ettiği ve depolama sırasında gelişimini önlediği saptanmıştır (Eckner, 1991; Hillier and Davidson, 1991).

Nisin A ve nisin Z olarak tanımlanan iki doğal nisin molekülü vardır. Nisin Z, nisin A'ya benzer bir antimikrobiyal aktiviteye sahiptir. Nisin Z, nisin A'nın polipeptit zincirindeki 27. amino asit olan histidin yerine asparagin bulunması ile ayrılır (Klaenhammer, 1988; Hiller and Davidson, 1991).

Nisin'in *Bacillus* ile *Clostridium* sporlarının oluşumunu engelleyici özellikte ve bir çok patojeni kapsayan Gram-pozitif bakterilere karşı inhibitör etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Daeschel, 1989). Peynirde bozulmaya sebep olan *Clostridium sporogenes*'in gelişimi, peynire nisin ilavesiyle önemli miktarda engellenmiştir (Zottola et al., 1994; Hugenholtz et al., 1995).

Nisin özellikle peynir teknolojisinde geç şişmeye neden olan Clostridium'larla mücadelede kullanılmaktadır. Gouda peynirinin üretiminde, nitrat yerine starter kültür olarak *Lactococcus lactis*'in nisin üreten bir suşunun kullanılması, *Clostridium tyrobutyricum* sporlarının oluşumunu engellemiştir. Yine nisin cottage ve camambert peynirlerinde *Lis. monocytogenes*'i inhibe etmiştir (Benkerroum and Sandine, 1988; Maisnier-Patin et al., 1992).

Nisinden diğer fermente gıda maddelerinde de başarıyla faydalanılabilmektedir. Birçok ülkede 25 yıldır güvenle kullanılan nisin hiçbir toksik etkisi ve allerjenik özelliği belirlenmemiştir.

L. lactis ssp. *lactis*'in dört suşunun *C. tyrobutyricum*'a karşı inhibe edici etkisi araştırılmış ve bu bakterinin nisin dışında peptit ve protein olan pronaz ve tripsin gibi de inhibitör maddeler ürettiği belirlenmiştir. Bu inhibitör maddeler eksponansiyel gelişme fazı esnasında üretilir. Bu bakteriler *C. tyrobutyricum*'un bazı suşlarına karşı inhibitif etki göstermiştir (Thuault et al., 1991).

Son zamanlarda *L. lactis* suşlarından izole edilmiş nisine benzemeyen Laktosin 3147 adı verilen ve cheddar peyniri üretiminde kullanılan yeni bir lantibiotik belirlenmiştir (Ryan et al., 1996; Ralph and Günter, 2000). Ayrıca İrlanda kefir tanelerindeki laktokoklar tarafından da üretilen laktosin 3147 Gram-pozitif bakterilere karşı geniş bir etkiye sahiptir (Mc Auliffe et al., 1998; Ryan et al., 1998; Mc Auliffe et al., 1999). Nisinin tersine Laktosin 3147 nötr pH'da etkilidir. Son yıllarda cheddar peyniri üretiminde *L. lactis*'in ürettiği bu bakteriosin de kullanılmaktadır (Ryan et al., 1996). Bu bakteriosin fermente gıdalarda kaliteyi ve güvenilirliği artırmak amacıyla istenmeyen mikroorganizmaları inhibe etmek için bir katkı maddesi olarak kullanılabilmektedir (Ross et al., 1999).

II. sınıf bakteriosinlerden olan pediosinler, *Pediococcus* sp. tarafından üretilir. Bunlar ilk kez 1975'te *Pediococcus pentosaceus*'un *Lb. plantarum*'un asit üretimini ve gelişimini inhibe etmesiyle bulunmuştur. Pediosin, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* ve Clostridia'lar gibi bakterileri inhibe etmektedir. Bunlar sporlara karşı çok etkili olmayıp et gibi bazı gıda ürünlerinde nisinden daha etkilidirler (Parente and Ricciardi, 1999).

