

# LP-SİSTEMİ AKTİVASYONUNUN İNEK SÜTÜNDEKİ AZOTLU MADDELERİN DAĞILIMI ÜZERİNE ETKİSİ\*

## EFFECT OF THE LP-SYSTEM ACTIVATION ON DISTRIBUTION OF THE NITROGENOUS COMPOUNDS IN COW MILK

Asuman GÜRSEL, Ayşe GÜRSOY, Sabiha ODABAŞI, Atilla ÇİMER, M.Sedat CEYLAN, Orgun DEVECİ

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, 06110 Dışkapı / ANKARA

**ÖZET:** Bu araştırmada, LP-sistemi aktivasyonunun, inek sütündeki azotlu maddelerin dağılımı üzerine etkisi araştırılmıştır. LP-sisteminin 20:20 ppm ve 60:60 ppm SCN<sup>-</sup>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ilavesiyle aktive edilmesi, 20°C ve 30°C'de 16 saat süreyle bekletme sırasında örnekler arasında toplam azot, kazein olmayan azot, protein olmayan azot, proteoz-pepton azotu, toplam albümin azotu, globülin azotu ve β-laktoglobülin azotu içerikleri bakımından önemli bir farklılık yaratmamıştır.

**ABSTRACT:** In this research, effect of the LP-system activation on distribution of the nitrogenous compounds in cow milk was investigated. Activation of the LP-system with 20:20 or 60:60 ppm SCN<sup>-</sup>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> had no significant effect on total nitrogen, non-casein nitrogen, non-protein nitrogen, proteose-pepton nitrogen, total albumin nitrogen, globulin nitrogen and, β-lactoglobulin nitrogen in cow milk kept at 20°C or 30°C for 16h.

### GİRİŞ

Süt kolay bozulabilen bir hammadde olup, süte bulaşan mikroorganizmalar hızla çoğalarak, onun doğal ve biyolojik niteliklerinin kısa sürede değişmesine ve işlemeye ve/veya tüketime uygun olmayan bir hale gelmesine yol açarlar. Bakteriyel gelişim, sağımdan hemen sonra soğutma ve soğukta muhafaza yoluyla geriletilir, böylece sütün bozulma hızı yavaşlatılır. Ancak, çiğ sütün soğukta muhafazası istenmeyen bakteri gelişimini kontrol altına almakla birlikte, bekletme süresindeki uzamaya bağlı olarak psikrotrof bakteri sayısında bir artışla karşılaşabilmektedir (BJÖRCK, 1987). Psikrotrof bakteriler, normal olarak pastörizasyon işlemi sırasında yok edilebilmekle birlikte, bazıları ısıya dayanıklı lipaz ve proteaz enzimleri üretmekte (SPECK ve ADAMS, 1976; LAW ve ark., 1977), bu enzimler de süt ve ürünlerinde istenmeyen lipolitik ve proteolitik değişimlere neden olabilmektedir.

Diğer taraftan, soğukta muhafaza edilen sütlerde kazeinin çözünürlüğü arttığından misel yapısında değişimler meydana gelebilmektedir (YOUSSEF ve ark., 1975; EL-DEEB ve HASSAN, 1989). Fizikokimyasal yapıda meydana gelen bu değişimler, sütün peynire işleme özelliklerine de yansımaktadır. Soğukta depolama sırasında, misellerden β-kazeinin, kalsiyumun ve fosforun ayrılmasına bağlı olarak misel stabilitesinin artması (HILL, 1970; KNOOP ve PETERS, 1976; GREEN ve MARSHALL, 1977; PETERS ve KNOOP, 1978; QVIST, 1979; ALI ve ark., 1980; ICHILCZYK-LEONE, 1983; LENOIR ve SCHNEID, 1986), sütün peynir mayası ile pıhtılaşma süresini önemli ölçüde uzatmaktadır (YOUSSEF ve ark., 1975, ICHILCZYK-LEONE ve ark., 1983; EL-DEEB ve HASSAN, 1989; KOÇAK ve DEVRİM, 1995). Soğukta bekletilen sütlerden peynir yapımı sırasında, bekletme süresindeki artışa bağlı olarak pıhtının sinerez oranı da artış göstermekte, ayrıca peyniraltı suyuna daha fazla yağ ve azotlu madde geçmektedir (YOUSSEF ve ark., 1975, ICHILCZYK-LEONE ve ark., 1983; EL-DEEB ve HASSAN, 1989). Süt, 48 saat bekletildiğinde, artışlar önemli bir düzey göstermekte, 72 saatten sonra ise artış oranı azalmaktadır.

Sütü soğutma olanaklarının bulunmadığı durumlarda, bazı kimyasal maddelerin, örneğin hidrojen peroksitin koruyucu amaçla süte katılabileceği Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nün 1957 yılında yapılan uzmanlar toplantısında kabul edilmiştir (ANONYMOUS, 1958). Ancak, çiğ sütün mikrobiyel kalitesinin korunması

\* Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenen 96.11.14.01 nolu projenin bir bölümüdür.

için gerek duyulan 300-500 ppm gibi yüksek konsantrasyonlar sütün kimyasal bileşiminde (GIOLITTI, 1949; GRINDROD ve NICKERSON, 1967; FOX ve KOSIKOWSKI, 1967; SANTHA ve GANGULI, 1976; SCOTT, 1981; MISHRA ve ark., 1987, URAZ ve YILDIRIM, 1995) ve biyokimyasal aktivitesinde (LÜCK ve JOUBERT, 1955, KIM ve LEE, 1970; SANTHA ve GANGULI, 1975; SCOTT, 1981; KAMAU ve KROGER, 1984; ŞAHAN ve ark., 1996; YÜKSEL, 1996; ÖZTÜRKLER, 1996; BOZBAY, 1997) önemli değişimlere neden olmaktadır. Bu değişimler, peynir, yoğurt gibi ürünlerin tat, yapı ve tekstür özelliklerini de olumsuz yönde etkileyebildiğinden genel olarak tercih edilmemekte (BJÖRCK, 1987) ve hatta bazı ülkelerde kullanımına izin verilmemektedir (SARKAR ve MISRA, 1994a).

