

LAKTOPEROKSİDAZ/TİYOSİYANAT/HİDROJEN PEROKSİT SİSTEMİNİN AKTİVASYONU İLE KORUNMUŞ SÜTLERDEN ÜRETİLEN BEYAZ PEYNİRLERİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR*

A STUDY ON SOME QUALITY CRITERIA OF WHITE PICKLED CHEESE PRODUCED FROM MILK PRESERVED BY THE ACTIVATION OF LACTOPEROXIDASE/THIOCYANATE/HYDROGEN PEROXIDE (LP) SYSTEM

Sabiha ODABAŞI, Ayşe GÜRİSOY, Atilla ÇİMER, Metin ATAMER
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, ANKARA

ÖZET: Bu çalışmada, LP sistemi aktivasyonu ile korunmuş sütlerden üretilen Beyaz peynirlerin bazı kalite özellikleri ve bunların 90 günlük olgunlaşma süresindeki değişimleri incelenmiştir. Bu amaçla, 20:20 ppm (A) ve 60:60 ppm (B) $SCN^-:H_2O_2$ katılarak 30°C'de; $SCN^-:H_2O_2$ katılmadan (K) 4°C'de 6 saat süreyle bekletilen sütlerden Beyaz peynir üretilmiştir. Sütlere katılan $SCN^-:H_2O_2$ seviyeleri ön denemelerde belirlenmiştir. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresi boyunca 1., 30., 60., ve 90. günlerde toplam kurumadde, yağ, toplam kurumadde yağ, tuz, toplam azot (TN), suda çözünen azot (SN) ve tiyosiyanat (SCN^-), içerikleri ile titrasyon asitliği, pH, olgunlaşma indeksi ve pıhtı sıklığı değerleri belirlenmiştir. Peynirlerin duyuusal özellikleri depolamanın 30., 60. ve 90. günlerinde incelenmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, incelenen özellikler bakımından K ve A peynir örnekleri arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0.05$). Diğer yandan istatistiksel açıdan önemsiz bulunmasına karşın, B peynir örneğinin özellikle asitlik, TN, SN, olgunlaşma indeksi ve pıhtı sıklığı değerleri diğerlerine göre daha düşük bulunmuştur.

Sonuçta, Beyaz peynir üretiminde 20:20 ppm $SCN^-:H_2O_2$ katılarak korunmuş sütün kullanılması teknolojik işlemler ve ürün kalitesi açısından uygun olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte, zorunlu olduğu durumlarda üretilen peynirlerde bazı özelliklerde eksiklikler bulunmasına karşın, 60:60 ppm $SCN^-:H_2O_2$ katkılı sütün de Beyaz peynir üretiminde kullanımı önerilebilir.

ABSTRACT: In this study, some quality criteria of White pickled cheeses produced from milks preserved by the activation of the LP system were investigated during the ripening period of 90 days. For this purpose, milks that contained 20:20 ppm (A) and 60:60 ppm (B) $SCN^-:H_2O_2$ were stored at 30°C. For the control (K) study one part of milk without addition of $SCN^-:H_2O_2$ was stored at 4°C for 6 hours. Afterwards, White cheeses were produced by using this milks. The amounts of $SCN^-:H_2O_2$ that added to milks were determined by pre-experiments. Total dry matter, fat, fat in dry matter, salt, total nitrogen, soluble nitrogen and thiocyanate contents and titratable acidity ($^{\circ}SH$), pH, ripening index, curd firmness values of cheeses were determined during the 1., 30., 60. and 90. days of storage. Organoleptic properties of these cheeses were examined during the 30., 60 and 90. days of storage.

According to the results from analyses, for all parameters examined, differences between cheese samples K and A were not statistically significant ($p>0.05$). Although there was no statistically significant difference between cheese sample B and the others, in cheese sample B, titratable acidity, TN, WSN, ripening index and curd firmness values were lower than the others.

As a result, it is found that, the use of milk preserved by the addition of 20:20 ppm $SCN^-:H_2O_2$ is suitable for the production of White pickled cheese in view of technological processes and quality characteristics of the product, and it's concluded that, despite the lack of some chemical properties of cheese, milks added with 60:60 ppm $SCN^-:H_2O_2$ can also be used for the production of this kind of cheese.

GİRİŞ

Son dönemlerde, çiğ sütün korunmasında kimyasal koruyucular yerine sütte bulunan doğal antibakteriyel sistemlerden yararlanılması yolunda araştırmalar yoğunluk kazanmıştır. Bu amaçla "Laktoperoksidaz" sistemi olarak adlandırılan laktoperoksidaz/tiyosiyanat/hidrojen peroksit (LP) sisteminin başarıyla kullanılabilmesi gösterilmiştir (BJORK ve ark., 1979; BJORK ve CLEASSON, 1980; OYSUN ve ÖZTEK, 1988; GÖNÇ ve ark., 1990; SAVCI, 1991). Soğuk zinciri tam olarak gerçekleştirilemeyen bölgelerde çiğ sütün korunmasında LP sisteminin kullanılması FAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA) ve 1991 yılında 19. toplantısında FAO/WHO Gıda Kodeksi Komisyonu (Codex Alimentarius Commission) tarafından önerilmiştir (BJORK, 1993).

* Bu araştırma A.Ü. Araştırma Fonu Müdürlüğü tarafından 94-25-00-40 nolu proje olarak desteklenmiştir.

LP sistemi aktivasyonu için, süte eşit veya ekivalen miktarda tiyosiyanat (SCN^-) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) ilave edilmektedir. Hidrojen peroksit varlığında, laktoperoksidaz enzimi tiyosiyanatın oksidasyonunu katalize etmektedir. Reaksiyon sırasında oluşan ara oksidasyon ürünleri, özellikle hipotiyosiyanat ($OSCN$) antibakteriyel etkiyi sağlamaktadır (REITER ve HARNULY, 1984; ANONYMOUS, 1987; OYSUN ve ÖZTEK, 1988).

