

EKZOPOLİSAKKARİT ÜRETEN VE ÜRETMİYEN KÜLTÜR KULLANIMININ TULUM PEYNİRLERİNİN SERBEST YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİLERİ

C. Aylin Oluk^{1*}, Mehmet Güven²

¹T.C.Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana

²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi / Received: 21.11.2014

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 03.04.2015

Kabul tarihi / Accepted: 01.05.2015

Özet

Bu çalışmada, ekzopolisakkarit üreten (EPS +) ile ekzopolisakkarit üremeyen (EPS -) yarım yağlı ve EPS (-) tam yağlı Tulum peynirleri 90 gün süreyle olgunlaştırılmış ve depolama süresince serbest yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. İncelenen 10 adet serbest yağ asidi arasında palmitik, oleik ve miristik asitler baskın serbest yağ asitleri olarak belirlenmiştir. Tam yağlı ve EPS (-) kültür ile üretilen tulum peynirinin en yüksek serbest yağ asidi içeriğine sahip olduğu belirlenirken, yarım yağlı EPS (+) ve starter kültür kombinasyonunda *L. helveticus* olan tulum peyniri en düşük serbest yağ asidi içeriği değeri göstermiştir. EPS (+) kültür kullanımı peynirlerin serbest yağ asidi kompozisyonunu etkilememiştir. Depolama süresine bağlı olarak peynirlerin serbest yağ asidi miktarı artmıştır.

Anahtar kelimeler: Tulum Peyniri, ekzopolisakkarit, serbest yağ asidi, gaz kromatografisi, depolama.

EFFECTS OF USE OF EXOPOLYSACCARIDE PRODUCING AND NON PRODUCING CULTURE ON FREE FATTY ACID COMPOSITION OF TULUM CHEESE

Abstract

In this study, low fat Tulum cheeses made by EPS (+) and non EPS (-) and full-fat Tulum cheeses produced by EPS (-) cultures were ripened for 90 days and free fatty acid composition was analysed during ripening. Palmitic, oleic and myristic acids were the predominant free fatty acids in the 10 free fatty acid investigated. While full-fat Tulum cheese produced by non-EPS culture had the highest free fatty acid level, low fat Tulum cheeses produced by EPS (+) which contained *L. helveticus* in starter culture combination showed lowest free fatty acid value. Use of exopolysaccharide producing cultures did not influence free fatty acid composition. The amount of free fatty acid increased during storage..

Keywords: Tulum cheese, exopolysaccharide, free fatty acid, gas chromatography, storage.

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ aylinoluk@yahoo.com, ☎ (+90) 322 334 0055, 📠 (+90) 322 334 0357

GİRİŞ

Kaliteli bir peynir üretimi için starter kültür kullanımının çok önemli olduğu uzun zamandır vurgulanmaktadır. 19. yüzyılın sonlarında kullanılmaya başlanan starter kültürler, peynirlerde asit gelişimini standardize ederek kalitenin iyileştirilmesini sağlamıştır (1). Starter kültür ilave edilen peynirlerde; laktoz, proteinler ve süt yağının starter enzimlerinin etkisi ile daha hızlı ve yüksek oranda parçalanması nedeniyle, peynirin olgunlaşma süresinde bir kısalma olmakta veya peynirde istenilen düzeyde olgunluğa daha hızlı erişilebilmektedir (2).

Gerek formunu korumak isteyen, gerekse kalp-damar rahatsızlıklarından kaçınan tüketicilerin gıdalarla alınan hayvansal yağ miktarını azaltma eğilimi göstermeleri, az yağlı ya da light olarak üretilen süt ürünlerinin sayısında giderek artış olmasını sağlamıştır. (3). Sağlık bilincine sahip bu tüketiciler, besinlerle alınan yağ oranını azaltmaya yönelirken aynı zamanda tekstür ve tat-aroma bakımından da yüksek nitelikli ürün istemektedir, çünkü damak zevki hala bir ürünün tercih edilmesinde ana unsur olma özelliğini korumaktadır (4).

