

LAKTOPEROKSİDAZ/TİYOSİYANAT/HİDROJEN PEROKSİT (LP) SİSTEMİNİN AKTİVASYONU İLE KORUNMUŞ SÜTLER İLE BUNLARDAN ÜRETİLEN TELEME VE KAŞAR PEYNİRLERİNİN MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ¹

MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF MILKS PRESERVED BY THE ACTIVATION OF LACTOPEROXIDASE/THIOCYANATE/HYDROGEN PEROXIDE (LP) SYSTEM AND TELEME AND KASAR CHEESES PRODUCED BY THESE MILKS

Metin ATAMER, Nurşen YAMANER, Sabiha ODABAŞI, Balkır TAMUÇAY, Atilla ÇİMER
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, ANKARA

ÖZET: Araştırmamızda, 20:20 ppm ve 60:60 ppm SCN⁻: H₂O₂ ilavesi ile LP sistemi aktive edilerek 30°C'de ve Kontrol olarak da soğukta 8 saat bekletilen sütlerden Kaşar peynirleri üretilmiş ve hammadde süt, 8. saat sonundaki sütler ile teleme ve olgunlaşma süresince 1., 30., 60. ve 90. günlerde Kaşar peynirlerinde, mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir.

Sonuçlara göre, toplam bakteri, koliform, psikrotrof grup bakteriler ve maya-küf sayıları katılan SCN⁻: H₂O₂ miktarından etkilenmiştir. Süte 20:20 ppm SCN⁻: H₂O₂ ilave edilerek 30°C'de 8 saat süreyle, soğukta muhafaza ile aynı etkinlikte koruma sağlanabilmektedir. Süte katılan SCN⁻: H₂O₂ miktarındaki artış sistemin antibakteriyel etkisini artırmaktadır.

ABSTRACT: In this study, milks that contained 20:20 ppm (A) and 60:60 ppm (B) SCN⁻: H₂O₂ were kept at 30°C and for the Control (K) study one part one of milk without addition of SCN⁻: H₂O₂ was kept at 4 °C for 8 hours. Afterwards, Kaşar cheeses were produced by using these milks. Microbiological analysis were carried out on milks at the beginning and at the end of the holding period for 8 hours and teleme and during the 1., 30., 60. and 90. days of storage on Kaşar cheeses.

According to the results, standart plate count, coliform and psikrotrof counts and yeast/mould count were all affected by levels of SCN⁻: H₂O₂ used for activation. Activation of LP system by the addition of 20:20 ppm SCN⁻: H₂O₂ on the preservation of raw milk at 30°C for 8 hours has the same effect as cooling (4°C). The antibacterial effect of LP system increases with the increasing concentrations of SCN⁻: H₂O₂.

GİRİŞ

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesinde içerdiği mikroorganizma sayısı önemli bir faktördür. Sütte mikroorganizma gelişiminin yavaşlatılmasında en iyi yöntem, sağımdan hemen sonra soğutulması ve ürüne işleneceği ana kadar soğuk zincirin devamının sağlanmasıdır. Ancak, özellikle süt toplama organizasyonunu yeterince gerçekleştirilememiş, gelişmekte olan ülkeler için ekonomik ve teknik nedenlerden ötürü soğuk zincirin her yerde kurulması mümkün olamamaktadır. Bu nedenle sütün mikrobiyolojik niteliğinin korunmasında, yanlış bir uygulama olmasına karşın, çeşitli kimyasal maddeler (karbonat, çamaşır sodası, formaldehit v.b.) yaygın olarak kullanılmaktadır.

FAO/WHO, soğutma imkanı bulunmayan bölgelerde kimyasal koruyucu olarak süte yalnızca hidrojen peroksit katımına izin vermekte ve kalıntı hidrojen peroksitin katalaz enzimiyle parçalanmasını şart koşmaktadır (ANONYMOUS, 1958).

Son dönemlerde sütün doğal antibakteriyel sisteminin aktivasyonu ile kalitesinin korunması giderek önem kazanmaktadır. Laktoperoksidaz/tiyosiyanat/hidrojen peroksit (LP) sistemi olarak adlandırılan bu sistem, süte eşit/ekivalen miktarlarda tiyosiyanat ve hidrojen peroksit katımı ile aktive edilmektedir (ANONYMOUS, 1988a; REITER ve HARNULV, 1984). LP sisteminin antibakteriyel etkisini, laktoperoksidaz enziminin H₂O₂ varlığında SCN⁻ iyonlarını okside etmesiyle oluşan ara oksidasyon ürünleri sağlamaktadır. Bu şekilde, soğutulmaksızın, çevre sıcaklığında sütün korunması mümkün olmaktadır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Araştırmada A.Ü. Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Hayvancılık İşletmesinden sağlanan inek sütleri hammadde olarak kullanılmıştır. LP sisteminin aktivasyonu için %0,5'lik SCN çözeltisi ve %1'lik H₂O₂ çözeltisi kullanılmıştır.

1 Çalışmada, TÜBİTAK tarafından desteklenen ve tamamlanmış olan TOGTAĞ-1409 nolu projenin bazı verileri kullanılmıştır.