Bu çalışmada, LP sistemi aktivasyonu ile korunmuş sütlerin ülkemizde en fazla üretilen peynir çeşidi olan Beyaz peynir üretiminde kullanım olanakları araştırılmıştır. Konu ile ilgili OYSUN ve ALPKENT (1988) tarafından gerçekleştirilmiş bir çalışma bulunmaktadır. Böylece, her iki çalışmanın sonuçlarıyla, daha sağlıklı veri tabanı oluşturabilecektir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Araştırmada A.Ü. Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Hayvancılık İşletmesi'nden sağlanan inek sütleri kullanılmıştır. LP sistemi aktivasyonu için gereksinim duyulan $NaSCN$ ve H_2O_2 Merck firmasından temin edilmiştir. Ayrıca sıvı şirden mayası (1:10.000 kuvvetinde, Mayasan A.Ş.) ve starter kültür (R 703 kodlu, Chr. Hansen), kalsiyum klorür (Merck), rafine tuz üretiminde yararlanılan diğer girdilerdir.

Metot

Araştırmada parametre olarak seçilen $SCN^-:H_2O_2$ seviyeleri ATAMER ve ark. (1995)'nda belirtildiği şekilde, sütlerin ısı stabilitesi esas alınarak saptanmıştır. Anılan çalışmada asitlik düzeyinin üst sınırı 8.0-8.5 °SH'dir. Ön denemelerde, 10:10 ppm'den başlayan ve giderek artan miktarlarda $SCN^-:H_2O_2$ içeren sütler 30°C'de 6 saatlik bekleme süresi sonunda çiğ sütün asitliğini sınır değerinin altında tutabilen $SCN^-:H_2O_2$ seviyesi 20 ppm'dir. 50:50 ve 60:60 ppm'de ise asitlik gelişimi tamamen önlenmiştir. Ancak, aşırı miktarda $SCN^-:H_2O_2$ 'in Beyaz peynirin kalite özellikleri üzerine etkilerini açık bir şekilde ortaya koyabilmek amacıyla 60:60 ppm düzeyi de deneme kapsamına alınmıştır.

Çizelge 1. Farklı Miktarlarda $SCN^-:H_2O_2$ İlavasının Çiğ Sütte Asitlik Gelişimine Etkisi (°SH)*

Süre (saat)	Katkısız	10 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	50 ppm	60 ppm
0.	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20
6.	11.60	9.71	8.02	7.84	7.50	7.20	7.20

* 30°C'de

Beyaz peynir üretimi

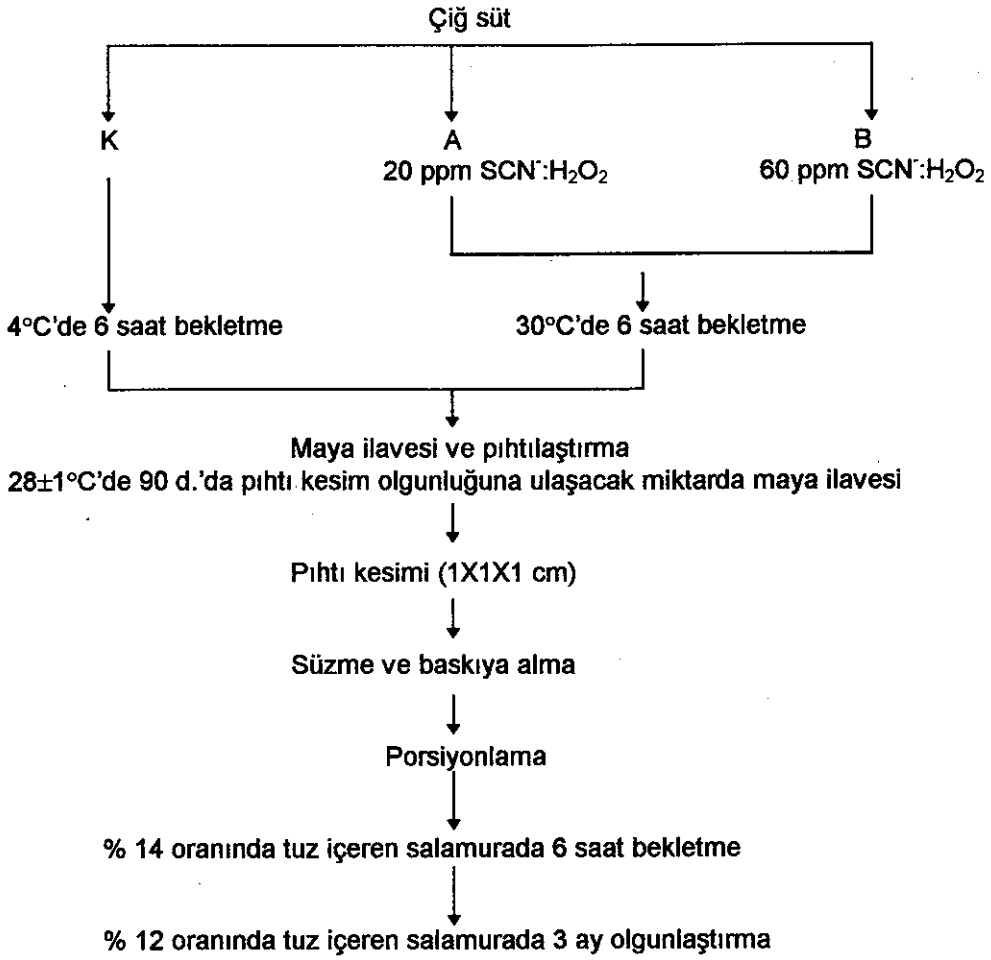
Beyaz peynirlerin üretimi Şekil 1'de gösterilen işlem aşamaları izlenerek gerçekleştirilmiştir.