Pediococcus acidilactici'den izole edilen pediosin PA-1'in etkisi özellikle cottage peyniri, kremalar ve peynir soslarındaki *Lis. monocytogenes* üzerinedir.

Gıdaya ilave edildiği anda *Lis. monocytogenes* sayısında hızlı bir azalma gözlenmiştir. Pediosin PA-1'in aktivitesi gıdalarda yağ ve protein varlığı ile etkilenmemektedir. Ancak laktik asit ile arasında sinerjistik bir ilişki kaydedilmiştir. Fermente sucuklarda pediosin üreten kültürle *Lis. monocytogenes*'in inhibisyonu bir çok çalışmacı tarafından araştırılmıştır (Berry et al. 1990; Foegeding et al. 1992). Bu bakteriosin toksik değildir, gastrik enzimlerle hızla hidrolize olur ve immunojenik değildir. Diğer pediokokal bakteriosinlere kıyasla daha geniş bir bakteriyel aktiviteye sahiptir (Klaenhammer, 1988; Parente and Ricciardi, 1999).

Lb. acidophilus tarafından üretilen asidofilin laktik asit bakterilerinin sütte gelişimi sırasında oluşmaktadır. Isıya dayanıklıdır, Gram-negatif ve Gram-pozitif bakteriler üzerinde geniş bir etkiye sahiptirler. Asidolin'de asidofiline benzer özellikler gösteren bir diğer bakteriosindir. Asidofilin'den ayrılan tarafı Gram-negatif bakteriler üzerinde etkili olmaları ve molekül yapıları bakımından birbirine benzememeleridir (Hillier and Davidson, 1991).

Lis. monocytogenes, özellikle olgunlaşma sırasında pH'sı artan İtalyan tipi mozzarella, gorgonzola ve taleggio gibi peynirlerde önemli problemlerdir. Girafta et al. (1995) *Enterococcus faecium* 7C5 suşunun ürettiği bir bakteriosin tarafından, taleggio peynirinde *Lis. monocytogenes*'in gelişiminin engellendiğini belirlemişlerdir. Mozzarella peynirinde de bakteriosin üreten *L. lactis* suşlarının ilavesiyle *Lis. monocytogenes*'in gelişimi engellenebilmektedir (Stecchini et al., 1995).

Diplokokkin, *L. lactis* ssp. *cremoris* tarafından üretilen bir antimikrobiyal maddedir. Ancak nisin ile kıyaslandığında antimikrobiyal etkisi sınırlıdır. Mikroorganizmaların spor formlarına karşı etkili değildir. Saf diplokokkin stabil değildir. Hassas hücrelerin diplokokkin ile muamelesi hücrelerin DNA, RNA sentezinin durmasına ve hücrenin ölümüne neden olmaktadır (Klaenhammer, 1988).

Laktostrepsinler, streptokoklar tarafından üretilen bir diğer bakteriosin olup 5 ayrı tipi tespit edilmiştir ve ısıya stabildirler (Klaenhammer, 1988).

Lb. acidophilus tarafından üretilen bakteriosinlerden biri de laktosidindir. Laktosidin, doğal pH'da aktiftir ve uçucu değildir. 100 °C'de ısıya dayanıklıdır. % 0.1 SDS (sodyum dodesil sülfat) ve 8M ürede aktif kalmaktadır. *Lb. acidophilus* 88 tarafından üretilen laktosin F, fisin, proteinaz K, tripsin ve subtilisine hassastır. 121 °C'de 15 dakika ısı işleminden sonra aktif kalırlar. *Lb. acidophilus* 88, laktosin B, indikatörüne ilave olarak laktosin

F'yi ürettiği tespit edilmiştir. Bu bakteriosinin *Enterococcus faecalis* 19433 ve *Lb. fermentum* 1750'yi inhibe ettiği belirlenmiştir (Klaenhammer, 1988).