Son yıllarda, teknik ve/veya ekonomik nedenlerle soğukta muhafazanın mümkün olmadığı durumlarda, çiğ sütün depolanması ve işleme yerlerine nakli sırasında mikroorganizma gelişimini kontrol altına almak amacıyla, sütte doğal olarak bulunan bir antibakteriyel sistemden yararlanıldığı dikkat çekmektedir. Bu sistem laktoperoksidaz-tiyosiyanat-hidrojen peroksit sistemi ya da kısaca LP-sistemi adıyla bilinmektedir.

LP-sistemi, başlangıçta, soğukta uzun süre depolanan sütlerde psikrotrof bakteri gelişiminin kontrol altına alınması amacıyla kullanılmıştır (BJÖRCK, 1978). Daha sonra bu sistem yardımıyla çevre sıcaklığında depolanan sütlerde de bakteriyel gelişimin önemli ölçüde engellenebileceği gözlenmiştir. Kenya, Sri Lanka, Pakistan ve Hindistan'da yürütülen alan çalışmaları (BJÖRCK ve ark., 1979; HÄRNULV ve KANDASAMY, 1982a,b; HÄRNULV ve HAMID, 1984; BJÖRCK'den, 1987; CHAKRABORTY ve ark., 1986), sütün güç koşullarda toplandığı ve işleme merkezlerine ulaştırıldığı gelişmekte olan ülkeler için LP-sisteminin ideal bir koruyucu olduğunu ortaya koymuştur.

LP-sistemi aktivasyonu ile çiğ sütün kalitesinin korunmasına yönelik çalışmalarda (BJÖRCK ve ark., 1979; HÄRNULV ve KANDASAMY, 1982a,b; ZAJAC ve ark., 1983a,b; KAMAU ve KROGER, 1984; EWAIS ve ark., 1985; CHOI ve ark., 1985; CHAKRABORTY ve ark., 1986, THAKAR ve DAVE, 1986; OYSUN ve ÖZTEK, 1988; KUMAR ve MATHUR, 1989a,b; GÖNÇ ve ark., 1990; SAVCI, 1991; PATEL ve SANNABHADTI, 1993; SARKAR ve MISRA, 1994a,b; GÜRSEL ve ark., 1996; HADDADIN ve ark., 1996; ÖZTÜRKLER, 1996; YÜKSEL, 1996, BOZBAY, 1997) çoğunlukla, sistemin, asitlik gelişiminin engellenmesi, mikrobiyel gelişimin durdurulması, yoğurt ve peynir gibi fermente süt ürünlerinin yapımında yararlanılan starter kültürün aktivitesi ve sütün peynir mayası ile pıhtılaşma süresi üzerine etkileri incelenmiştir. LP-sistemi aktivasyonunun sütün kimyasal bileşiminde, örneğin azotlu maddelerin dağılımında meydana getirebileceği değişimler konusunda ise yeterli bilgi bulunmamaktadır. O nedenle, bu çalışmada, inek sütündeki azotlu maddelerin dağılımı üzerine, LP-sistemi aktivasyonunun etkisi, soğukta muhafazanın etkisiyle birlikte karşılaştırmalı olarak ortaya konmaya çalışılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Araştırmada kullanılan inek sütü, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Hayvancılık İşletmesinden temin edilmiştir. Sütler sabah sağımından alınmıştır.

Hidrojen peroksitin, %30 konsantrasyondaki çözeltisinden (Merck, Darmstadt/Germany) taze olarak hazırlanan %1'lik, sodyum tiyosiyanatın (Merck, Darmstadt/Germany) %0.5'lik çözeltisi kullanılmıştır.

Süt örneklerinin peynir mayası ile pıhtılaşma sürelerinin belirlenmesinde, "Mayasan Pınar" marka sıvı peynir mayası kullanılmıştır.

### Metot

#### Süte uygulanan işlemler

LP-sisteminin aktifleştirilmesini sağlamak üzere katılacak  $SCN^-:H_2O_2$  konsantrasyonlarının seçiminde, sütün üretim alanından işleme merkezine ulaştırılma süresi ve ısı stabilitesi esas alınmıştır. Türkiye'de süt üretim alanlarının dağınık olmasına bağlı olarak sütlerin işleme merkezlerine nakli en az 6-8 saatlik bir sürede gerçek-

leştirilebilmektedir. Bu nedenle araştırmada, sütlerin bekletilme süresi, en az 8 saat olarak kabul edilmiş, ve sütün işletmeye geldikten sonra hemen ürüne dönüştürülmemekle depolanması durumunda koruma sisteminin etkisini daha belirgin olarak ortaya koyabilmek amacıyla bekletme süresi 16 saate kadar uzatılmıştır.

Sütün ısı stabilitesinin belirlenmesinde, asitliği laktik asit cinsinden, ortalama %0.16 olan inek sütünden farklı asitliğe sahip örnekler hazırlanmış ve bunlara su banyosunda 90°C'de 15 dakika süreyle ısı işlem uygulanmıştır. Isıl işlem normunun seçiminde, sütün yoğurda işlenebileceği varsayımından hareket edilmiştir. Isıtma sonucu gözle görülebilir pıhtı oluşumunun, asitliği laktik asit cinsinden %0.20 olan inek sütünde meydana geldiği gözlenmiştir. Sütün teknolojik olarak kabul edilebilir asitlik sınırı, laktik asit cinsinden, %0.18 olarak alınmıştır. Bu değere göre sütün asitliğini, en az 8, en fazla 16 saat süreyle üst sınırdaki tutabilecek konsantrasyonlar saptanmaya çalışılmıştır. Üç kez tekrarlanan ön denemelerde, 20:20 ppm ve 60:60 ppm SCN<sup>-</sup>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> konsantrasyonları uygun konsantrasyonlar olarak seçilmiştir.