Uygulanan analizler

Çiğ sütlerde; titrasyon asitliği, yağ ve toplam kurumadde (ANONYMOUS, 1981), toplam azot (TN) (ANONYMOUS, 1962) SCN^- (ANONYMOUS, 1988)'e göre belirlenmiştir.

Isı uygulanan sütlerde; titrasyon asitliği çiğ sütte verilen yöntemle göre belirlenmiş, maya miktarı ise, $28\pm 1^\circ C$ 'deki 50 ml süt içerisine %10'luk ticari peynir mayası çözeltisinden 1 ml ilave edilerek ilk pıhtının görüldüğü an tespit edilmiş ve buradan maya miktarı hesaplanmıştır.

Peyniraltı sularında (PAS); toplam kurumadde, yağ, TN ve SCN^- içerikleri çiğ sütte verilen yöntem ve kaynaklara göre belirlenmiştir.



Şekil 1. Beyaz peynirlerin üretim akış diyagramı.

Telemede; titrasyon asitliği (serumda asitlik), toplam kurumadde, yağ (ANONYMOUS, 1989)'a, TN, su- da çözünen azot (SN) (GRIPON ve ark., 1975)'na göre saptanmıştır. SN ve SCN⁻ içerikleri telemede verilen yöntemlerle belirlenmiştir. Beyaz peynirlerde bunlara ilaveten yapılan analizlerde, tuz ve duyuşal değertendir- me (ANONYMOUS, 1989) ve istatistiksel değertendirme (DÜZGÜNEŞ ve ark., 1987)'nda verilen yöntemlerle belirlenmiştir. pH ölçümlerinde "Orion 420" pH metre, penetrometre ölçümlerinde ise "Stanhopeseta" marka penetrometre kullanılmıştır. Ayrıca eldeki sonuçlar yardımıyla ve yağ/toplam kurumadde değeriyle olgunlaş- ma katsayısı hesaplanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Hammadde sütlerin bazı özellikleri

Araştırmada hammadde olarak yararlanılan süt ile kontrol (katkısız) ve LP sistemi aktive edilmiş sütle- rin bazı özellikleri (6. saatteki) Çizeige 2'de verilmektedir.

Çizelge 2. Hammadde Olarak Kullanılan Sütlerin Bazı Özellikleri (n=2)

Özellikler	0. saat	Depolama sonrası (6. saat)		
		K	A	B
Titrasyon asitliği, °SH	6.580	6.580	6.820	6.580
pH	6.670	6.570	6.540	6.540
Toplam kurumadde, %	11.350	-	-	-
Yağ, %	3.800	-	-	-
Toplam azot, %	0.445	0.445	0.426	0.431
SCN ⁻ , ppm	2.820	2.820	17.600	52.180

K : Kontrol (katkısız), 4°C'de 6 saat bekletilen süt

A : 20:20 ppm SCN⁻:H₂O₂ katkılı, 30°C'de 6 saat bekletilen süt

B : 60:60 ppm SCN⁻:H₂O₂ katkılı, 30°C'de 6 saat bekletilen süt

manın ortak sonucudur (BJORK, 1978; BJORK ve ark., 1979; THAKER ve DAVE, 1986; SAVCI 1991). Bütün örneklerin pH değerlerinde çok az azalma saptanmıştır. Altıncı saat sonunda pH değerleri arasındaki fark önemsizdir (p<0.05). Toplam azot değerinde, K örneğinde başlangıca göre bir değişim olmamış, A ve B örneklerinde ise bir miktar azalma saptanmıştır. Altıncı saat sonunda toplam azot içerikleri arasındaki farklılık önemsizdir (p<0.05). Sütün SCN⁻ içeriği 2.82 ppm'dir. Soğukta muhafaza edilen K örneğinde bu değer değişmeden kalmıştır. A ve B örneklerinde başlangıçta teorik olarak sırasıyla 22.82 ppm ve 62.82 ppm düzeylerinde olan SCN⁻ miktarları 6. saat sonunda 17.60 ppm ve 52,18 ppm olarak belirlenmiştir. Azalma nedeni, SCN⁻ iyonlarının antibakteriyel özellikteki ara ürünlere dönüşmesidir (ANONYMOUS, 1988).

LP sistemi aktivasyonunun, peynir üretimi sırasında katılan maya miktarları üzerine etkisi Çizelge 3'de verilmektedir.

Çizelge 3. LP Sistemi Aktivasyonunun Maya Miktarları Üzerine Etkisi (n=2)

Özellikler	Örnekler ¹		
	K	A	B
Süt asitliği, °SH (Maya katım aşamasında) ²	7.39	7.22	7.22
Maya miktarı, ml	9.71	8.89	10.67

1: Her örnek için 40 litre süt kullanılmıştır.

2: Sütlere kültür katımından 30 dakika sonra

mehtedir. Böylece kazein misellerinin boyutları küçülmekte ve maya etkisi ile pıhtılaşması güçleşmektedir (GÜRSEL ve ark., 1994). Diğer taraftan, aynı sıcaklık derecesinde (30°C) bekletilen ve maya katım aşamasında aynı asitlik düzeyine sahip A ve B örneklerinin maya miktarları farklıdır. SCN⁻ miktarındaki artışa paralel olarak maya miktarı da artmıştır. Sütün enzimle pıhtılaşmasında SCN⁻, NO₃⁻, Cl⁻, Br⁻ gibi anyonların enzim-kazein interaksyonu üzerine inhibisyon etkisi olduğu bildirilmektedir (BRINGE ve KINSELLA, 1986; DALGLEISH, 1993). İnteraksiyon kazein üzerindeki katyonik bölgelerde gerçekleşmektedir. Ortamda SCN⁻ gibi anyonların bulunması durumunda, anılan katyonik bölgelere bu anyonlar bağlanmakta dolayısıyla enzim-kazein interaksyonu azalmaktadır. Sonuçta pıhtılaşma süresi uzamaktadır.