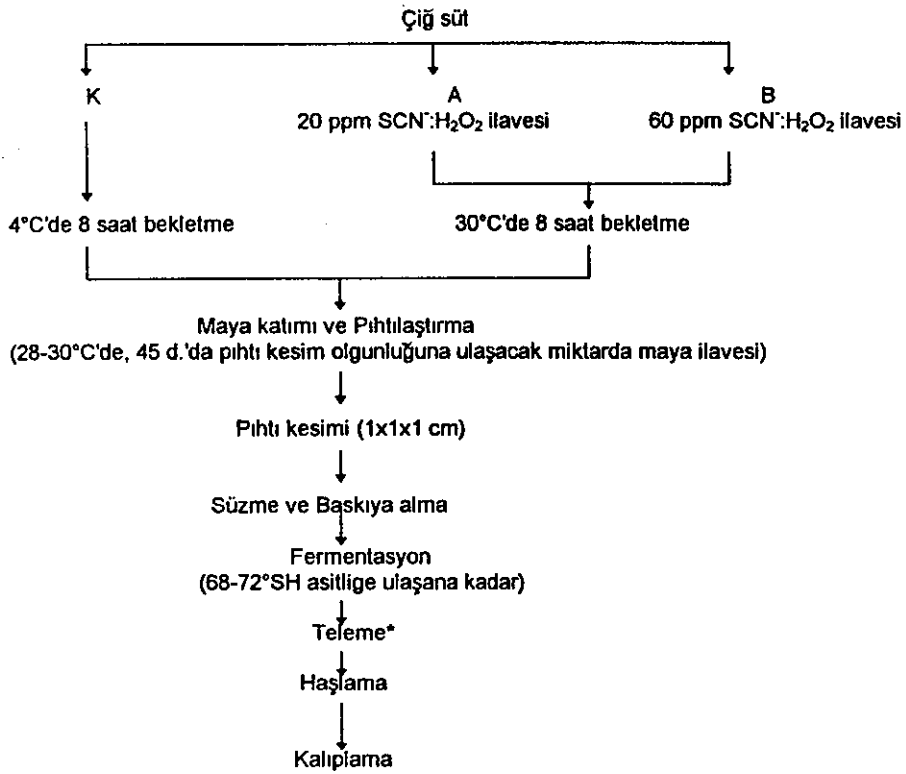
Metot

Sütlere katılması gereken $SCN^-:H_2O_2$ seviyeleri, ATAMER ve ark. (1995)'nin belirttiği yöntemle göre sütün ısı stabilitesi esas alınarak belirlenmiştir.

Ön deneme sonuçlarına göre, 30°'de 8 saatlik bekletme sonunda çiğ sütün asitliğini tarafımızca saptanan sınır değerinin (8-8,5 °SH) altında tutabilen minimum $SCN^-:H_2O_2$ seviyesi 20 ppm (A) olarak belirlenmiştir. Bu değer denememizde alt seviye olarak seçilmiştir. Yüksek düzeyde SCN^- katımının kaşar peynirlerinin kalite özelliklerine etkisini açık bir şekilde ortaya koyabilmek için de 60 ppm (B) $SCN^-:H_2O_2$ seviyesi deneme kapsamına alınmıştır. Kontrol olarak da katkısız süt örneği (K) 4°C'de 8 saat bekletilmiştir.

Kaşar Peynirlerinin Üretimi

Kaşar peynirlerinin üretimi aşağıda verilen şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Kaşar Peynirlerinin Üretimi.

Kalıplarda bir gün bekletilen peynirler olgunlaştırma odasına alınarak yaklaşık 15 gün süre ile, %55-60 kurumaddeye ulaşılana kadar bekletilmiştir. Bu süre içerisinde kuru tuzlama yapılmıştır. Sonra peynirler vakumda ambalajlanmış ve buzdolabında (yaklaşık 4°C) depolanmıştır.

Olgunlaşma dönemi boyunca Kaşar peynirlerinde 1., 30., 60. ve 90 günlerde mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.

Uygulanan mikrobiyolojik analizler

Çiğ sütte; toplam bakteri (ANONYMOUS, 1988b), koliform grubu bakteri (ANONYMOUS, 1988b), maya-küf (DILIELLO, 1982), psikrotrof bakteri sayısı (DILIELLO 1982); teleme ve kaşar peynirlerinde; toplam bakteri (HARRIGAN ve Mc CANCE 1966), koliform grubu bakteri (ANONYMOUS, 1989), maya-küf (DILIELLO, 1982), ve psikrotrof bakteri sayısı (DILIELLO, 1982) belirlenmiştir.

* Haşlama aşamasına gelmiş taze peynir

İstatistiksel değerlendirmeler DÜZGÜNEŞ ve ark. (1987)'na göre yapılmıştır. Sonuçlara logaritmik transformasyon uygulandıktan sonra basit varyans analizi yapılarak farklı gruplar Duncan testi ile belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Hammadde süt, 8. saat sonundaki sütler ile teleme ve kaşar peynirlerinin SCN içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Hammadde Süt, 8. Saat Sonundaki Sütler ile Teleme ve Kaşar Peynirlerinin SCN İçerikleri (n=4)

		K	A	B
Süt	SCN, ppm	2,118	2,118	2,118
	SCN, gr	0,169	0,169	0,169
	Süt,L	80	80	80
Süt (SCN:H ₂ O ₂) katımdan sonra	SCN, ppm	2,118	22,118	62,118
	SCN, gr	0,169	1,769	4,969
Süt (8.saat sonu)	SCN, ppm	2,322	14,932	44,240
	SCN, gr	0,118	1,194	3,536
Peyniraltı suyu (pas)	SCN, ppm	1,967	13,778	42,170
	SCN, gr	0,128	0,923	2,848
	pas,L	65,70	67,00	67,90
Teleme	SCN, ppm	4,500	24,690	53,470
	SCN, gr	0,058	0,271	0,688
	Teleme, kg	14,30	13,00	12,05
SCN'nin pas'a geçme oranı	%	68,90	77,30	80,50
SCN'nin telemede tutulma oranı	%	31,10	22,70	19,50

LP Sisteminin Toplam Bakteri Sayısına Etkisi

Hammadde süt, 8. saat sonundaki K, A ve B süt örnekleri ile teleme ve olgunlaşma süresi boyunca Kaşar peynirlerinin sahip olduğu toplam bakteri sayıları Çizelge 2 ve Şekil 2'de verilmektedir.