Sağımından hemen sonra laboratuvara getirilerek üç eşit kısma ayrılan sütlerin sıcaklıkları 4±1°C, 20±1°C ve 30±1°C'ye getirilmiş ve 0. saat analizleri için örnek alınmıştır. Sıcaklığı 4±1°C olan birinci kısım süt örneği, 16 saat süreyle soğukta bekletilmek üzere buzdolabına yerleştirilmiştir. Sıcaklığı 20±1°C'ye ayarlanan süt kendi içinde 3 bölüme ayrılmış, ve ilk bölüm kontrol örneğini oluşturmuştur. Diğer bölümlere ise sırasıyla 20:20 ppm SCN<sup>-</sup>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve 60:60 ppm SCN<sup>-</sup>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> katılmıştır. Sütler derhal sıcaklığı 20±1°C'ye ayarlı bir etüve yerleştirilmiştir. Sıcaklığı 30±1°C'ye getirilen üçüncü kısım süt örneğine de aynı işlemler uygulanmıştır. Sütler, bekletme süresinin 8. ve 16. saatlerinde analize alınmıştır.

### Sütte yapılan analizler

Titrasyon asitliği, Soxhlet-Henkel yöntemi ile saptanmış ve sonuçlar %laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (TSE 1981).

Toplam azot, kazein olmayan azot, protein olmayan azot, proteoz-pepton azotu ve toplam albümin azotu içerikleri ROWLAND (1938) tarafından bildirildiği şekilde, globülin azotu ile β-laktoglobülin azotu değerleri de ASCHAFFENBURG (1958) tarafından belirtildiği şekilde saptanmıştır.

Sütün başlangıçtaki tiyosiyanat içeriği ile kalıntı tiyosiyanat miktarları ULUSLARARASI SÜTÇÜLÜK FEDERASYONU (IDF) (1988) tarafından bildirilen yöntemle göre belirlenmiştir.

Örneklerin peynir mayası ile pıhtılaşma sürelerinin belirlenmesinde, BJÖRCK (1987) tarafından uygulanan yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu amaçla, 50 ml süt örneğine, 1:10 oranında seyreltilerek hazırlanmış maya çözeltisinden 5 ml ilave edilmiş ve 30±1°C'deki su banyosunda bekletme sırasında pıhtı oluşumu gözlenmiştir. İlk pıhtının görüldüğü an kronometre ile saptanmıştır.

Araştırma, tesadüf blokları deneme tertibinde 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiş (DÜZGÜNEŞ ve ark., 1983), sonuçların istatistiksel değerlendirmesinde MINITAB 7.1 programının 2(ANOVA) komutu kullanılmıştır (RYAN ve ark., 1985). Ortalamalar arası farklılığı ortaya koymak için MStat paket programındaki Duncan testinden yararlanılmıştır. Ortalamalar arası farklılığın önem derecesi %0.05 ve %0.01 düzeyinde belirtilmiştir.

## ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çizelge 1'de, soğukta bekletilen ve LP-sistemi aktifleştirilerek farklı sıcaklık derecelerinde muhafaza edilen inek sütlerinin ortalama toplam azot, kazein olmayan azot, protein olmayan azot, proteoz-pepton azotu, toplam albümin azotu, globülin azotu ve β-laktoglobülin azotu miktarları standart hataları ile birlikte sunulmuştur. Çizelgede örnekler için ortalama titrasyon asitliği değeri, kalıntı tiyosiyanat içeriği ve peynir mayası ile pıhtılaşma süresi de yer almıştır.

Mevcut araştırmada, çiğ sütün azotlu maddelerinin dağılımı üzerine, sütteki doğal koruyucu bir sistem olan LP-sisteminin etkisi ortaya konulmaya çalışılırken, süt örneklerinin depolama sonuna kadar teknolojik olarak kabul edilebilir durumda olup olmadığını tesbit amacıyla titrasyon asitlikleri de tayin edilmiştir. Başlangıçta, laktik asit cinsinden %0.16±0.00 düzeyinde olan titrasyon asitliği, 30°C'de bekletilen kontrol örneğinde 8 saat sonunda kabul edilebilirlik sınırını aşmış ve izleyen periyotta sütün pıhtılaştığı saptanmıştır. İlk 8 saatlik periyotta, LP-sisteminin iki ayrı konsantrasyonda SCN<sup>-</sup>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ilavesiyle aktifleştirilmesi, 20°C'de bekletilen örneklerle 30°C'de

Çizelge 1. Soğukta Bekletilen ve LP-Sistemi Aktivasyonuyla Farklı Sıcaklık Derecelerinde Tutulan İnek Sütlerinin Azotlu Madde İçerikleri ile Diğer Bazı Niteliklerindeki Değişimler