Teleme ve peyniraltı sularının (PAS) özellikleri

Telemelerin bazı özellikleri Çizelge 4'de verilmektedir.

Çiğ sütün başlangıç titrasyon asitliği 6.58 °SH'dir. Bu değer, 6 saatlik bekleme süresinde K ve B örneklerinde değişmeden kalırken A örneğinde biraz artmıştır. Düşük sıcaklık dereceleri laktik asit bakterilerinin gelişimi için uygun olmadığından, kontrol örneğinin titrasyon asitliği değişmeden kalmıştır. Bilindiği gibi A ve B örnekleri 30°C'de bekletilmiştir. Bu süre sonunda B örneğinin titrasyon asitliği başlangıç ile aynı düzeyde bulunurken A örneğinde çok az artmıştır. A ve B örneklerini SCN⁻ içeriklerinin farklılığı bu sonucun alınmasında etkili olmuştur. Çünkü SCN⁻ miktarındaki artışla sistemin etkinliğinin arttığı birçok araştır-

LP sistemi aktive edilmiş ve 6 saat bekletilmiş sütlere ısı uygulamasını izleyen aşamada %1 oranında starter kültür ilave edilmiştir. Otuz dakikalık ön olgunlaştırma süresi sonunda A ve B örneklerinin titrasyon asitliği 7.22 °SH'ya, K'nın ise 7.39 °SH'ya yükselmiştir. Sütlere 90 dakikada pıhtı kesim olgunluğuna ulaşacak şekilde peynir mayası ilave edilmiştir. Sonuçlara göre en fazla maya B örneğine katılırken bunu K ve A örnekleri izlemiştir. Soğukta muhafaza edilen K örneğine katılan maya miktarı A örneğinden fazladır. Nedeni, soğukta muhafaza sırasında kazein fraksiyonlarının bir kısmı bünyeden ayrılarak çözünür forma geç-

Çizelge 4. Telemelerin Bazı Özellikleri (n=2)

Özellikler	Örnekler		
	K	A	B
Titrasyon asitliği, °SH	41.700±0.000	43.300±0.000	37.700±0.800
pH	4.880±0.010	4.820±0.000	4.960±0.015
Toplam kurumadde, %	44.100±0.240	44.640±0.300	42.160±0.450
Yağ, %	24.000±0.500	23.850±0.150	23.850±0.150
Yağ/Toplam kurumadde %	54.422±0.835	53.427±0.085	56.570±0.900
Toplam azot, %	2.460±0.080	2.435±0.085	2.365±0.055
Suda çözünen azot, %	0.313±0.116	0.315±0.105	0.285±0.105
Tiyosiyanat, ppm	8.620±0.000	23.500±0.000	46.890±0.000
Sütteki SCN ⁻ 'in telemde tutulma oranı, %	59.22	21.70	15.16

örneklerinin titrasyon asitliği ve pH değerleri arasındaki fark önemsiz ($p>0.05$), bu iki örneğin B örneğinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

K ve A teleme örneklerinin toplam kurumadde içerikleri birbirine yakın düzeyde iken, B örneğinde bu değer daha düşüktür. Diğer bir ifade ile, B örneğinde süzme aşamasında sinerez (serum ayrılması) daha az olmuştur. Asitlik artışı sinerezi hızlandırmaktadır (GÜRSEL ve ark., 1994). Bu nedenle araştırmamızda B örneğinde asitlik düzeyinin diğerlerine göre daha düşük olması sinerezi yavaşlatmış ve pıhtıda daha fazla su tutulmasına dolayısıyla daha düşük kurumadde içeriğine sebep olmuştur. Kurumadde içerikleri bakımından K ve A arasındaki fark önemsiz ($p>0.05$), B örneğinin bunlarla farkı önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Teleme örneklerinin yağ, toplam kurumadde, yağ, toplam azot ve suda çözünen azot içerikleri fark önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Tarafımızca yapılan hesaplamalara göre, sütlere katılan toplam SCN⁻'in A ve B örneklerinde sırasıyla %21.70 ve %15.16'sı telemde tutulmuştur. Diğer bir deyişle toplam SCN⁻'in %78.30 ve %84.84'ü peyniraltı sularına geçmiştir.

Çizelge 5'de peyniraltı sularının bileşimi verilmektedir.

Çizelge 5. Peyniraltı Sularının Bileşimi (n=2)

Özellikler	Örnekler		
	K	A	B
Toplam kurumadde, %	6.445±0.035	6.405±0.005	6.460±0.020
Yağ, %	0.300±0.000	0.300±0.000	0.300±0.000
Toplam azot, %	0.129±0.000	0.128±0.002	0.126±0.006
Tiyosiyanat, ppm	1.426±0.000	16.454±0.050	53.256±0.000
Sütteki SCN ⁻ 'in, telemde tutulan oranı, %	40.78	78.30	84.84

laşmanın ilk 30 günlük döneminde tüm örneklerin titrasyon asitlikleri azalmıştır. İzleyen dönemde ise, K örneğinde artış, A ve B örneklerinde önce artış, sonra azalış olarak benzer eğilim ortaya çıkmıştır. Olgunlaşma süresince B örneğinde asitlik düzeyinin düşüklüğü, bu örnekte kalıntı SCN⁻ içeriğinin yüksekliğine bağımlı bakteriyel inhibisyonun daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Konu ile ilgili bir çalışmada, yüksek miktarda SCN⁻: H₂O₂ içeren süttten üretilen Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince mikroorganizma sayıları ve asitlik düzeylerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir (ATAMER ve ark., 1997). LP sistemi aktivasyonunun olgunlaşma süresince asitlik gelişimini yavaşlattığı bildirilmektedir (OYSUN ve ALPKENT, 1988; DIMITROV ve ark., 1995).