Çizelge 2. Süt, Teleme ve Kaşar Peynirlerinin Toplam Bakteri Sayıları, adet/ml-adet/gr, (n=4).

ÖRNEK	ÇİĞ SÜT		TELEME	KAŞAR PEYNİRİ			
	Başlangıç	8.Saat		1.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
K	4,2x10 ⁶	5,2x10 ⁶	21,3x10 ⁶	1,3x10 ⁵	1,6x10 ³	4,0x10 ²	1,9x10 ²
A	4,2x10 ⁶	6,1x10 ⁶	24,8x10 ⁶	1,3x10 ⁵	2,6x10 ³	4,1x10 ²	1,9x10 ²
B	4,2x10 ⁶	5,8x10 ⁶	19,6x10 ⁶	1,4x10 ⁵	1,7x10 ³	3,4x10 ²	1,6x10 ²

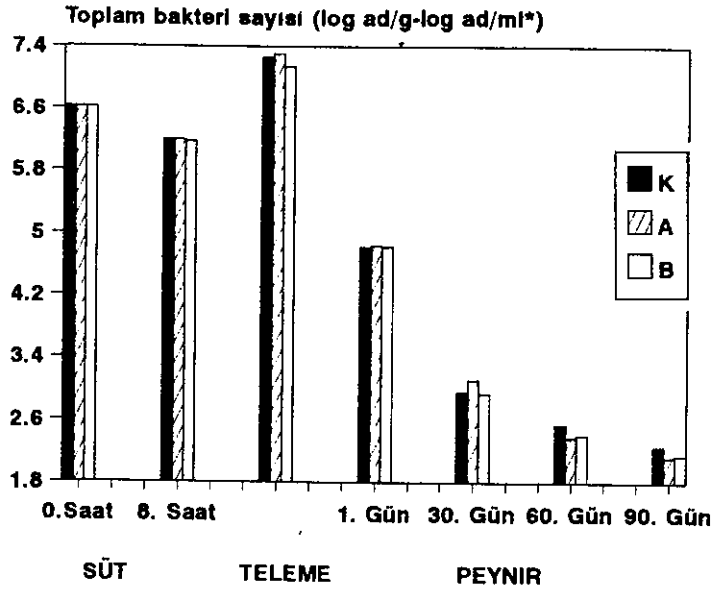
Başlangıçta 4,2x10⁶ adet/ml olan toplam bakteri sayısı bekletme süresi sonunda tüm örneklerde düşük miktarda da olsa artış göstermiştir. Söz konusu değerler K, A ve B örneklerinde sırasıyla 5,2x10⁶ adet/ml, 6,1x10⁶ adet/ml ve 5,8x10⁶ adet/ml olarak belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda örneklerin toplam bakteri sayıları arasındaki farklılık önemsiz (p>0,05) bulunmuştur. Ancak, aynı sıcaklıkta bekletilen örneklerden A örneğinin B örneğine göre daha yüksek toplam bakteri içermesi SCN⁻:H₂O₂ konsantrasyonlarındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. LP sisteminin antibakteriyel etkisinin bakteri türü, ortam sıcaklığı, depolama süresi ve SCN⁻ konsantrasyonu gibi pek çok faktöre bağlı olarak değiştiği bildirilmektedir. Nitekim, bu

konuda yapılan daha önceki çalışmalarda da $SCN^-:H_2O_2$ konsantrasyonu yüksek olan örneklerde bakteriyel gelişimin daha yavaş olduğu, $SCN^-:H_2O_2$ konsantrasyonundaki artışla daha uzun süreli bir koruma sağlandığı belirlenmiştir (BJORCK, 1978; BJORCK ve ark., 1979; CHAKRABORTY ve ark., 1986; THAKAR ve DAVE, 1986; OYSUN ve ÖZTEK, 1988; SAVCI, 1991; SARKAR ve MISRA, 1993).

Fermentasyonunu tamamlamış, diğer bir ifade ile haşlama aşamasına gelmiş telemelerin toplam bakteri sayıları K, A ve B örneklerinde sırasıyla $21,3 \times 10^6$ adet/gr, $24,8 \times 10^6$ adet/gr ve $19,6 \times 10^6$ adet/gr düzeyinde belirlenmiştir. LP sistemi aktive edilen örnekler arasındaki farkın telemelerde tutulan SCN^- miktarı ve dolayısıyla LP sisteminin aktivitesinin devamı ile ilişkili olduğunu söyleyebiliriz. Süzme aşamasında toplam SCN^- 'nin bir kısmı peyniraltı suyu (pas)'na geçerken, geri kalanı telemelerde tutulmaktadır. Doğal olarak, yüksek miktarda SCN^- içeren süttten elde edilen telemenin de SCN^- içeriği fazla olacaktır. Buna göre araştırmamızda B örneğinin telemesinde inhibisyon etkisi A örneğinin telemesine göre daha yüksek olduğundan (Çizelge 1), B örneğinin fermentasyon süresi de uzun olmuştur (sırasıyla 7 saat ve 14 saat). Bu durum B örneğinde bakteriyel gelişimin düşük düzeyde olmasına bağımlı yavaş asitlik gelişiminin bir sonucudur.