Nitelik	Bekleme süresi (saat)	4°C'de depolama			20°C'de depolama			30°C'de depolama		
		Kontrol			Kontrol			Kontrol		
		0	8	16	20:20 ppm SCN <sup>-</sup> :H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	60:60 ppm SCN <sup>-</sup> :H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	60:60 ppm SCN <sup>-</sup> :H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	20:20 ppm SCN <sup>-</sup> :H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	60:60 ppm SCN <sup>-</sup> :H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	
Toplam azot (‰)	0	0.516±0.298	0.516±0.298	0.516±0.298	0.516±0.298	0.516±0.298	0.516±0.298	0.516±0.298	0.516±0.298	
	8	0.479±0.026	0.493±0.024	0.497±0.018	0.491±0.016	0.491±0.016	0.491±0.016	0.491±0.016	0.493±0.012	
	16	0.489±0.016	0.507±0.019	0.489±0.019	0.488±0.014	0.488±0.014	0.488±0.014	0.488±0.014	0.487±0.011	
Kazein olmayan azot (‰)	0	0.137±0.079	0.137±0.079	0.137±0.079	0.137±0.079	0.137±0.079	0.137±0.079	0.137±0.079	0.137±0.079	
	8	0.125±0.006	0.126±0.011	0.125±0.012	0.125±0.006	0.125±0.006	0.125±0.012	0.128±0.010	0.128±0.010	
	16	0.122±0.007	0.130±0.005	0.124±0.011	0.126±0.007	0.126±0.007	0.126±0.007	0.126±0.007	0.130±0.005	
Protein olmayan azot (‰)	0	0.027±0.016	0.027±0.016	0.027±0.016	0.027±0.016	0.027±0.016	0.027±0.016	0.027±0.016	0.027±0.016	
	8	0.026±0.001	0.026±0.002	0.027±0.001	0.027±0.001	0.027±0.001	0.027±0.001	0.028±0.001	0.028±0.001	
	16	0.025±0.001	0.027±0.001	0.026±0.001	0.027±0.001	0.027±0.001	0.026±0.001	0.027±0.001	0.028±0.001	
Proteoz-pepton azotu (‰)	0	0.019±0.011	0.019±0.011	0.019±0.011	0.019±0.011	0.019±0.011	0.019±0.011	0.019±0.011	0.019±0.011	
	8	0.014±0.002 <sup>a</sup>	0.013±0.003 <sup>b</sup>	0.015±0.001 <sup>a</sup>	0.016±0.002 <sup>a</sup>	0.016±0.002 <sup>a</sup>	0.016±0.002 <sup>a</sup>	0.018±0.002 <sup>a</sup>	0.018±0.002 <sup>a</sup>	
	16	0.012±0.001	0.016±0.002	0.015±0.001	0.015±0.000	0.015±0.000	0.015±0.000	0.018±0.001	0.018±0.001	
Toplam albümin azotu (‰)	0	0.069±0.039	0.069±0.039	0.069±0.039	0.069±0.039	0.069±0.039	0.069±0.039	0.069±0.039	0.069±0.039	
	8	0.070±0.001	0.074±0.002	0.074±0.001	0.070±0.003	0.070±0.003	0.070±0.002	0.070±0.002	0.070±0.002	
	16	0.073±0.002 <sup>a</sup>	0.076±0.002 <sup>a</sup>	0.074±0.001 <sup>b</sup>	0.069±0.002 <sup>b</sup>	0.069±0.002 <sup>b</sup>	0.069±0.002 <sup>b</sup>	0.071±0.001 <sup>b</sup>	0.071±0.001 <sup>b</sup>	
Globülin azotu (‰)	0	0.022±0.013	0.022±0.013	0.022±0.013	0.022±0.013	0.022±0.013	0.022±0.013	0.022±0.013	0.022±0.013	
	8	0.014±0.007	0.013±0.010	0.012±0.010	0.012±0.009	0.012±0.009	0.012±0.009	0.012±0.009	0.012±0.009	
	16	0.012±0.008	0.012±0.004	0.012±0.006	0.014±0.009	0.014±0.009	0.014±0.009	0.014±0.009	0.014±0.006	
β-laktoglobülin azotu (‰)	0	0.045±0.026	0.045±0.026	0.045±0.026	0.045±0.026	0.045±0.026	0.045±0.026	0.045±0.026	0.045±0.026	
	8	0.045±0.002	0.041±0.003	0.044±0.005	0.041±0.005	0.041±0.005	0.043±0.005	0.043±0.005	0.043±0.006	
	16	0.042±0.007	0.048±0.006	0.046±0.006	0.044±0.006	0.044±0.006	0.043±0.005	0.043±0.005	0.042±0.004	
Titrasyon asitliği (‰ laktik asit)	0	0.160±0.000	0.160±0.000	0.160±0.000	0.160±0.000	0.160±0.000	0.160±0.000	0.160±0.000	0.160±0.000	
	8	0.173±0.015 <sup>a</sup>	0.187±0.012 <sup>a</sup>	0.183±0.006 <sup>b</sup>	0.180±0.010 <sup>b</sup>	0.180±0.010 <sup>b</sup>	0.187±0.012 <sup>b</sup>	0.183±0.015 <sup>b</sup>	0.183±0.015 <sup>b</sup>	
	16	0.177±0.012 <sup>b</sup>	0.233±0.025 <sup>b</sup>	0.200±0.027 <sup>b</sup>	0.187±0.012 <sup>b</sup>	0.187±0.012 <sup>b</sup>	0.233±0.029 <sup>b</sup>	0.210±0.044 <sup>b</sup>	0.210±0.044 <sup>b</sup>	
Tiyoşiyanat (ppm)	0	1.590±0.117	1.590±0.117	1.590±0.117	1.590±0.117	1.590±0.117	1.590±0.117	1.590±0.117	1.590±0.117	
	8	1.603±0.122	1.507±0.105	1.537±0.104	1.537±0.104	1.537±0.104	1.410±0.151	15.457±0.347	40.517±0.753	
	16	1.593±0.117	1.537±0.104	1.507±0.105	1.507±0.105	1.507±0.105	1.410±0.151	14.830±0.170	39.790±1.080	
Peynir mayası ile pıhtılaşma süresi (sn)	0	40.23±5.16	40.23±5.16	40.23±5.16	40.23±5.16	40.23±5.16	40.23±5.16	40.23±5.16	40.23±5.16	
	8	53.00±1.24 <sup>a</sup>	35.70±4.02 <sup>a</sup>	45.42±3.70 <sup>a</sup>	46.33±2.47 <sup>a</sup>	46.33±2.47 <sup>a</sup>	16.55±4.09 <sup>a</sup>	37.20±4.71 <sup>b</sup>	45.58±5.11 <sup>b</sup>	
	16	56.92±4.94 <sup>a</sup>	25.00±1.14 <sup>a</sup>	36.13±5.54 <sup>a</sup>	43.70±1.60 <sup>a</sup>	43.70±1.60 <sup>a</sup>	16.55±4.09 <sup>a</sup>	24.15±3.42 <sup>a</sup>	24.15±3.42 <sup>a</sup>	

Çizelgedeki değerler üç tekrarin ortalamasıdır.

1) Pıhtılaşma nedeniyle analiz edilemeyen örneklerdir.

Aynı satırda aynı üst simgeyle gösterilen örnek ortalamaları arasındaki farklılık istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur (\* p&lt;0.05, \*\* p&lt;0.01).

bekletilen örnekler arasında asitlik gelişimi bakımından önemli ( $p<0.01$ ) bir farklılık yaratmamıştır. Daha sonraki 8 saatlik bekletme döneminde, sistemin 20:20 ppm  $SCN^-:H_2O_2$  ilavesiyle aktifleştirilmesi, 30°C'de bekletilen örnekte asitlik gelişimini engelleyememiş ve bu örnek pıhtılaşmıştır. Asitlik gelişiminin, 16 saat süreyle, 60:60 ppm düzeyinde  $SCN^-:H_2O_2$  ilave edilerek 20°C'de bekletme suretiyle kontrol altına alınabileceği anlaşılmıştır.