Oumer et al. (1999), bakteriosin üreten bakterilerin peynir lezzeti üzerine etkisini araştırmışlar *L. lactis* subsp. *lactis* H6 ve bakteriosin üreten bakteri kombinasyonu ile yapılan yarı sert peynirlerin bakteriosin üretmeyen bakteri kombinasyonu ile yapılan peynirlerden daha yüksek lezzet ve kaliteye sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Isıya dayanıklı küçük bakteriosinler olan laktokokkinlerden A, B ve M üzerinde çok yoğun bir şekilde çalışılmıştır. Bu bakteriosinlerin etki alanları oldukça dar olup sadece laktokok suşlarına karşı etkili olmaktadır (Geis et al., 1983).

Propionibacterium jensenii P126 (ATCC 4872) tarafından üretilen ve ısıya dayanıklı bir bakteriosin olan jensenin G'nin yoğurt bakterilerini inhibe ettiği saptanmıştır. Bu bakteriosinin yoğurdun depolama süresini artırmak için aşırı asitliğin gelişmesini önlemek amacıyla kullanılabilirliği bildirilmiştir (Weinbrenner et al., 1997).

Bakteriosinlerin süt teknolojisinde kullanımları bazı faktörler tarafından da etkilenmektedir. Bunlar; ortamın pH sı, gıda bileşenlerine bağlanması, sıcaklık, proteolitik enzimler, oksidasyon, ağır metaller, ortamda bakteriosinlere dayanıklı patojenlerin bulunması vb.'dir. Süt teknolojisinde bakteriosinler kullanılırken, gıdaların duyuşal özelliklerine zarar vermemesine, insanlarda herhangi bir toksik etkiye sebep olmamasına, düşük konsantrasyonlarda etkili olabilmesine ve fiyatının uygun olmasına da dikkat edilmelidir.

3. KAYNAKLAR

Abee, T., Krockel, L., Hill, C. 1995. Bacteriocins: Modes of Action and Potential in Food Preservation and Control of Food Poisoning. Int. J. Food Microbiology (28), 169-185.

Anonymous. 1991. Bacteriocins and Food Applications. Scape, A. Technical Bulletin from Silliker Laboratories, VI (3), 1-6.

Barefoot, S. F., Nettles, C. G. 1993. Antibiosis Revisited: Bacteriocins Produced by Dairy Starter Cultures. J. Dairy Sci., 76 (8), 2366-2379.

Benkerroum, R., Sandine, W.E. 1988. Inhibitor Action of Nisin Against *Listeria monocytogenes*. J. Dairy Science (71), 3237-3245.