Laktik asit bakterileri süt ürünlerinde arzulanan tekstür ve stabilitenin sağlanmasında bitkisel ve hayvansal kaynaklı hidrokolloid katkı maddelerine alternatif olarak ekzopolisakkarit kullanımı önerilebilmektedir (5). Bu polimerler, GRAS (Generally Regarded as Safe)'a sahip laktik asit bakterileri tarafından hücre içinde üretildikleri için doğal biyokalınlaştırıcılar olarak düşünülmektedir. Su bağlama yeteneği, proteinler ile etkileşim ve süt serum fazı viskozitesini arttırmak gibi etkileri olmaktadır. Tadı olmayan laktik asit bakterilerinin (LAB) ürettiği EPS'ler uygulanarak üretilen fermente bir ürün, çok daha viskoz hale gelip, ağızda kalma ve damak ile temas süresi ve tat algısı artmaktadır. Bununla birlikte tek tip EPS'in üretimi tüm yapı özellikleri için yeterli olmayabileceği için bir ya da daha fazla starter kültür tarafından çeşitli EPS'lerin üretilmesi gerekebilir. Böylece bir son ürünün yapısını kesin olarak belirlemek ve bir ülkeden diğerine değişebilen müşteri tercihlerini karşılamak mümkün olacaktır. Ancak farklı LAB'den elde edilen polisakkaritlerin kompozisyonlarında, fonksiyonlarında, molekül yapılarında, kararlılıklarında ve proteinlerle etkileşim yeteneklerinde büyük farklılıklar gösterdikleri için elde edilen EPS

konsantrasyonları ve viskozite arasında net bir ilişki tanımlanamamıştır (6). Yapılan araştırmalar bazı EPS'lerin, kolon kanserinin önlenmesinde epitel hücrelerine enerji sağlayan, kısa zincirli yağ asitlerini artırarak bağırsak mikroflorasını değiştirdiğini ortaya koymuşlardır (7,8).

Bu çalışmada yer alan *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, yoğurt, İsviçre tipi ve İtalyan peyirlerinin üretiminde diğer starterler ile birlikte kullanılan termofilik starterlerdendir.(9) Bazı *Lactobacillus helveticus* suşlarının EPS üretmeleri ve bu yolla ürünün su tutma özelliğini arttırmaları sebebiyle Mozzarella peyniri üretiminde kullanıldığı bilinmektedir (10). Sitrata fermente eden *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris biovardiacetylactis* diğer starterler ile birlikte süzme peynir, Quark gibi taze peynirlerin üretiminde kullanılmaktadırlar.(11)

Tulum peynirine has hafif keskin ve ransit aromanın temel kaynağının, lipoliz sonucu oluşan kısa zincirli yağ asitlerinin (C2-C10) olduğu ifade edilmiştir (12). Düşük molekül ağırlıklı yağ asitlerinin olgunlaştırılarak tüketilen farklı peynir çeşitlerinde olduğu gibi, Tulum peynirinde de diğer aroma bileşenleriyle dengeli biçimde bulunması gerekmektedir (13).Farklı tip peynirlerin serbest yağ asidi kompozisyonlarının kullanılan sütün bileşimine, kaynağına, uygulanan peynir yapım teknolojisine ve olgunlaşma süresince lipolitik aktivitenin derecesine bağlı olduğu ifade edilmiştir (14).