Titrasyon asitliğinin (kitlede) en düşük değeri B örneğinde saptanmıştır. Sonuç pıhtıda tutulan SCN⁻ miktarı ile ilişkilidir. Tiyosiyanat miktarındaki artış sistemin etkisini artırmaktadır. Kalıntı SCN⁻ içeriği (46.890 ppm) diğerlerine göre daha yüksek olan B örneğinde bakteri inhibisyonunun yüksek olması asitlik gelişimini yavaşlatmıştır. pH değerlerinde de benzer eğilim saptanmıştır. İstatistiksel değerlendirmeye göre, K ve A

Beyaz peynirlerin özellikleri

Beyaz peynirlerin bazı özellikleri ve bunların olgunlaşma süresindeki değişimleri Çizelge 6'da verilmektedir.

Titrasyon asitliğinin (serumda asitlik) olgunlaşma süresince en düşük değerleri B örneğinde saptanmıştır. Olgunlaşmanın 1. gününde en yüksek asitlik düzeyi A örneğinde belirlenirken, bunu K ve B örnekleri izlemiştir. Olgun-

Olgunlaşma süresince A ve B örneklerinin pH değerleri K örneğinden yüksektir. Bu sonuç kalıntı SCN⁻ içerikleriyle ilgilidir. İlk 30 günlük dönemde örneklerin pH değerleri biraz azalmıştır. 60. günde A örneğinin pH değeri değişmeden kalırken, K ve B örneklerinde tekrar artış belirlenmiştir. 90. günde ise bütün örneklerin pH değerleri azalmıştır. Olgunlaşmanın ilk aşamalarında kalıntı laktozun metabolizması pH'nın düşmesine sebebiyet vermektedir. Olgunlaşma ilerledikçe, alkitik asidin bazı proteoliz ürünleri ile nötralizasyonu ve/veya alkali karakterdeki azotlu bileşiklerin oluşumuna bağlı pH'da artma olabilmektedir (URAZ, 1992).

Örnekler en yüksek kurumadde değerlerine 1. günde sahip olmuşlardır. Olgunlaşma dönemi boyunca en düşük kurumadde değerlerine 1. günde sahip olmuşlardır. Olgunlaşma dönemi boyunca en düşük kurumadde içeriği B örneğinde saptanmıştır. Olgunlaşmanın ilk 60 günlük döneminde her üç örneğin kurumadde içeriklerinde azalma, izleyen dönemde ise artma belirlenmiştir. Özellikle 90. günde K ve B örneğinin kurumadde içerikleri arasındaki farklılık belirgindir ve istatistiksel olarak ($p < 0.05$) düzeyinde önemi bulunmuştur. Olgunlaşma süresinde, Beyaz peynirin kurumadde içeriğindeki azalma ve artmalar, bünyeye salamura alınması, kurumadde bileşenlerinin salamuraya geçişi ve asitliliğe bağımlı proteinlerin su tutma kapasitesindeki değişimlerle ilgilidir. Konuyla ilgili çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmaların bazılarında LP sistemi aktivasyonunun peynirin kurumadde içeriği üzerine etkisinin önemsiz (OYSUN ve ALPKENT, 1988), bazılarında ise peynirde kurumadde oranını azalttığı/nem içeriğini artırdığı (ZALL ve ark., 1983a,b; UÇEDA ve ark., 1994; ABDON ve ark., 1996) bildirilmektedir.

Örneklerin yağ içeriğinde olgunlaşma süresince belirlenen değişimler kurumadde içerikleriyle paralellik göstermektedir. LP sistemi aktivasyonunun örneklerin yağ ve kurumadde yağ içerikleri üzerine etkisi önemsizdir ($p > 0.05$).

Olgunlaşmanın 1. gününde en yüksek tuz B örneği sahip olurken, bunu K ve A örnekleri izlemiştir. Yani ön salamurada bekletme süresinde (6 saat) en fazla tuz geçişi B örneğinde gerçekleşmiştir. Bilindiği gibi peynirin nem ve yağ içeriği, asitlik düzeyi salamurada tuz geçişine ilişkin önemli faktörlerdir. Nem içeriğindeki artış difüzyonu hızlandırarak tuz geçişini artırmaktadır (VUJICIC, 1963; GEURTS ve ark., 1972; De VRIES, 1979). Buna karşın yağ içeriği ve asitlik düzeyi arttıkça bünyeye alınan tuz miktarı azalmaktadır (GILLES, 1976; GAHUN, 1978). Olgunlaşmanın 1. gününde B örneğinde tuz geçişinin daha fazla olması anılan örneğin diğerlerine göre nem içeriğinin yüksek, yağ ve asitlik düzeylerinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

Olgunlaşma süresince dönemler itibariyle örneklerin toplam azot (TN) içerikleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz ($p > 0.05$) bulunmasına karşın, bütün dönemlerde en düşük TN değerleri B örneğinde saptanmıştır. Örneklerin TN içeriklerinin olgunlaşmanın ilk 60 günlük döneminde azaldığı, izleyen dönemde bir miktar arttığı saptanmıştır. Olgunlaşmada TN içeriklerindeki azalış, protein parçalanması ile suda çözünür azot bileşenlerinin oluşması ve bu bileşenlerin salamuraya geçmesine bağlanmaktadır (MAGAKYAN ve ark., 1962; İSMAL ve ark., 1982).