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda A ve B teleme örneklerinin toplam bakteri sayıları arasındaki farklılık önemli ($p < 0,05$), bu örneklerin K teleme örneğinden farkı ise önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

Olgunlaşmanın 1. gününde K, A ve B peynir örneklerinin toplam bakteri sayıları, teleme örneklerinin toplam bakteri sayıları ile karşılaştırıldığında, haşlama işlemi ile %99,5 oranında bir redüksiyon sağlandığı görülebilir.



Şekil 2. Hammaddede süt, 8. saat sonundaki sütler ile teleme ve olgunlaşma süresi boyunca Kaşar peynirlerinin toplam bakteri sayılarındaki değişimler.

Peynirlerin toplam bakteri sayıları olgunlaşma süresi boyunca giderek azalmıştır. En hızlı redüksiyon her üç örnekte de ilk bir aylık dönemde gerçekleşmiştir. Bu duruma, kurumadde artışına bağımlı su aktivitesindeki azalma ve asitlik artışı gibi faktörlerin etkili olduğu söylenebilir. Olgunlaşmanın 90. gününde hemen hemen her üç örneğin de toplam bakteri sayıları aynı seviyede kalmıştır. Olgunlaşma süresince dönemler itibariyle peynir örneklerinin toplam bakteri sayıları arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

LP Sisteminin Koliform Grubu Bakteri Sayısına Etkisi

Hammaddede süt, 8. saat sonundaki K, A ve B süt örnekleri ile teleme ve olgunlaşma süresi boyunca kaşar peynirlerinin sahip olduğu koliform grubu bakteri sayıları Çizelge 3 ve Şekil 3'de verilmektedir.

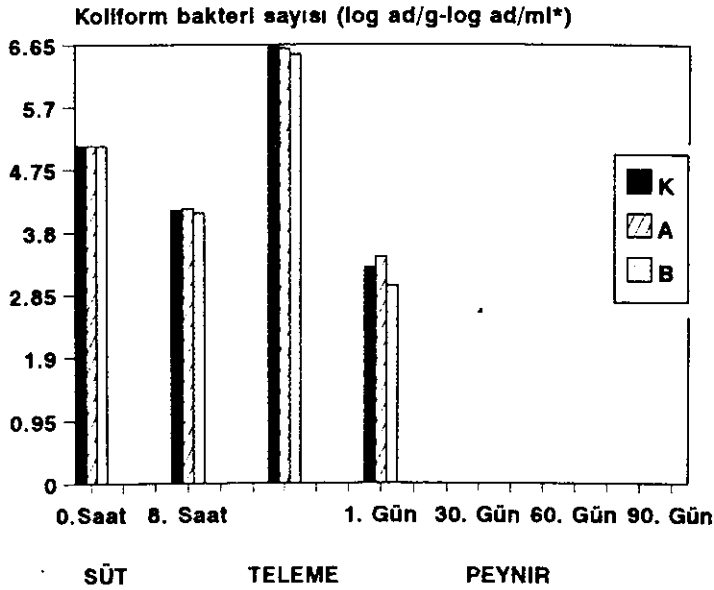
Hammaddede sütün koliform grubu bakteri sayısı $1,3 \times 10^5$ adet/ml iken, 8 saat bekletme ile K, A ve B örneklerinde sırasıyla %87,56; %86,18 ve %88,38 oranında redüksiyona uğramıştır. İstatistiksel açıdan süt örneklerinin bekletme süresi sonundaki koliform bakteri sayıları arasındaki farklılık önemsiz olmasına karşın en yüksek bakteri redüksiyonunun B örneğinde gerçekleştiğini de söylemek gerekir. Koliform grubu bakterilerin opti-

mum gelişme sıcaklıklarına yakın sıcaklıkta (30°C) bekletilen A ve B örneklerinde belirlenen bu redüksiyon LP sisteminin koliform grubu bakterileri üzerine bakterisit etkisini açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu sonuç daha önce yapılan çalışmalarla da uyumludur (BJORCK, 1978; WOLFSON ve SUMMER, 1993; SARKAR ve MISRA, 1995). K süt örneğinin koliform bakteri sayısındaki azalma, söz konusu örneğin bekletildiği sıcaklık derecesinin (4 °C) bu grup bakterilerinin gelişmesi için uygun olmamasına bağlanmaktadır.

Çizelge 3. Süt, Teleme ve Kaşar Peynirlerinin Koliform Grubu Bakteri Sayıları, adet/ml-adet/gr. (n=4).

ÖRNEK	ÇİĞ SÜT		TELEME	KAŞAR PEYNİRİ			
	Başlangıç	8.Saat		1.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
K	$1,3 \times 10^5$	$1,6 \times 10^4$	$5,0 \times 10^6$	$2,8 \times 10^3$	0	0	0
A	$1,3 \times 10^5$	$1,7 \times 10^4$	$5,0 \times 10^6$	$3,2 \times 10^3$	0	0	0
B	$1,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^4$	$4,1 \times 10^6$	$1,7 \times 10^3$	0	0	0

Telemelerin koliform grubu bakteri sayıları 8. saat sonundaki sütlerle karşılaştırıldığında fermentasyon aşaması boyunca bir artış görülmektedir. Teleme örnekleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz olmasına karşın yine en düşük bakteri sayısına B örneği sahip olmuştur. Bu durum telemede tutulan SCN aktivitesinin bir sonucudur.