Başlangıçta,  $0.516\pm 0.298$  olarak saptanan toplam azot miktarı (Çizelge 1), bekletme süresindeki artışla birlikte bir azalma göstermiştir. Depolamanın 8. ve 16. saatlerinde, tüm örnekler farklı miktarlarda toplam azot içeriğine sahip olmakla birlikte, örnekler arasında gözlenen bu farklılığın istatistiksel açıdan önemli ( $p<0.01$ ) olmadığı belirlenmiştir.

Kazein olmayan azot miktarında, 8 ve 16 saat süreyle depolama sonunda başlangıç değerine ( $0.137\pm 0.079$ ) (Çizelge 1) göre azalmalar gözlenmiştir. Her iki depolama periyodunda da örnekler arasında kazein olmayan azot içeriği açısından farklılıklar bulunduğu saptanmış, ancak bu farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ( $p<0.01$ ) olduğu anlaşılmıştır.

Deneme örneklerinin hemen hemen tümü, depolamanın sonuna kadar başlangıçtaki protein olmayan azot değerini ( $0.027\pm 0.016$ ) (Çizelge 1) korumuş, bu nitelik bakımından da örnekler arasında önemli ( $p<0.01$ ) bir farklılık belirlenmemiştir.

Proteoz-pepton azotu bakımından, LP-sistemi aktivasyonu ile korunan örnekler arasındaki farklılık önemli ( $p<0.05$ ) bulunmamış, soğukta muhafaza edilen örnek her iki depolama periyodunda da LP-sistemi aktivasyonu sağlanan örneklerden daha düşük proteoz-pepton azotu içeriğine sahip olmuştur (Çizelge 1).

Gerek soğukta muhafaza edilen, gerekse LP-sistemi aktivasyonu ile farklı sıcaklık derecelerinde bekletilen örnekler, ilk 8 saatte toplam albümin azotu içeriği bakımından farklılık göstermemiş, söz konusu örnekler arasında 16. saat sonunda belirlenen farklılığın da istatistiksel olarak önemli ( $p<0.01$ ) olmadığı saptanmıştır (Çizelge 1).

Benzer şekilde, globülin azotu ve  $\beta$ -laktoglobülin azotu içerikleri bakımından (Çizelge 1) örnekler arasında, 8 ve 16 saat süreyle depolama sonunda belirlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemli ( $p<0.01$ ) bulunmamıştır.

Kumar ve Mathur (1994b) tarafından, 25:15 ve 70:30 ppm  $SCN^-:H_2O_2$  ilavesiyle LP-sistemi aktivasyonu sağlanarak 30°C'de 16 saat bekletilen manda sütlerindeki azotlu maddelerin dağılımında ve proteoliz düzeyinde belirlenen değişimler ihmal edilebilir düzeyde bulunmuştur. Mevcut araştırma sonuçları, adı geçen araştırmacıların bulgularına uyum göstermiştir.

LP-sisteminin psikrotrof bakteriler üzerindeki antibakteriyel etkisine bağlı olarak, muhtemelen proteinaz enzimlerinin elemine edilmesi, sütte proteolizi engelleyici bir etkiye sahip olabilmektedir. Sütteki proteolizin başlıca nedeninin, psikrotrof bakteriler tarafından salgılanan proteinazlar olduğu bildirilmektedir (NAKAI ve ark., 1964; SAMUELSSON ve HOLM, 1966; KUMAR ve MATHUR'dan, 1994b). Buzdolabı sıcaklığında uzun süre depolama sırasında mikrofloranın mezofilikten psikrotrofa dönüşümü, laktik asit yerine proteinazların oluşumu ile sonuçlanmaktadır (KUMAR ve MATHUR, 1994b). Proteinazların mevcudiyeti, sütün azotlu maddelerindeki dağılımı bozmakta ve sütün düşük sıcaklık derecelerinde muhafazası sırasında kazein azotunun azalmasına, buna karşın kazein olmayan azot ve protein olmayan azot miktarlarının artmasına neden olmaktadır (KNAUT ve BRUDERER, 1965; KUMAR ve MATHUR'dan, 1994b; NAKANISHI ve TANABE, 1970; KUMAR ve MATHUR'dan, 1994b; CHENG ve GELDA, 1973; CORRADINI, 1975; ANDREWS, 1975).

İnek sütünün, muamelelere başlamadan önceki doğal tiyosiyanat içeriği ortalama  $1.590\pm 0.117$  ppm olarak saptanmış, LP-sistemi aktivasyonu sağlanan sütlerin, ilk 8 saat sonunda, teorik olarak hesaplanan değerlerden ( $1.590+20=21.590$  ppm ve  $1.590+60=61.590$  ppm) daha düşük düzeyde  $SCN^-$  bulunduğunu belirlenmiştir (Çizelge 1). Süte eksojen olarak katılan tiyosiyanat iyonları hidrojen peroksit varlığında, laktoperoksidad enziminin katalize ettiği reaksiyon sonucu, yaklaşık 5 dakika içerisinde, oksidasyon ürünlerine dönüştüğünden, miktarca bir azalma göstermekte (IDF 1988), oksidasyondan geriye kalan bir kısım iyonlar ise, KUMAR ve MATHUR (1994a) tarafından belirtildiği gibi, bekletme periyodunda stabil bir halde kalmaktadır. LP-sistemi aktivasyonu ile korunan sütlerden üretilen peynir, yoğurt gibi ürünlerde, tiyosiyanatın büyük bir kısmı pıhtıda tutularak ürünün reolojik özelliklerini olumsuz yönde etkileyebildiğinden (KUMAR ve MATHUR, 1994a; ATAMER ve ark., 1995; GÜRSEL ve ATAMER, 1998), kalıntının düzeyi endüstriyel açıdan önem arz etmektedir. Ayrıca kalıntı tiyosiyanat

düzeyinin ortaya konması sütün sağlık açısından herhangi bir risk taşıyıp taşımadığını göstermesi bakımından da önemlidir. Tükürüğün 50-300 ppm (DENSEN ve ark., 1967:IDF'den 1988), mide özsuynunun da 40-50 ppm (RUDEL ve ark., 1977: BJÖRCK ve ark.'dan 1979) arasında SCN<sup>-</sup> içerdiği gözönüne alındığında, kalıntı düzeyinin sözkonusu fizyolojik sınırlar arasında yer aldığı (Çizelge 1), sağlık açısından herhangi bir toksik etki yaratmayacağı söylenebilir.