Olgunlaşma süresince örneklerin suda çözünen azot (SN) içerikleri arasındaki farklılık önemsiz ($p > 0.05$) bulunmasına karşın, katkılı örneklerde belirlenen değerler K örneğine göre biraz daha düşüktür. Bütün dönemlerde en düşük SN içeriği B örneğinde saptanmıştır. Olgunlaşmada, peynirlerin SN içeriği giderek artmıştır. Örneklerin 90. gün değerleri ile 1. gün değerleri karşılaştırıldığında, en fazla artışın K örneğinde (% 0.470) olduğu, bunu A (% 0.405) ve B (% 0.390) örneklerinin izlediği tespit edilmiştir. Peynir olgunlaşmasının göstergelerinden bir olan SN, protein parçalanmasının bir ürünüdür. Olgunlaşmada pıhtılaştırıcı enzimin yanısıra, starter bakterileri ve sekonder flora (hammadde süttten gelen mikroorganizmalar) sorumludur (MC SWENEY ve ark., 1993). Örnekler içinde en fazla enzim B'ye ilave edilmesine karşın yüksek inhibisyon nedeniyle, SN oluşumu diğerlerine göre daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir.

Olgunlaşma süresince, dönemler itibariyle olgunlaşma indeksi arasındaki farklılık önemsizdir ($p > 0.05$). Ancak bütün dönemlerde en yüksek değerlere K örneğinin sahip olduğu bunu A ve B örneklerinin izlediği görülmektedir. Olgunlaşma süresi boyunca olgunlaşma indeksi artış göstermiştir.

Çizelge 6. Olgunlaşma Süresince Beyaz Peynirlerin Bazı Niteliklerinde Görülen Değişimler (n=2)

Özellikler	Olgunlaşma Süresi , gün	Örnekler		
		K	A	B
Titrasyon asitliği, °SH	1.	45.950±0.550	48.750±2.000	42.900±0.300
	30.	38.300±1.400	34.500±0.800	31.300±0.800
	60.	38.540±0.000	42.540±0.790	37.540±1.040
	90.	43.360±1.600	39.320±2.410	30.500±1.600
pH	1.	4.845±0.045	4.855±0.005	4.915±0.015
	30.	4.810±0.020	4.840±0.010	4.905±0.005
	60.	4.895±0.015	4.840±0.000	4.925±0.015
	90.	4.590±0.050	4.760±0.030	4.750±0.010
Toplam kurumadde, %	1.	47.580±1.030	47.685±0.365	45.760±1.200
	30.	44.260±0.630	44.120±0.980	42.310±1.400
	60.	42.750±1.450	43.000±1.100	40.900±2.000
	90.	44.205±0.295	43.150±0.310	41.795±0.995
Yağ, %	1.	24.500±0.300	24.875±0.125	24.125±0.375
	30.	23.500±0.000	24.000±0.500	23.500±0.250
	60.	21.475±0.775	22.250±1.250	20.250±1.000
	90.	23.625±0.125	22.500±0.750	22.130±1.120
Toplam kurumadede yağ %	1.	50.546±0.469	52.017±0.137	53.267±2.220
	30.	53.095±0.820	54.397±0.075	55.542±1.240
	60.	50.234±0.109	51.744±1.580	49.511±0.024
	90.	53.444±0.639	52.144±1.360	52.949±3.950
Tuz, %	1.	3.042±0.300	2.908±0.125	3.228±0.375
	30.	4.230±0.120	4.895±0.195	4.790±0.030
	60.	5.425±0.205	4.695±0.000	5.075±0.085
	90.	4.655±0.095	5.425±0.075	5.225±0.125
Toplam azot, %	1.	2.585±0.125	2.705±0.135	2.425±0.045
	30.	2.330±0.010	2.240±0.035	2.200±0.090
	60.	2.200±0.050	2.170±0.680	2.095±0.145
	90.	2.380±0.160	2.205±0.025	2.115±0.055
Suda çözümlü azot, %	1.	0.175±0.005	0.175±0.005	0.160±0.010
	30.	0.460±0.000	0.420±0.015	0.410±0.010
	60.	0.560±0.035	0.550±0.100	0.520±0.025
	90.	0.645±0.015	0.580±0.045	0.550±0.000
Olgunlaşma indeksi, %	1.	6.775±0.135	6.680±0.400	6.598±0.290
	30.	19.742±0.084	18.700±0.560	18.636±0.105
	60.	25.454±1.950	25.340±3.000	24.820±3.640
	90.	27.101±2.610	26.295±0.595	26.004±0.628
Pıhtı sıklığı, X1/10 mm	1.	39.500±2.500	41.000±0.000	47.000±1.000
	30.	47.000±4.000	41.500±2.500	60.500±10.50
	60.	41.000±10.00	38.500±8.500	50.000±11.00
	90.	38.000±5.000	39.500±6.500	50.000±2.000
Tiyosiyanat, ppm	1.	8.400±0.000	22.620±0.000	44.300±0.000
	30.	11.340±0.460	26.240±0.000	44.300±0.000
	60.	12.240±0.460	26.350±0.085	45.900±0.000
	90.	10.750±0.230	23.550±0.350	43.920±0.160

Örneklerin pıhtı sıklığı (penetrometre) değerlerinde olgunlaşma süresince artma ve azalmalar meydana gelmiştir. Çalışmamızda gerek pıhtı kesim anında, gerekse telemede gözlemediğimiz, peynirlerde ise penetrometre değerleri esas alınarak ulaştığımız sonuç, B örneğinin pıhtı yapısının diğerlerinden daha zayıf olduğudur. Pıhtı sıklığında önemli bir faktör hidrofobik interaksyonlardır. Tiyosiyanat iyonlarının k-kazein üzerinde katyonik bölgelere bağlanması polar gruplar (protein-protein) arasındaki hidrofobik interaksyonları zayıflatmakta, oluşan bağ sayısını azaltmaktadır. Dolayısıyla daha gevşek pıhtı oluşmaktadır. Özellikle yüksek miktarda SCN⁻ ilavesiyle bu durum belirgin hale gelmektedir (BRINGE ve KINSELLA, 1986; ATAMER ve ark., 1996).