Şekil 3. Hammadde süt, 8. saat sonundaki sütler ile teleme ve olgunlaşma süresi boyunca kaşar peynirlerinin koliform grubu bakteri sayılarındaki değişimler.

Olgunlaşmanın 1. gününde kaşar peynirlerinin koliform grubu bakteri sayıları K, A ve B örneklerinde sırasıyla, $2,8 \times 10^3$ adet/gr, $3,2 \times 10^3$ adet/gr ve $1,7 \times 10^3$ adet/gr olarak belirlenmiştir. Teleme örnekleri ile karşılaştırıldığında haşlama işleminin koliform grubu bakteri sayılarında oldukça yüksek oranda (%99,9) redüksiyon sağladığı görülmektedir. Doğal olarak, telemedeki mikroorganizma sayısının düşük olmasına paralel yine en düşük mikroorganizma içeriğine B örneği sahip olurken, A örneğinde bu değer daha yüksektir. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda da A ve B örnekleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Olgunlaşmanın 30. gününde tüm örneklerin koliform grubu bakteri sayıları sıfırlanmıştır.

LP Sisteminin Psikrotrof Grup Bakteri Gelişimi Üzerine Etkisi

Çiğ sütte psikrotroflar veya bunların ürettiği enzimlerin varlığı soğukta bekletilen sütlerde ve bunlardan üretilen ürünlerdeki bozuklukların başlıca sebebi olarak gösterilmektedir (COUSINS ve BRAMLY, 1977).

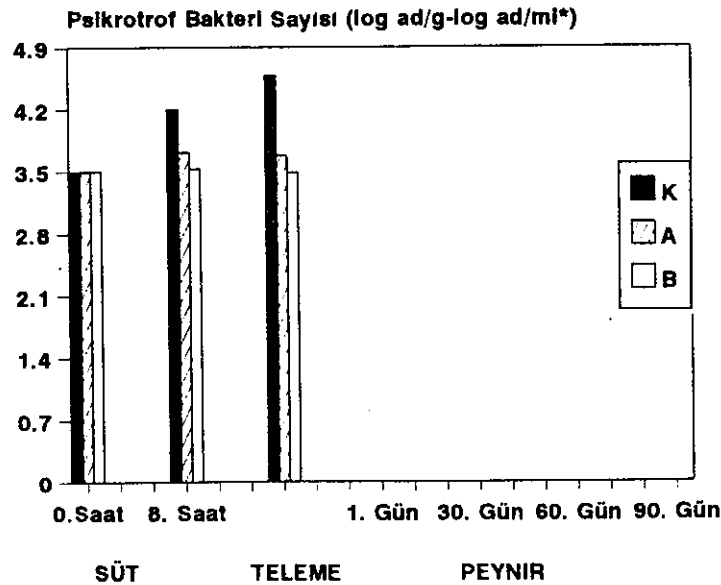
Araştırmamızda kullanılan çiğ sütün psikrotrof bakteri sayısı başlangıçta $4,4 \times 10^3$ adet/ml olarak belirlenmiştir (Çizelge 4, Şekil 4). Çizelgeden de görüleceği gibi K süt örneğinin söz konusu gruba ait bakteri sayısı 8. saat sonunda yaklaşık 11 kat artarak $46,7 \times 10^3$ adet/ml'ye ulaşmıştır. A ve B örneklerinde ise bu artış K örneğine göre çok daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir (sırasıyla $9,5 \times 10^3$ ve $8,1 \times 10^3$ adet/ml). Burada A ve B örneklerinin bekletildiği sıcaklık derecesinin psikrotrof grup bakterilerin optimum gelişme sıcaklığının üzerinde olmasının etkisi de söz konusudur. Bu yönüyle LP sisteminin aktivasyonu, süt ve ürünlerinde sorun oluşturan psikrotrof grup bakterilerin gelişiminin önlenmesi açısından soğukta muhafaza yöntemine göre avantaj sunmaktadır.

Çizelge 4. Süt, Teleme ve Kaşar Peynirlerinin Psikrotrof Bakteri Sayıları, adet/ml-adet/gr, (n=4).

ÖRNEK	ÇİĞ SÜT		TELEME	KAŞAR PEYNİRİ			
	Başlangıç	8.Saat		1.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
K	$4,4 \times 10^3$	$46,7 \times 10^3$	$147,5 \times 10^3$	0	0	0	0
A	$4,4 \times 10^3$	$9,5 \times 10^3$	$19,3 \times 10^3$	0	0	0	0
B	$4,4 \times 10^3$	$8,1 \times 10^3$	$11,2 \times 10^3$	0	0	0	0

Yapılan istatistiksel değerlendirmede, 8. saat sonunda katkılı örneklerin psikrotrof bakteri sayıları arasındaki farklılık önemsiz bulunurken, K örneğinin bunlardan farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,01$).

LP sisteminin psikrotrof bakteriler üzerine bakterisit etkisi olduğu, söz konusu etki süresinin, ortam sıcaklığına bağlı olarak ilave edilen $\text{SCN}^-:\text{H}_2\text{O}_2$ konsantrasyonundaki artışla arttığı bildirilmektedir. Yapılan bir çalışmada $17,6 \text{ ppm } \text{SCN}^-:\text{H}_2\text{O}_2$ katılan sütte 30°C 'de en düşük psikrotrof bakteri sayısı inkübasyonun 2. saatinde belirlenirken, 4. saatten sonra antibakteriyel etkinin kalktığı ve mevcut bakterilerin çoğalmaya başladığı saptanmıştır (BJORCK, 1978). Yine, bir diğer çalışmada süt, LP sistemi aktive edilerek psikrotrof bakterilerin optimum gelişme sıcaklıklarında ($4-8^\circ\text{C}$) 24 saat bekletilmiş ve bu süre sonunda, 4°C 'de bekletilen örnekte $1,69 \text{ log. ünitelik}$, 8°C 'de bekletilende ise $1,85 \text{ log ünitelik}$ bir azalma olduğu belirlenmiştir (ZAPICO ve ark., 1995).