- Berry, E. D., Liewen, M. B., Mandigo, R. M., Hutkins, R. W. 1990. Inhibition of *Lis. Monocytogenes* by Bacteriocin Producing *Pediococcus* During Manufacture of Fermented Semi-Dry Sausage. *J. Food Protect.* (53), 194-197.
- Broughton, J. D. 1998. Nisin. *Bulletin of IDF-329.* s. 9-12.
- Caplice, E., Fitzgerald, G. F. 1999. Food Fermentations: Role of Microorganisms in Food Production and Preservation. *Int. J. of Food Micro.,* (50), 131-149.
- Daeschel, M. A. 1989. Antimicrobial Substances from Lactic Acid Bacteria For Use As Food Presarvatives. *Food Technology* (43), 164-166.
- Daly, C., Fitzgerald, G. H., O'Connor, L., Davis, R. 1998. Technological and Health Benifits of Dairy Starter Cultures. *Int. Dairy Journal* (8), 195-205.
- Daw, M. A. and Falkiner, F. R. 1996. Bacteriocins: Nature, Function and Structure. *Elsevier Science* 27 (5), 467-479.
- Eckner, F. K. 1991. Bacteriocins Bacteriocins and Food Applications. *Silliker Laboratories. Vol : 6,* s. 1-4.
- Ennahar, S., Sashihara, T., Sonomoto, K., Ishizaki, A. 2000. Class II a Bacteriocins: Biosynthesis, Structure and Activity. *FEMS Microbiology Review* (24), 95-106.
- Federal, R. 1988. Nisin Preparation: Affirmation of GRAS Status as a Direct Human Food Ingradient. *Fed. Regist.* (54), 11247-11251.
- Foegeding, P. M., Thomas, A. B., Pilkington, D. H., Klaenhammer, T. R. 1992. Enhanced Control of *Lis. Monocytogenes* by in Situ-produced *Pediocin* During Dry Fermented Sausage Production. *Appl. Environ. Microbiol* (58), 884-890.
- Geis, A., Singh, J., Teuber, M. 1983. Potential of Lactic Streptococci to Produce Bacteriocin. *Applied and Enviromental Microbiology,* 45, 205-211.
- Giraffa, G., Picchioni, N., Neviani, E., Carminati, D. 1995. Production and Stability of an *Enteococcus feacium* Bacteriocin During Taleggio Cheese Making and Ripering. *Food Microb.* 12, 301-307.
- Hammes, W. P., Tichaczek, P. S. 1994. The Potential of Lactic Acid Bacteria For The Production of Safe and Wholesome Food. *Z. Lebensm. Unter. Forsh.,* 198 (3), 193-201.
- Hernandez, P. E., Rodriguez, J. M., Cintas, L. M., Mareira, W. L., Sabrino, O. J., Fernandez, M. F., Sanz, B. 1993. Utilization of Lactic Bacteria in the Control of Pathogenic Microorganisms in Food. *Microbiologia,* 9, 37-38.
- Hillier, J. A. and Davidson, E. B. 1991. Bacteriocins as Food Preservatives. *Food Research Quarterly.* 51, 60-64.
- Holck, A. L., Axelsson, L., Hühne, K., Kröckel, L. 1994. Purification and Cloning of Sacacin 674, A Bacteriocin From *Lactobacillus sake* L6674. *FEMS Microbiol. Lett.* 115, 143-150.
- Holzappel, W. H., Geisen, R., Schillinger, U. 1995. Biological Preservation of Food With Reference To Protective Cultures, Bacteriocins and Food-grade Enzymes. *International Journal of Food Microbiology.* 24, 343-362.
- Hughenoltz, J., Twigt, M., Slomp, M., Smith, M. R. 1995. Development of Nisin-Producing Starters For Gouda Cheese Manufacture. In: *International Dairy Lactic acid Bacteria Conference, Palmerston North, New Zealand, 19-23 February 1995, Book of Abstracts,* p. 2-4.
- Hughenoltz, J. 1998. Bacteriocins as Presarvatives in Food. *Bulletin of the IDF-329.* s. 6-8.
- Klaenhammer, R. T. 1988. Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria. *Biochemie.* 70, 337-349.
- Klaenhammer, T. R. 1993. Genetics of Bacteriocins Produced by Lactic Acid Bacteria. *FEMS Microbiology Rev.* (12), 39-86.
- Maisnier-Patin, S., Deschamps, N., Tatini, S. R., Richard, J. 1992. Inhibition of *Listeria monocytogenes* in Camambert Cheese Made With A Nisin-Producing Starter. *Lait* (72), 249-263.
- Mc Auliffe, O., Ryan, M. P., Ross, P. R., Hill, C., Breeuwer, P., Abee, T. 1998. Lacticin 3147, A Broad-Spectrum Bacterocin Which Selectively Dissipates the Membrane Potential. *Appl. Environ. Microb.,* (64), 439-445.
- Mc Auliffe, O., Hill, C., Ross, P. R. 1999. Inhibition of of *Listeria monocytogenes* in Cottage Cheese Manufactured With A Lacticin 3147 Producing Starter Culture. *J. Appl. Microbiology* (86), 251-256.
- Moll, G. N., Konings, W. N. and Driessen, A. J. M. 1999. Bacteriocins: Mechanism of Membrane Insertion and Pore Formation. *Antonie van Leeuwenhook* 76, 185-198.