Birinci günde peynirlerin SCN⁻ içerikleri, teleme örneklerinin SCN⁻ içeriklerinden daha düşüktür (Çizelge 4). Diğer bir deyişle peynirlerde kurumaddenin artması (nem içeriğinin azalması) dolayısıyla serum fazında çözünen SCN⁻ 'ın bir miktarının bünyeden ayrılmasına neden olmuştur. Olgunlaşmanın ilerlemesiyle peynir örneklerinin SCN⁻ içeriklerindeki değişim kurumadde oranlarındaki değişim ile benzerlik göstermektedir.

Peynir örneklerine ait duyuşsal değerlendirme sonuçları Çizelge 7'de sunulmuştur. Söz konusu özellikler açısından, örnekler arasındaki farklılık özellikle yapı ve tat puanlarında ortaya çıkmıştır. Beyaz peynirlerin yapı puanları incelendiğinde, katkılı örnekler bütün dönemlerde kontrolden daha düşük puanlar almıştır. Katkılı örneklerde pıhtı yapısının daha yumuşak olması bu sonucun alınmasında etkili olmuştur. Olgunlaşmanın tüm dönemlerinde katkılı örnekler tat bakımından kontrole göre daha düşük puanlar almışlardır. Ancak SCN⁻ içeriği en yüksek olan B örneğinin bile "tüketilebilirlik" özelliği taşıdığı panalistlerce ifade edilmiştir.

Çizelge 7. Beyaz Peynirlerin Duyusal Özellikleri (n=2)

Nitelikler	K			A			B		
	30. Gün	60. Gün	90. Gün	30. Gün	60. Gün	90. Gün	30. Gün	60. Gün	90. Gün
Dış görünüş, (5 puan)	4.80	4.75	4.90	4.75	5.00	4.75	4.90	4.80	5.00
İç görünüş, (5 puan)	4.40	4.50	5.00	4.25	4.40	4.80	4.35	4.60	5.00
Yapı, (5 puan)	4.50	4.30	4.70	4.20	4.00	4.50	4.10	4.00	4.50
Koku, (5 puan)	4.75	4.30	4.90	4.75	4.40	4.75	4.75	4.30	4.75
Tat, (5 puan)	4.65	4.00	4.70	3.75	3.70	3.45	3.45	3.65	3.75
Toplam, (25 puan)	23.10	21.85	24.20	21.70	21.50	22.30	21.55	21.35	23.00

SONUÇ

Sonuçlara göre genel bir değerlendirme yapılacak olursa, Beyaz peynir üretiminde 20:20 ppm SC⁻:H₂O₂ ilavesiyle LP sistemi aktive edilerek korunmuş süt kullanımının teknolojik uygulamalar ve ürün kalitesi yönlerinden bir sakıncası bulunmamaktadır. İlaveten zorunlu olduğu durumlarda, üretilen peynirlerde kimyasal özellikler açısından bazı eksikliklere rağmen 60:60 ppm SCN⁻:H₂O₂ ilave edilerek muhafaza edilen sütlerin de Beyaz peynir üretiminde kullanımı önerilebilir.

KAYNAKLAR

- ABDOU, S.M., DAWOOD, A.H., EL-HODY, S.M.A., EL-NAGAR, G.F. 1996. Utilization of H₂O₂ and LP system-treated milk in the manufacture of Domiat cheese. Egyptian J. Dairy Sci., 24(1): 127-140.
- ANONYMOUS. 1962. Determination of the total nitrogen content of by the Kjeldahl method. International Standart, IDF. 20.
- ANONYMOUS. 1981. Çiğ Süt Standardı. TS 1018. Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Ankara. Development in East Africa, 221, s. 57-61.
- ANONYMOUS. 1988. Code of practice for the preservation of raw milk by the Lactoperoxidase system. IDF Bulletin No:234, 15 s.
- ANONYMOUS. 1989. Beyaz Peynir Standardı. TS 591. Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Ankara.
- ATAMER, M., ÖZER, B., GÜLER, Z. 1995. Laktoperoksidaz/tiyosiyanat/hidrojen peroksit sistemi aktivasyonu ile korunmuş sütlerden üretilen yoğurtların bazı nitelikleri üzerine araştırmalar. Yoğurt, III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. MPM Yayınları No:548, s. 332-342, Ankara.