Son yıllarda az yağlı ürünlere olan talebin artması, buna karşın yağ içeriğindeki azalmaya bağlı olarak arzu edilen tat ve yapıya sahip peynir üretiminin kısıtlayıcı faktörlerden olması üreticileri çözüm arayışları içerisine itmiştir. Yapılan birçok çalışma işleme tekniklerindeki modifikasyonlar üzerindedir ki bunların dışında starter kültür seçimi önerilen yöntemlerden biridir. Bu bilgilerin ışığında planlanan çalışmada, ekzopolisakkarit üreten laktik asit bakterileri içeren starter kültür kullanılarak yağ içeriği azaltılan Tulum peynirinin istenen kalite özelliklerine uygun olarak üretilmesi ve fonksiyonel özelliklerinin iyileştirilmesinin araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmada, 68 °C'de 10 dakika pastörize edilen inek sütüne ekzopolisakkarit üreten kültürler ilave edilerek üretilen peynirler, tulum basılarak 90 gün süreyle olgunlaştırılmıştır. Tulum peynirlerinin serbest yağ asidi kompozisyonu özellikleri ve olgunlaştırma süresindeki değişimleri incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT**Materyal**

Peynir üretimi Çay Çiftlik Hayvancılık işletmesinden sağlanan sabah sağımı çiğ inek sütleri kullanılarak, Çay Çiftlik peynir üretim bölümünde yapılmıştır. Pıhtılaştırıcı enzim olarak Peyma Hansen San. A.Ş. firmasının ürettiği ticari adı "Mandıra Özel" olan 1/16000 kuvvetinde %100 dana şirdeninden elde edilen sıvı peynir mayası kullanılmıştır. Peynir kültürü olarak Danisco (Kopenhag) firmasının ürettiği starter kültürler kullanılmıştır. B örneğinin starter kültür kombinasyonu için *Streptococcus thermophilus*/*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ile *Lactobacillus helveticus* 1:1 oranında bulunduracak şekilde hazırlanmıştır. Dondurarak kurutulmuş starter kültürler %1 oranında enzim ilavesinden önce süte ilave edilip yaklaşık 30 dakika boyunca ön aktivasyonu sağlanmıştır. K1 ve K2 peynirleri EPS üretmeyen kültürle (*Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) (FRC 60), A (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* + *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* + *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris biovardiacetylactis*) (CHN22) ve B peynirleri (*Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* + *L. helveticus*) (YFL901 + LH-B01) EPS üreten kültürle üretilmiştir. SOLVAY marka Kalsiyum klorür, hazırlanan %25'lik çözeltiden 20 g CaCl₂ / 100 L süt hesabı ile peynir sütüne ilave edilmiştir. Peynirlerin tuzlanması Tuz Tebliğine uygun iri salamura tuzu, piyasada bulunan firmalardan temin edilmiştir. Ambalajlamada kullanılan tulumlar Tulum Peyniri Standardı'nda (15) belirtildiği şekilde peynirin özelliğini bozmayan ve peyniri etkilemeyen ve peynirden etkilenmeyen, antraksli bir hayvana ait olmayan ~ 2 kg tulum peyniri alabilecek hacimde olacak şekilde Ereğli'deki dericilerden temin edilmiştir. Peynirler basılmadan önce kıl keçisinden elde edilen deri tulumlar iç yüzeyde bulunan et artıklarından temizlenerek yıkanmış, kuru tuzla ovulmuş ve kurutulmuştur.

Metot**Tulum Peynir Üretimi**

Peynir üretimi, Çay Çiftlik Ürünleri üretim tesislerinde gerçekleştirilmiştir. Tulum peynirlerinin üretiminde, ısıl işlem, starter kültür ve CaCl₂ ilavesi dışında mümkün olduğunca geleneksel yöntemdeki uygulamalar dikkate alınmıştır. Üretimde