Şekil 4. Hammadde süt, 8. saat sonundaki sütler ile teleme ve olgunlaşma süresi boyunca Kaşar peynirlerinin psikrotrof bakteri sayılarındaki değişimler.

Teleme örneklerinin elde edildiği sürede her üç örneğin de psikrotrof grup bakteri sayıları artmıştır. En yüksek psikrotrof bakteri sayısı K örneğinde belirlenirken ($147,5 \times 10^3$ adet/ml) bunu A ve B örnekleri izlemiştir. En az artış B örneğinde gerçekleşmiştir. Teleme ve peynir örneklerinin bakteri içerikleri karşılaştırıldığında, haşlama işlemi ile %100 oranında bir redüksiyon sağlandığı görülebilir. Diğer bir ifade ile, olgunlaşma süresince peynirlerde bu grup bakteriyeye rastlanılmamıştır.

LP Sisteminin Maya-Küf Gelişimi Üzerine Etkisi

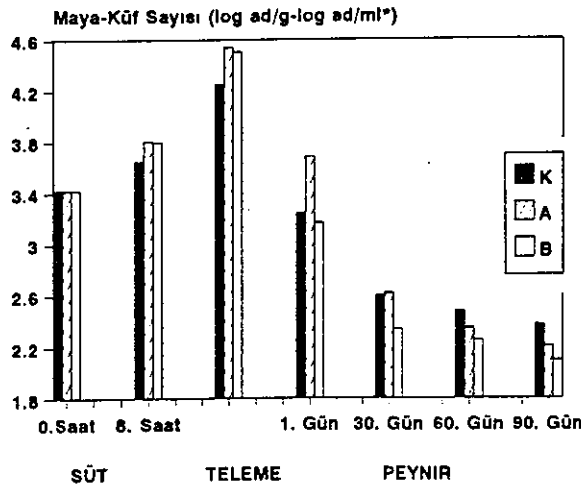
Süt ürünlerindeki mikrobiyel bozuklukların sebeplerinin başında küfler gelmektedir. Aerobik özellikte olan küflerin optimum gelişme sıcaklıkları yaklaşık 25°C olmasına karşın, çok düşük sıcaklıklarda ($4-10^\circ\text{C}$ gibi) da gelişebilen küfler bulunmaktadır (VANDERZANT ve JOHNS, 1974). Peynirlerin yüzeylerinde gelişmeleri sonunda tat bozukluğunun (yavan, küflü v.b. tatlar) yanısıra görünüş bozukluklarına da sebep olmaktadır. Küfler ayrıca, mikotoksin de üretebilmektedirler (CHAPMAN ve SHARPE, 1983). *Aspergillus* ve *Penicillium*, süt teknolojisinde en yaygın olan türlerdir.

Süt endüstrisinde laktozu fermente edebilen mayalar önem taşımaktadırlar. Peynirde koku ve tat bozukluklarına neden oldukları için üründe bulunmaları istenilmez. Peynir yüzeylerinde zar oluşturan oksidatif mayalar süt asidini tüketerek ortamın asitliğini gidermektedirler. Sayıları az olduğunda olgunlaşmaya katkıda bulunurlarken, sayıları çok yüksek olduğunda peynirin dağılmasına neden olmaktadır.

Çizelge 5. Süt, Teleme ve Kaşar Peynirlerinin Maya-Küf Sayıları, adet/ml-adet/gr, (n=4).

ÖRNEK	ÇİĞ SÜT		TELEME	KAŞAR PEYNİRİ			
	Başlangıç	8.Saat		1.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
K	$7,5 \times 10^3$	$19,0 \times 10^3$	$237,0 \times 10^3$	$3,8 \times 10^3$	$5,3 \times 10^2$	$3,9 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$
A	$7,5 \times 10^3$	$33,0 \times 10^3$	$294,0 \times 10^3$	$8,6 \times 10^3$	$5,3 \times 10^2$	$3,2 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$
B	$7,5 \times 10^3$	$26,0 \times 10^3$	$170,0 \times 10^3$	$4,4 \times 10^3$	$2,9 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$

Çizelgeden görüleceği gibi, başlangıçtaki çiğ sütün maya-küf sayısı $7,5 \times 10^3$ adet/ml'dir (Çizelge 5 ve Şekil 5). Sekiz saatlik bekleme süresi sonunda örneklerin maya-küf sayılarında artış olduğu belirlenmiştir. Bu artış katkılı örneklerde Kontrol'e göre daha yüksektir. Diğer bir deyişle, sözkonusu mikroorganizma grubu soğukta muhafaza sırasında, LP sistemi aktive edilerek 30°C 'de bekletmeye göre daha yavaş gelişim göstermiştir. Bunun nedeni, katkılı örneklerin bekletildiği sıcaklık derecesinin (30°C), maya-küf gelişimi için optimum sıcaklık derecesine yakın olmasıdır. Diğer yandan, B örneğinde maya-küf sayısının A örneğine göre daha düşük olması SCN'in maya-küf gelişimi üzerine inhibisyon etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Nitekim, daha önce yapılan bir çalışmada da maya-küf sayısı üzerine, SCN/ H_2O_2 seviyesi, bekleme süresi ve sıcaklığının etkili olduğu bildirilmektedir (SARKAR ve MISRA, 1995).