- Montville, T. J., Chung, H. J., Chikindas, M. L., Chen, Y. 1999. Nisin A Depletes Intracellular ATP and Acts in Bacteriicidal Manner Against *Mycobacterium Smegmatis*. Letter in Applied Microbiology, 28 (3), 179-183.
- Nes, I. F., Diep, D. B., Havarstein, L. S., Brurberg, M. B., Eijsink, V., Holo, H. 1996. Biosynthesis of Bacteriocins in Lactic Acid Bacteria. *Antonie Van Leeuwenhoek*, (70), 113-128.
- Oumer, A., Garde, S., Medina, M. Nunez, M. 1999. Defined Starter System Including A Bacteriocin Producer For the Enhancement of Cheese Flavour. *Biotechnology Techniques*, 13, 267-270.
- Parente, E. and Ricciardi, A. 1999. Production, Recovery and Purification of Bacteriocins From Lactic Acid Bacteria. *Appl. Microbial Biotechnology* (52), 628-638.
- Ralph, W. J. And Günter, J. 2000. Lantibiotics and Microcins: Polypeptides With Unusual Chemical Diversity. *Current Opinion in Chemical Biology* (4), 310-317.
- Rea, M. C., Lennartsson, T., Dillon, P., Drinan, F. D., Reville, W. J., Heapes, M., Cogan, T. M. 1996. Irish Kefir-Like grains: Their Structure, Microbial Composition and Fermentation Kinetics. *J. Appl. Bacteriology*, (81), 83-94.
- Richard, J. 1992. Inhibition of *Listeria monocytogenes* in Camambert Cheese Made With A Nisin-Producing Starter. *Lait* (72), 249-263.
- Ross, R. P., Galvin, M., Mc Auliffe, O., Morgan, S. M., Ryan, M. P., Twomey, D. P., Meaney, J. W. Hill, C. 1999. Developing Applications for Lactococcal Bacteriocins. *Antonie Van Leeuwenhoek* (76), 337-346.
- Ryan, M. P., Rea, M.C., Hill, C., Ross, R. P. 1996. An Application in Cheddar Cheese Manufactured For A Strain Of *Lactococcus lactis* Producing A Novel Broad Spectrum Bacteriocin, Lacticin 3147. *Appl. Environ. Microbiology*. 62, 612-619.
- Ryan, M. P., Meaney, W. J., Ross, R. P., Hill, C. 1998. Evaluation of Lacticin 3147 and a Teat Seal Containing This Bacteriocin For Inhibition of Mastitis Pathogens. *Appl. Environ. Microbiology*. (64), 2287-2290.
- Schillinger, U., Geisen, R., Holzapfel, W. H. 1996. Potential of Antagonistic Microorganisms and Bacteriocins For the Biological Preservation of Foods. *Trends in Food Science and Technology*, (7), 158-164.
- Stecchini, M. L., Aquili, V., Sarais, I. 1995. Behavior of *Lis. monocytogenes* in Mozzarella Cheese in Presence of *Lactococcus lactis*. *Int. J. of Food Microb.*, (25), 301-310.
- Stiles, M. E. 1996. Biopreservation By Lactic Acid Bacteria. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 70 (2-4), 331-345.
- Thault, D., Beliard, E., Le Guern, J., Bourgeois, C. M. 1991. Inhibition of *Clostridium Tyrobutyricum* By Bacteriocin-Like Substances Produced by Lactic Acid Bacteria. *J. Dairy Science*, 74 (4), 1145-1150.
- Turtell, A., Broughton, J. D. 1998. International Acceptance of Nisin as a Food Preservative. *Bulletin of the IDF-329*. s. 20-23.
- Venema, K., Venema, G., Kok, V. 1995. Lactococci: Mode of Action Immunity and Secretion . *Int. Dairy Journal* (5), 815-832.
- Weinbrenner, D. R., Barefoot, S. F., Grinstead, D. A. 1997. Inhibition of Yoghurt Starter Cultures By Jensenin G, A Propionibacterium Bacteriocin. *J. Dairy Science*, (80), 1246-1253.
- Zottola, E. A., Yezzi, T. L., Ajao, D. B., Roberts, K. F. 1994. Utilization of Cheddar Cheese Containing Nisin as an Antimicrobial Agent in Other Foods. *Int. J. Food Microbiology*. (24), 227-238.