kullanılan inek sütleri, separatörden geçirilerek temizlendikten sonra 55°C'de yağ standardizasyonu yapılmıştır. Separatörden geçirilirken süt %3 ve %1.5 yağlı olmak üzere iki kısma ayrılmıştır. Farklı yağlı olan sütler ayrı ayrı 68°C'de 10 dakika pastörize edilerek mayalama sıcaklığına (38°C±1°C) kadar soğutulmuştur. Tam yağlı süt ayrı, %1.5 yağlı olan sütler 3 eşit kısma ayrılarak buharla sterilize edilen mayalama teknelerine alınmıştır. Tam yağlı kontrol grubu olan süte EPS (-) (K1) ilave edilmiştir. %1.5 yağlı olan sütün bir kısmına EPS (-) (K2), A ve B kodlu diğer kısımlara EPS (+) kültürler ilave edilmiştir. Starter kültürlerin hepsi %1 oranında ilave edilmiştir. Ardından sütlere %0.02 oranında CaCl₂ eklenmiş ve yaklaşık 30 dakika pH 6.30'a gelinceye kadar beklenmiş ve sonra 1/16000 kuvvetindeki peynir mayasından 60 dakikada pıhtılaşma sağlanacak biçimde ilave edilmiştir. Mayalama tamamlandıktan sonra oluşan pıhtı buharla sterilize edilen pıhtı kesme bıçakları ile 1 cm³ boyutunda kesilerek bir süre dinlenmeye bırakılmıştır. Kesilen pıhtı önce cendere bezinde 1.5-2 saat süreyle baskıda bırakılmış daha sonra geleneksel yöntemde de kullanılan tülbent bezinden dikilmiş torbalara aktararak 1 gün üretim yeri içerisinde süzölmeye bırakılmıştır. Peynirler tartıldıktan sonra tekrar dezenfekte edilen tanklara boşaltılarak mercimek büyüklüğünde parçalar oluşacak biçimde elle ufalanmış ve ince kaya tuzu ile %2 oranında tuzlanmıştır. Tuzun peynir kitlesinde homojen dağılımının sağlanması amacıyla yaklaşık 6 saat süreyle belli aralıklarda karıştırılmıştır. Bu aşamadan sonra peynirler 20 kg. civarı peynir alabilen bez torbalara basılarak 1 gün daha dinlendirilmiştir. Dinlenme süresi sonunda peynirler deri kılıflara doldurularak 6±1°C'de 90 gün süreyle depolamaya bırakılmıştır. Olgunlaşmanın 1. ve 90. günlerinde analizler yapılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Peynir üretimleri üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Tulum Peynirlerin Analizleri

Peynir örneklerinde yağ asitlerinin ekstraksiyonu, Nunez ve ark., (16)'nın kullandığı metot modifiye edilerek yapılmıştır. Mikserden geçirilerek homojenize edilen 100 g peynir üzerine bir miktar dietileter ilave edilerek bir havanda iyice ezilmiş, Bu işlem bir kaç kez tekrar edildikten sonra dietileter-yağ karışımı filtreden geçirilerek süzölmüştür. Daha sonra bu karışım rotary

evaporatöre (40-45°C) bağlanarak eter uçurulmuş ve balon içerisinde kalan yağdan ependorf tüpünün içine 2.1 mL örnekten alınmış üzerine 0.5 mL KOH ve 10 mL hekzan ilave edilmiştir. 15 dakika 4000 rpm santrifüj edilmiş ve üst fazdan 1 mL amber viallere alınmıştır.

Yağ asitlerinin ayrılması sıcaklık programlı GC Clarus 500 (Agilent 7890, USA) gaz kromatografisi cihazı kullanılarak yapılmıştır. Yağ asitleri FAME (Supelco)'ya ait standartlarla çıkış zamanları karşılaştırılarak belirlenmiştir. Analizde, alev iyonizasyon detektörü (FID: Flame Ion Dedector), taşıyıcı olarak Helyum gazı, yanıcı olarak Hidrojen gazı, fused silika kapiler SGE (30 m ~0.32 mm, *i.d.* ~0.25 µm, BP20 0.25 UM, USA kolon kullanılmıştır. 1 µL örnek örnek 140 °C'de enjekte edilerek 5 dk. bekletilmiş, daha sonra her 1 dakikada bir sıcaklık 4 °C yükseltilmiştir. Sıcaklık 220 °C'ye ulaşıncaya kadar 15 dk. beklenmiş ve sonuçlar mg/100g olarak verilmiştir.

İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler, Tesadüf Parselleri Deneme Planına göre yapılmış ve SPSS 16.0 paket programı kullanılmıştır. Serbest yağ asitlerinin istatistiksel değerlendirilmesinde sonuçlar, Microsoft Excel programına girilmiş ve çoklu değişken istatistiksel analizleri, NTSYS(Numerical Taxonomy and Multivariante Analysis System Version 2.1) adlı paket program kullanılarak yapılmıştır (17).

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Tulum Peynirlerin Toplam Serbest Yağ Asidi Kompozisyonu

Süt yağı lipaz enziminin etkinliği ile yağ asidi ve gliserole parçalanırken, laktik asit bakterilerinin lipaz aktivitesi tür ve cinslere göre farklılık gösterir. Lipolitik aktivite sonucu oluşan serbest yağ asitleri, karakteristik peynir aromasını oluşturmaya yardımcı olurlar ve peynirin olgunlaşmasında tat ve tekstür oluşumunda etkilidirler (18). Serbest yağ asitleri alkol, ester, aldehit, keton ve laktonlar gibi diğer aroma bileşenlerinin oluşumuna da öncülük ederler (19-21).

Peynirde lipoliz sonucu oluşan kısa zincirli yağ asitlerinin (C2-C10), Tulum peynirine has hafif keskin ve ransit aromanın oluşumunun temel kaynağı olduğu ifade edilmiştir (22). Düşük molekül ağırlıklı yağ asitlerinin olgunlaştırılarak

tüketilen farklı peynir çeşitlerinde olduğu gibi, Tulum peynirinde de diğer aroma bileşenleriyle dengeli biçimde bulunması gerekmektedir (13). Farklı tip peynirlerin serbest yağ asidi kompozisyonlarının kullanılan sütün bileşimine, kaynağına, uygulanan peynir yapım teknolojisine ve olgunlaşma süresince lipolitik aktivitenin derecesine bağlı olduğu ifade edilmektedir (14).

Bu çalışmada belirlenen 10 adet serbest yağ asidinin özellikleri üzerine farklı starter kültür uygulaması ve olgunlaşma süresinin etkilerine ait sonuçlar kısa zincirli yağ asitlerinden uzun zincirli yağ asitlerine doğru sıralama içinde aşağıda verilmiştir. EPS(-) ve EPS(+) kültür kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinin serbest yağ asidi miktarlarının 1. ve 90. gündeki değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Bütirik Asit (C4) Değeri

Tüm peynirlerde olgunlaşma süresince bütirik asit oranlarında yükseliş olduğu görülmüş ve bu artış $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Peynirlerin bütirik asit içeriklerine bakıldığında en yüksek değer K1 peynirinde, en düşük değer ise B peynirinde saptanmıştır. Tulum peynirlerinin bütirik asit içerikleri üzerine sütün yağ oranının ve kullanılan starter kültürün önemli düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$). Benzer sonuçlar yapılan çalışmalarda da bildirilmiştir (23).

Kaproik Asit (C6) Değeri

Kaproik asit değerlerine bakıldığında olgunlaşmanın 1. gününde en yüksek değeri K1 peyniri alırken A peyniri ve B peyniri birbirine yakın değerler almıştır ($P>0.01$). Olgunlaşmanın 90. gününde K1 peynirinde saptanan değer 26.05 mg/100g olurken, K2 peynirindeki değer 20.78 mg/100g, A peynirinde 8.35 mg/100g ve B peynirinde 1.109 mg/100g olarak belirlenmiştir. Kaproik asit içerikleri bakımından olgunlaşmanın başında A ve B peynirleri birbirine yakın değerler almış, olgunlaşma süresince tüm peynirlerin kaproik asit değerleri artmış ve farklılaşmıştır ($P<0.05$). Bulgular, literatürde belirlenen değerler ile uyumludur (20, 23-25).