- ATAMER, M., KOÇAK, C., ÇİMER, A., ODABAŞI, S., TAMUÇAY, B., YAMANER, N. 1996. Laktoperoksidaz/tiyosiyanat/hidrojen peroksit sistemi aktivasyonu ile korunmuş sütlerden üretilen Kaşar peynirlerinin bazı kalite özellikleri üzerine araştırmalar. TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu) TOGTAG 1409, Ankara.
- ATAMER, M., YAMANER, N., ODABAŞI, S., TAMUÇAY, B., ÇİMER, A. 1997. Laktoperoksidaz/tiyosiyanat/hidrojen peroksit sistemi aktivasyonu ile korunmuş sütler ile bunlardan üretilen teleme ve Kaşar peynirlerinin mikrobiyolojik özellikleri. Gıda Dergisi, 22 (5): 37-325.
- BJORCK, L. 1978. Antibacterial effect of the lactoperoxidase system on psychrotrophic bacteria in milk. J. Dairy Research, 45: 109-118.
- BJORCK, L., CLAESON, O., SCHULTHESS, W. 1979. The lactoperoxidase/thiocyanate/hydrogen peroxide system as a temporary preservative for raw milk in developing countries. Milchwissenschaft, 34(12): 726-729.
- BJORCK, L., CLAESON, O. 1980. Correlation between concentration of hypothiocyanate and antibacterial effect of lactoperoxidase system against Escherichia coli. J. Dairy Sci., 63:919-922.
- BJORCK, L. 1993. Preservation of raw milk by the lactoperoxidase system. Legal situation. Indigenous antimicrobial agents of milk. Recent developments. FIL-IDF No:41, s.211-213.
- BRINGE, N.A., KINSELLA, J.E. 1986. Inhibition of cytosin and the coagulation of k-casein micelles by anions. J. Dairy Sci., 69: 965-970.
- DALGLEISH, D.G. 1993. The enzymatic coagulation of milk. In: Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Vol 1. Ed: P.F.Fox, Elsevier Applied Science, London/Newyork, s. 69-100.
- DE VRIES, E. 1979. The relationship between the moisture content and the quality of cheese. Nordeuropaeisk Mejeri-tidsskrift, 45(7/8): 193-202.
- DIMITROW, T., BIOCHEVA, S., PAVLOV, A., SLAVOV, R. 1995. Activating of lactoperoxidase system, in sheeps' milk an its effect on the microflora and the activity of milk. Determining the thiocyanate content. Dairy Sci. Abstr., 54(2):1226.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O., GÜRBÜZ, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II). A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1021, 381 s. Ankara.
- GAHUN, Y. 1978. Peynir tuz geçişini etkileyen faktörler. Gıda Dergisi, 4/5 (3): 209-214.
- GEURTS, T.J., WALSTRA, P., MULDER, H. 1972. Brine composition and the prevention of the defect "soft rind" in cheese. Neth. Milk and Dairy j., 26:168-179.
- GILLES, J. 1976. Control of salt in moisture levels in Cheddar cheese. N.Z.J. Dairy Sci. Tech., 11:219-221.
- GÖNÇ, S., AKBULUT, N., KINIK, Ö., KARAGÖZLÜ, C. 1990. Çiğ sütün hidrojen peroksit ve laktoperoksidaz sistemi aktive edilerek dayanıklı hale getirilmesi üzerine bir araştırma. Ege Ün. Ziraat Fak. Dergisi, 27(1): 99-109.
- GRIPON, J.C., DESMAZAEUD, M.J., LE BAES, D. ET., BERGERE, J.H. 1975. Etude du role des microorganismes et des enzymes du cours de la maturation des fromages, Influence de la maturation, Le Lait, 55: 502-516.
- GÜRSEL, A., AVŞAR, Y.K., KOÇAK, C. 1994. Peynir Mayası ile Oluşan Pehlilerde Sinerez. Gıda Teknolojisi Demeği Yayın No:19.
- ISMAIL, A.A., YOUSSEF, A.M., SALAMA, F.A., SALEM, S.A. 1982. Comparative studies on white pickled Brinza cheese made from cows' and buffalos' milk in Egypt. Egyptian J. Dairy Sci., 10:253-259.
- MAGAKYAN, A., STEPANYAN, I. 1962. Manufacture of quick ripening pickled cheese. (Alınmıştır: ISMAIL, A.A., YOUSSEF, A.M., SALAMA, F.A., SALEM, S.A. 1982. Comparative studies on white pickled Brinza cheese made from cows' and buffalos' milk in Egypt. Egyptian J. Dairy Sci., 10:253-259).
- MC SWENEY, P.L.H., FOX, P.F. 1993. Cheese: Methods of chemical analysis. In: Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Vol 1. Ed: P.F. Fox, Elsevier Applied Science, London/Newyork, s.341-388.
- OYSUN, G., ALPKENT, Z. 1988. Laktoperoksidaz/tiyosiyanat/hidrojen peroksit sisteminin aktivasyonunun Beyaz peynirin bazı özellikleri üzerine etkisi. Ondokuz mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(27): 177-194.
- OYSUN, G., ÖZTEK, L. 1988. Laktoperoksidaz/tiyosiyanat/hidrojen peroksit sistemi aktivasyonu ile çiğ sütün muhafazası. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(31): 65-81.
- REITER, B., HARNULV, B.G. 1984. Lactoperoxidase, antibacterial system: Naturel occurrence, biological functions and practical applications. J. Food Protection, 47(9): 724-732.
- SAVCI, Z. 1991. Değişik Tür Çiğ Sütlerin Dayanıklılığının Artırılmasında Laktoperoksidaz Sisteminden Yararlanma Olanakları Üzerine Araştırmalar. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), 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 42(1):20-22.
- UCEDA, R., GUILLEN, A.M., GAYA, P., MEDINA, M., NUNEZ, M. 1994. The effect of ewe milk lactoperoxidase system on pseudomonas fluorescens growth, casein breakdown peptide formation and milk coagulation characteristics. Milchwissenschaft, 49 (3): 129-143.
- URAZ, T. 1992. Peynir Teknolojisi. Ders Notları (basılmamıştır).
- VUJICIC, I. 1963. A study on the relationship between the factors influencing the time of cheese salting. Milchwissenschaft, 18 (6): 282-284.
- ZALL, R.R., CHEN, J.H., DZUREL, D.J. 1983a. Effect of thiocyanate and hydrogen peroxide in cultured products. Milchwissenschaft, 38(5): 264,266.
- ZALL, R.R., CHEN, J.H., DZUREL, D.J., 1983b. Effect of thiocyanate-lactoperoxidase-hydrogen peroxide system and farm heat treatment on the manufacturing of Cottage cheese and Cheddar cheese. Milchwissenschaft, 38(4): 203-206.