Şekil 5. Hammadde süt, 8. saat sonundaki sütler ile teleme ve olgunlaşma süresi boyunca Kaşar peynirlerinin maya-küf sayılarındaki değişimler.

Bekletme süresi (8 saat) sonunda K örneğinde en düşük olan maya-küf sayısı, telemede yaklaşık 12 kat artarak 237×10^3 adet/gr olmuştur. Bu artışı 4°C 'de bekletme sırasında yavaş gelişen anılan grup mikroorganizmalar için, telemelerin tutulduğu sıcaklık derecesinin (25°C) optimum gelişme sıcaklıklarına yakın olmasına bağlayabiliriz. Buna karşın aynı ortamda tutulan B teleme örneğinde yüksek SCN⁻ içeriği nedeniyle maya-küf gelişimi diğer örnekler göre daha düşük olmuştur. Ancak, teleme örnekleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Haşlama işlemi ile örneklerin maya-küf sayılarında önemli oranda bir azalma belirlenmiştir (K:%98,3; A: %97,06 ve B:%97,4). Olgunlaşma ile birlikte örneklerin maya-küf sayıları da giderek azalmıştır. En hızlı azalma her üç örnekte de olgunlaşmanın ilk bir aylık döneminde gerçekleşmiştir. Burada olgunlaşma sırasında mevcut oksijenin azalması ve karbondioksit oluşması ile ortamın maya-küf için elverişsiz hale gelmesinin etkisinden söz etmek mümkündür (CHAPMAN ve SHARPE, 1983). Olgunlaşmanın sonunda her üç örneğin maya-küf sayıları hemen hemen aynı düzeyde kalmıştır.

Olgunlaşma süresince dönemler itibariyle örneklerin maya-küf sayıları arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

SONUÇ

Sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

Sütün LP sistemi aktive edilerek 30°C 'de 8 saat bekletilmesi sonucu toplam bakteri sayısında düşük düzeyde bir artış meydana gelmiştir. Ancak, bu artış soğukta (4°C) bekletilen sütteki artışla hemen hemen aynı düzeyde gerçekleşmiştir. Diğer bir ifade ile, LP sistemi aktivasyonu, sütü yüksek sıcaklıkta (30°C), soğukta muhafazası (4°C) ile aynı etkinlikte korumuştur.

Süt, teleme ve peynirde genel olarak en düşük toplam bakteri sayıları B örneğinde belirlenmiştir. Süte katılan SCN⁻/H₂O₂ miktarlarındaki artış sistemin antibakteriyel etkisini artırmıştır.

Olgunlaşma süresince, K, A ve B peynir örneklerinin toplam bakteri sayıları birbirine yakın değerlerde belirlenmiş ve bu değerler olgunlaşma süresince giderek azalmıştır. 90. günde ise tüm örneklerde hemen hemen aynı seviyede kalmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucu süt, teleme ve olgunlaşma süresince dönemler itibariyle peynir örneklerinin toplam bakteri sayıları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Süt örneklerinin koliform grubu bakteri sayılarında, sekiz saatlik bekletme süresi sonunda, %86-88 oranında bir redüksiyon belirlenmiştir. Koliform grubu bakterilerin optimum gelişme sıcaklığında bekletilen katkılı örneklerdeki bu redüksiyon LP sisteminin sözkonusu bakteri grubu üzerine bakterisit etkisini belirgin bir şekilde ortaya koymaktadır. Yine, bekletme süresi sonundaki süt ile teleme ve peynirlerde en düşük koliform grubu bakteri sayıları B örneklerinde belirlenmiştir. Ancak, yapılan istatistiksel analiz sonucu örnekler arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Olgunlaşmanın 30. gününde ise her üç peynir örneğinde de anılan grup bakteri sayısı sıfırlanmıştır.

Örneklerin 8. saat sonundaki psikrotrof grup bakteri sayıları önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($p<0,05$). K örneğinin psikrotrof grup bakteri sayısında, bekletme süresi sonunda başlangıç değerine göre 11 kat artış belirlenirken, A ve B örneklerinde bu artış K örneğine göre daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir (sırasıyla 2,1;1,8 kat).

Her üç grup sütten elde edilen telemelerde en yüksek psikrotrof grup bakteri sayısına K örneği sahip olurken, bunu A ve B örnekleri izlemiştir. Katkılı örneklerin anılan grup bakteri sayıları arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz ($p>0,05$), K örneğinin bunlardan farkı önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Telemelerin haşlanması ile psikrotrof grup bakteri sayılarında %100 oranında redüksiyon sağlanmıştır. Yani, peynir örneklerinde bu grup bakteriye rastlanılmamıştır.