LP-sisteminin aktiveştirildiği örnekler arasında, peynir mayası ile en kısa (p<0.01) sürede pıhtılaştırılan, her iki bekletme periyodunda da 30°C'de bekletilen süt örnekleri olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Depolama sıcaklığındaki artışa (BJÖRCK, 1978; BJÖRCK ve ark., 1979; ZAJAC ve ark., 1983b, SARKAR ve MISRA, 1994b) bağlı olarak LP-sisteminin antibakteriyel etki süresinin kısalması, ve asitlik gelişiminin yeterince engellenmemesi bu sonucun alınmasında etkili olmuştur. Aynı nedenle, 16. saat sonunda da en kısa (p<0.01) sürede pıhtılaştırılan örneğin yüksek depolama sıcaklığında bekletilen örnek olduğu gözlenmiştir. LP-sistemi aktivasyonu ile korunan sütlerin peynir mayası ile pıhtılaştırma sürelerini saptayan araştırmacılar da (KAMAU ve KROGER, 1984; OYSUN ve ÖZTEK, 1988; GÖNÇ ve ark., 1990; SAVCI, 1991; YÜKSEL, 1996; BOZBAY, 1997) benzer sonuçlar elde etmiştir. Sütün soğukta muhafazası, asitlik gelişimini etkili bir şekilde baskıladığından (Çizelge 1), en uzun (p<0.01) pıhtılaştırma süresine soğukta bekletilen örnekler sahip olmuştur.

## SONUÇ

İnek sütündeki azotlu maddelerin dağılımı üzerine LP-sistemi aktivasyonunun etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada:

– LP-sistemi aktivasyonu ile 20°C ve 30°C'de bekletilen süt örnekleri arasında, azotlu maddelerin dağılımı bakımından, 8 ve 16 saat süreyle depolama sonunda belirlenen farklılıkların önemsiz düzeyde olduğu görülmüştür. Sütün proteolitik parçalanmaya karşı korunmasının, LP-sisteminin etkisiyle mikrobiyel aktivitenin engellenmesinden ileri geldiği söylenebilir.

– LP-sistemi aktivasyonu ile 20°C'de bekletilen örneklerde asitlik gelişiminin 8 saat süreyle etkili bir şekilde kontrol altına alınabileceği görülmüş, ancak 20°C'den daha yüksek sıcaklık derecelerinde asitlik gelişiminin 16 saat süreyle engellenmesi için, süte katılan SCN<sup>-</sup>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> konsantrasyonunun artırılması gerektiği anlaşılmıştır.

– LP-sistemi aktivasyonu ile korunan sütlerden, yüksek sıcaklık derecesinde ve 20:20 ppm SCN<sup>-</sup>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ilavesiyle bekletilenlerin peynir mayası ile daha kısa sürede pıhtı oluşturdıkları saptanmıştır.

## KAYNAKLAR

- ALI, E. A., A.T. ANDREWS, G.C. CHEESEMAN, 1980. Influence of storage of milk on casein distribution between the micellar and soluble phases and relationship cheesemaking parameters. *J. Dairy Res.*, 7 : 371-382.
- ANDREWS, A.T., 1975. Properties of aseptically packed ultra-high-temperature milk. III. Formation of polymerized protein during storage at various temperatures. *J. Dairy Res.*, 42 : 89-99.
- ANONYMOUS, 1958. Report on meeting experts on the use of hydrogen peroxide and other preservatives in milk. *Dairy Sci. Abstr.*, 20 : 653.
- ASCHAFFENBURG, R., J. DREWRY, 1959. New procedure for the routine determination of the various non-casein proteins of milk. IV. *Int. Dairy Congr.*, London. Vol. 3, Sec. 5, 1631-1637.
- ATAMER, M., B. ÖZER, Z. GÜLER, 1995. Laktoperoksidaz/ tiyosiyanat/ hidrojen peroksit aktivasyonu ile korunmuş sütlerden üretilen yoğurtların bazı nitelikleri üzerine araştırma. III. Milli Süt ve Ürünleri Sempozyumu, 2-3 Haziran 1994, İstanbul. Milli Produktivite Merkezi Yayınları No: 548. Ankara.
- BJÖRCK, L., 1987. Preservation of milk by chemical means. In: "Dairy Development in East Africa". *Bulletin of the International Dairy Federation* No 221. Brussels, s. 57-61.
- BJÖRCK, L., 1978. Antibacterial effect of the lactoperoxidase system on psychrotrophic bacteria in milk. *J. Dairy Res.*, 45 : 109-118.
- BJÖRCK, L., O. CLAESON, W. SCHULTHESS, 1979. The lactoperoxidase/thiocyanate/hydrogen peroxide system as a temporary preservative for raw milk in developing countries. *Milchwissenschaft*, 34 : 726-729.
- BOZBAY, E., 1997. Soğutmanın, hidrojen peroksit kullanımının ve laktoperoksidaz sistemi (LP-sistemi) aktivasyonunun keçi sütünün bazı niteliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı. s. 104. (Basılmamıştır).

- CHAKRABORTY, B.K., S.S. CHAUDRY, K.A. ALEX, G. JACOB, G.J. SONI, 1986. Application of lactoperoxidase system for preserving buffalo milk produced in India villages. *Milchwissenschaft*, 41 : 16-19.
- CHENG, W.S., C.S. GELDA, 1973. Proteolytic enzymes in ultra-high temperature treated and aseptically canned 10% cream. *J. Dairy Sci.*, 56 : 625.
- CHOI, K.N., Y.J. KIM, M.B. KIM, 1985. Increasing the keeping quality of raw milk by activation of the lactoperoxidase system. *Dairy Sci. Abstr.*, 49: 56.
- CORRADINI, C., 1975. Gel formation behaviour in UHT sterilized milk. *Milchwissenschaft*, 30: 413-416.
- DÜZGÜNEŞ, O., T. KESİCİ, F. GÜRBÜZ, 1983. İstatistik Metotları-I. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları:861, Ders Kitabı. s. 1-229. Ankara.
- EL-DEEB, S.A., H.N. HASSAN, 1989. Effect of cold storage on physico-chemical properties of goat's and ewe's milk. *Asian J. Dairy Res.*, 8 : 29-34.
- EWAIS, S.M., Sh. A. HEFNAWY, M.H. ABD EL-SALAM. 1985. Utilization of lactoperoxidase system in preservation of raw milk under local conditions. *Egyptian J. Dairy Sci.*, 13 : 1-7.
- FOX, F.P., F.V. KOSIKOWSKI, 1967. Some effects of hydrogen peroxide on casein and its implications in cheesemaking. *J. Dairy Sci.*, 50 : 1183-1188.
- GIOLITTI, G., 1949. The effect of high concentrations of hydrogen peroxide on the chemical composition of milk. *Dairy Sci. Abstr.*, 14 : 55-56.
- GÖNÇ, S., N. AKBULUT, Ö. KINIK, C. KARAGÖZLÜ, 1990. Çiğ sütün hidrojen peroksit ile laktoperoksidaz sistemi aktive edilerek dayanıklı hale getirilmesi üzerine bir araştırma. E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 27 (1):99-109.
- GREEN, M.L., R.J. MARSHALL, 1977. The acceleration by cationic materials coagulation of casein micelles by rennet. *J. Dairy Res.*, 44 : 521-531.
- GRINDROD, J., T.A. NICKERSON, 1967. Changes in milk proteins treated with hydrogen peroxide. *J. Dairy Sci.*, 50 : 142-146.
- GÜRSEL, A., M. ATAMER, 1998. Some textural characteristics of yoghurts made from LP-system treated milk. In: "Texture of Fermented Products and Dairy Desserts", Proceedings of the IDF Symposium held in Vicenza, Italy, 5-6 May 1997. Published by the International Dairy Federation, 41 Square Vergote, B-1030, Brussels.
- GÜRSEL, A., M. ATAMER, S. ODABAŞI, B. TAMUÇAY, 1996. A study on the use of lactoperoxidase system for the preservation of goat milk. In " Production and Utilization of Ewes and Goats Milk". Proceedings of the seminar on production and utilization of ewes and goats milk held in Limin-Hersonissos, Crete, Greece, 19-21 October 1995. Published by the International Dairy Federation, 41 Square Vergote, B-1030, Brussels.
- HADDADIN, M.S., S.A. IBRAHİM, R.K. ROBINSON, 1996. Preservation of raw milk by activation of the natural lactoperoxidase system. In: "Production and Utilization of Ewes and Goats Milks". Proceedings of the seminar on production and utilization of ewes and goats milk held in Limin-Hersonissos, Crete, Greece, 19-21 October 1995. Published by the International Dairy Federation, 41 Square Vergote, B-1030, Brussels.
- HÄRNULV, B.G., C. KANDASAMY, 1982a. Milk stabilization by activation of its natural lactoperoxidase system. Experiments in Sri Lanka. In: "Brief Communications of XXI. Int. Dairy Congr.", Moscow, Vol. 1, Book 2, p.185.
- HÄRNULV, B.G., C. KANDASAMY, 1982b. Possibilities to utilize the lactoperoxidase system in tropical countries to save milk from an early spoilage. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsbericht*, 34 : 47-50.
- HILL, R.D., 1970. The effect of modification of arginine side chains on the coagulation of rennin-altered casein. *J. Dairy Res.*, 37 : 187-192.
- ICHILZYK-LEONE, J., Y. AMRAM, N. SCHNEID, 1983. Refrigeration of milk and its implications in cheesemaking. I. Effects of refrigeration on the physicochemical and coagulation properties of milk. *Dairy Sci. Abstr.*, 45 : 344.
- KAMAU, D.N., M. KROGER, 1984. Preservation of raw milk by treatment with hydrogen peroxide and by activation of the lactoperoxidase (LP) system. *Milchwissenschaft*, 39 : 658-661.
- KIM, Y.J., C.K. LEE, 1970. Studies on milk preservation. II. Preservation of raw milk by addition of hydrogen peroxide. *Dairy Sci. Abstr.*, 33 : 905.
- KNOOP, A.M., K.H. PETERS, 1976. The nature of powers efficient in the formation of rennet and acid coagula and the role of calcium, phosphate and citrate in coagulum formation. *Milchwissenschaft*, 31 : 338-345.
- KOÇAK, C., H. DEVRİM, 1995. Bazı parametrelerin inek, koyun, keçi sütlerinin pıhtılaşma yeteneği üzerine etkisi. *Gıda Dergisi*, 19 : 125-129.
- KUMAR, S., B.N. MATHUR, 1994a. Residual thiocyanate levels in milk preserved by LP-system and in products made from preserved milk. *Indian J. Dairy Sci.*, 47 : 406-408.
- KUMAR, S., B.N. MATHUR, 1994b. Proteolytic changes in raw buffalo milk preserved by LP-system. *Indian J. Dairy Sci.*, 47 : 409-412.
- KUMAR, S., B.N. MATHUR, 1989a. Preservation of raw buffalo milk through activation of LP-system. I. Under farm conditions. *Indian J. Dairy Sci.*, 42 : 339-341.
- KUMAR, S., B.N. MATHUR, 1989b. Preservation of raw buffalo milk through activation of LP-system. II. Under field conditions. *Indian J. Dairy Sci.*, 42 : 342-347.