Sekiz saatlik bekletme süresi sonunda K, A ve B örneklerinin maya-küf sayıları sırasıyla, 19×10^3 adet/ml; 33×10^3 adet/ml; 26×10^3 adet/ml düzeylerinde belirlenmiştir. Örnekler arasındaki bu farklılık istatistiksel açıdan önemsiz olmasına karşın, katkılı örneklerde sayının K örneğinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun, sözkonusu örneklerin maya-küf gelişimi için optimum sıcaklığa yakın sıcaklıkta bekletilmesinden kaynaklandığını ileri sürebiliriz. Ancak, aynı sıcaklıkta bekletilmelerine karşın, yüksek oranda katkılı B örneği, A örneğine göre daha düşük maya-küf sayısına sahip olması da LP sisteminin aktivasyonunun maya-küf gelişimi üzerine etkisini göstermektedir. Yapılan istatistiksel analiz sonucu süt örneklerinin maya-küf sayıları arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Telemelerde ve olgunlaşma süresi boyunca dönemler itibarıyla peynirlerde genel olarak en düşük maya-küf sayıları B örneklerinde belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca tüm örneklerin anılan grup mikroorganizma sayıları giderek azalmış ve 90. günde hemen hemen aynı düzeyde kalmıştır (K, A ve B örneklerinde sırasıyla 256 adet/ml; 262 adet/ml; 205 adet/ml). Yapılan istatistiksel analiz sonucu, teleme ve olgunlaşma süresince dönemler itibarıyla peynir örneklerinin maya-küf sayıları arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Özette, sütte LP sisteminin aktivasyonu koliform ve psikrotrof grup bakteriler ile maya-küf gelişimi üzerine antibakteriyel etkiye sahiptir. Bu etki katılan SCN^-/H_2O_2 seviyesindeki artışla artmaktadır. Soğutma imkanı olmayan bölgelerde, Kaşar peyniri üretiminde kullanılacak süte 20 ppm SCN^-/H_2O_2 ilavesi, mikroorganizma gelişimi açısından, soğukta muhafaza ile aynı etkinlikte koruma sağlamak için yeterlidir.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1958. Report on the meeting of experts on the use of H_2O_2 and the other preservatives in milk. Dairy Sci. Abst. 20(7), 805.
- ANONYMOUS, 1988a. Code Of Practice For The Preservation of Raw Milk By The Lactoperoxidase System. IDF Bulletin No: 284. 15 s.
- ANONYMOUS, 1988b. Türk Standartları Enstitüsü, Pastörize Süt Standardı, T.S. 1019, Ankara.
- ANONYMOUS, 1989. Türk Standartları Enstitüsü, Kaşar Peyniri Standardı, T.S. 3272, Ankara.
- ATAMER, M., ÖZER, B., GÜLER, Z. Laktoperoksidaz/tiyosiyanat/hidrojen peroksit sistemi aktivasyonu ile kornmuş sütlerden üretilen yoğurtların bazı nitelikleri üzerine araştırma. Yoğurt, III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. MPM Yayınları No:548, 332-342.
- BJORCK, L., 1978 Antibacterial effect of the lactoperoxidase system on psychrotrophic bacteria in milk. J. Dairy Research, 45, 109-118.
- BJORCK, L., CLAESSEON, O., SCHULTHESS, W., 1979. The lactoperoxidase/thiocyanate/hydrogen peroxide system as a temporary preservative for raw milk in developing countries. Milchwissenschaft 34(12).
- CHAKRABORTY, B.K. CHAUDRY, S.S. ALEX, K.A., JACOB, G., SONI, G.J., 1986. Application of the lactoperoxidase system for preserving buffalo milk produced in Indian Villages Milchwissenschaft 41(1), 16-19.
- CHAPMAN, H.R. SHARPE, M.N. 1983. Microbiology of Cheese. In: Dairy Microbiology. Ed: R.K. Robinson, Vol:2, 157-244, England.
- ÇOUSINS, C.M., BRAMLY, A.J., 1977. The microbiology of raw milk. In: Dairy Microbiology Ed: R.K. Robinson, Vol:1, 119-165, England.
- DILIELLO, L.R., 1982. Method in Food Dairy Microbiology. The Avi Publishing Company. West port, 141s.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O., GÜRBÜZ, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II). A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No:1021, A.Ü. Basımevi, Ankara.
- HARRIGAN, W.F., Mc CANCE, M. E., 1966. Laboratory Methods in Microbiology. Academic press. London and Newyork. 362 s.
- OYSUN, G., ÖZTEK, L., 1988. Laktoperoksidaz/tiyosiyanat/hidrojen peroksit sistemi aktivasyonu ile çiğ sütün muhafazası. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi, 3(1):65-81.
- REITER, B., HARNULV., B.G., 1984. Lactoperoxidase, antibacterial system: Natural occurrence, biological functions and practical applications. J. Food Protection. 47(9):724-732.
- SARKAR, S., MISRA, A.K., 1993. Utilization of milk preserved by LP system for manufacture of cultured milk products. Dairy Sci. Abstr. 55(6), 3910.
- SAVCI, Z., 1991. Değişik tür çiğ sütlerin dayanıklılığının artırılmasında laktoperoksidaz sisteminden yararlanma olanakları üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Ankara.
- THAKAR, R.P., DAVE, J.M., 1986. Application of the activated lactoperoxidase-thiocyanate-hydrogen peroxide system in enhancing the keeping quality of raw buffalo milk at higher temperatures. Milchwissenschaft 41(1):20-22.
- VANDERZANT, C., JOHNS, C.K., 1974. Standard Methods For The Examination of Dairy Products. Thirteen edition. Ed: W.J. Hausler. 100-132, USA.
- WOLFSON, L.M., SUMNER, S.S., 1993. Antibacterial activity of the lactoperoxidase system. A review. J. Food Protection. 56(10):887-892.
- ZAPICO, P., GAYA, P., NUNEZ, M., MEDINA, M. 1995. Activation of goat milk lactoperoxidase system on *Pseudomonas fluorescens* and *Echerichia coli* at refrigeration temperatures. J. Food Protection. 58(10) 1130-1138.