- LAW, B.A., A.T. ANDREWS, E. SHARP, 1977. Gelation of ultra-high-temperature sterilized milk by proteases from a strain of *Pseudomonas fluorescens* isolated from raw milk. *J. Dairy Res.*, 44 : 145-148.
- LENOIR, J., N. SCHNEID, 1986. The coagulability of milk by rennet. In: "Cheesemaking. Science and Technology". Ed. A. Eck, Lavoisier Publishing Inc., New York, 139-149.
- LÜCK, H., F.J. JOUBERT, 1955. Experiments on H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-treated milk. Part II. Effects on milk proteins. *Milchwissenschaft*, 10 : 370-375.
- MISHRA, N.N., N.S. VERMA, S. PRASAD, 1987. Effect of hydrogen peroxide on some constituents and microflora of milk. *Dairy Sci. Abstr.*, 49 : 203.
- NAKAI, S., H.K. WILSON, E.O. HERREID, 1964. Assaying sterile concentrated milk for native proteolytic enzymes. *J. Dairy Sci.* 47 : 754-757.
- NAKANISHI, T., T. TANABE, 1970. Studies on psychrotrophic bacteria in cow's milk. II. Changes of protein in cow's milk by psychrotrophic bacteria during low temperature storage. *Dairy Sci. Abstr.*, 33 : 313.
- OYSUN, G., L. ÖZTEK, 1988. Laktoperoksidaz/tiyosiyanat/hidrojen peroksit sistemi aktivasyonu ile çiğ sütün muhafazası. *On-dokuz Mayıs Üniv. Z.F. Dergisi*, 3 : 65-81.
- ÖZTÜRKLER, B., 1996. Koyun sütünün farklı yöntemlerle muhafazası. Yüksek Lisans tezi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı., s.82. (Basılmamıştır).
- PATEL, D.A., S.S. SANNABHADI, 1993. Effect of lactoperoxidase system and heating to terminalization temperature on shelf life of buffalo raw milk. *Dairy Sci. Abstr.*, 56 : 601.
- PETERS, K.H., A.M. KNOOP, 1978. Structure alterations in rennet coagulum and cheese curd in cheesemaking from deep-cooled milk. *Milchwissenschaft*, 33 : 77-81.
- QVIST, K.B., 1979. Reestablishment of original rennetability of milk after cooling. I. The effect of cooling and L.T.S.T. pasteurization of milk and renneting. *Milchwissenschaft*, 34 : 467-470.
- ROWLAND, S.J., 1938. The determination of the nitrogen distribution in milk. *J. Dairy Res.*, 9 : 42-46.
- RYAN, F.B., B.L. JOINER, T.A. RYAN, 1985. *Minitab Handbook*. Second edition. Pws-Kent Publishing Company, Boston. p.386.
- SANTHA, I.M., N.C. GANGULI, 1976. Myriad uses of hydrogen peroxide in dairy industry. *J. Food Sci. and Technol.*, 13 : 1-5.
- SANTHA, I.M., N.C. GANGULI, 1975. Preservation of milk with hydrogen peroxide. Part II. Physico-chemical changes in milk with respect to rennet action. *Indian J. Dairy Sci.*, 28 : 267-272.
- SARKAR, S., A.K. MISRA, 1994a. Preservation of raw milk by LP-system. *Indian J. Dairy Sci.*, 47 : 132.
- SARKAR, S., A.K. MISRA, 1994b. Role of lactoperoxidase system on preservation of milk. *Indian J. Dairy Sci.*, 47 : 809-819.
- SAVCI, Z., 1991. Değişik tür çiğ sütün dayanıklılığının artırılmasında laktoperoksidaz sisteminden yararlanma olanakları üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı. s.131. (Basılmamıştır).
- SCOTT, R., 1981. *Cheesemaking Practise*. Elsevier Applied Science Publishers Ltd. England, s. 475.
- SPECK, M.L., M.D. ADAMS, 1976. Heat resistant proteolytic enzymes from bacterial sources. *J. Dairy Sci.*, 59 : 786-789.
- ŞAHAN, N., A. KONAR, A. KLEEBERGER, 1996. Sütün bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerine bazı ısı işlemlerinin ve hidrojen peroksit katılmasının etkisi. *Tr. J. Agriculture and Forestry*, 20 : 1-7.
- THAKAR, R.P., J.M. DAVE, 1986. Application of the activated lactoperoxidase-thiocyanate-hydrogen peroxide system in enhancing the keeping quality of raw milk at higher temperatures. *Milchwissenschaft*, 41 : 20-21.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ (TSE), 1981. Çiğ süt. TS 1018. Ankara.
- ULUSLARARASI SÜTÇÜLÜK FEDERASYONU (IDF), 1988. Code of practise for preservation of raw milk by Lactoperoxidase system. *Bulletin of the International Dairy Federation No 234*. Brussels, s. 15.
- URAZ, T., M. YILDIRIM, 1995. Hidrojen peroksit ile korunmuş sütün ve bu sütlerden elde edilen peyniraltı sularının bazı nitelikleri üzerinde araştırmalar. *Tr. J. Agriculture and Forestry*, 19 : 407-415.
- YOUSSEF, A.M., F.A. SALAMA, S.A. EL-DEEB, 1975. Effect of storage on the physico-chemical properties of cow and buffalo milk used for cheese manufacture. *Egyptian J. Dairy Sci.*, 3 : 113-122.
- YÜKSEL, Ö., 1996. İnek sütünün farklı yöntemlerle muhafazası. Yüksek Lisans Tezi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı. S.82. (Basılmamıştır).
- ZAJAC, M., J. GLADYS, M. SKARZYNSKA, B.G. HÄRNULV, K. EILERTSEN, 1983a. Milk quality preservation by heat treatment or activation of the lactoperoxidase system in combination with refrigerated storage. *Milchwissenschaft*, 38 : 645-648.
- ZAJAC, M., J. GLADYS, M. SKARZYNSKA, B.G. HÄRNULV, L. BJÖRCK, 1983b. Changes in bacteriological quality of raw milk stabilized by activation of its lactoperoxidase system and stored at different temperatures. *J. Food Protec.*, 46 : 1065-1068.