Kaprilik Asit (C8) Değeri

Olgunlaşmanın 1. günü K1 ve K2 peynirlerinin kaprilik asit miktarları birbirine yakın değerler almış ve diğer peynirlerden önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ($P<0.01$). Olgunlaşma süresince

Çizelge 1. EPS ve EPS⁺ Kültür Kullanılarak Üretilen Tulum Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Serbest Yağ Asidi Miktarları mg/100 g

Table 1. Concentrations (mg/100 g) of free fatty acids in Tulum cheeses produced with (LF-EPS1, LF-EPS2) or without (FFC, LFC) exopolysaccharide producing cultures

Peynirler (Cheeses)	Serbest yağ asidi (Free fatty acid)	Olgunlaşma Periyodu (gün) Ripening Period (day)		Serbest yağ asidi (Free fatty acid)	Olgunlaşma Periyodu (gün) Ripening Period (day)	
		1	90		1	90
K1	C4 (Bütirik Asit)	18.80±0.04 ^{Ab}	40.88±0.26 ^{Aa}	C6 (Kaproik asit)	8.63±0.19 ^{Ab}	26.05±0.61 ^{Aa}
K2		14.05±0.05 ^{Bb}	29.04±0.93 ^{Ba}		4.01±0.02 ^{Bb}	20.78±0.51 ^{Ba}
A		8.24±0.50 ^{Cb}	18.86±0.06 ^{Ca}		1.32±0.20 ^{Cb}	8.35±0.03 ^{Ca}
B		4.62±0.05 ^{Db}	9.02±0.06 ^{Da}		1.11±0.05 ^{Ab}	2.64±0.01 ^{Da}
K1	C8 (Kaprilik Asit)	3.87±0.14 ^{Ab}	10.79±0.31 ^{Aa}	C10 (Kaprik Asit)	8.73±0.16 ^{Ab}	16.95±0.52 ^{Aa}
K2		3.61±0.18 ^{Ab}	9.63±0.04 ^{Ba}		4.90±0.03 ^{Bb}	14.60±0.52 ^{Ba}
A		2.24±0.38 ^{Bb}	4.06±0.02 ^{Ca}		4.12±0.64 ^{Cb}	7.94±0.16 ^{Ca}
B		1.81±0.11 ^{Bb}	3.02±0.10 ^{Da}		3.09±0.12 ^{Db}	6.28±0.26 ^{Da}
K1	C12 (Laurik Asit)	10.00±0.51 ^{Ab}	16.05±0.15 ^{Aa}	C14 (Miristik asit)	14.86±0.37 ^{Ab}	36.78±0.04 ^{Aa}
K2		8.78±0.04 ^{Ab}	16.35±0.15 ^{Aa}		14.60±0.51 ^{Ab}	31.27±0.04 ^{Ba}
A		4.47±0.44 ^{Bb}	8.50±0.06 ^{Ca}		10.81±0.31 ^{Bb}	25.23±0.01 ^{Da}
B		4.81±0.01 ^{Bb}	9.98±0.03 ^{Ba}		9.08±0.04 ^{Cb}	26.64±0.48 ^{Ca}
K1	C16 (Palmitik Asit)	40.75±0.37 ^{Ab}	79.21±0.09 ^{Aa}	C18 (Stearik Asit)	9.12±0.10 ^{Ab}	20.59±0.54 ^{Aa}
K2		36.33±0.17 ^{Bb}	70.86±0.27 ^{Ba}		9.08±0.07 ^{Ab}	19.59±0.53 ^{Aba}
A		34.05±0.41 ^{Cb}	60.03±0.08 ^{Ca}		8.02±0.11 ^{Bb}	16.02±0.08 ^{Ba}
B		30.95±0.21 ^{Db}	51.01±0.14 ^{Da}		7.31±0.17 ^{Cb}	18.19±0.04 ^{Ca}
K1	C18:1 (Oleik asit)	32.71±0.53 ^{Ab}	81.94±0.81 ^{Aa}	C18:2 (Linolenik asit)	4.21±0.013 ^{Aa}	4.32±0.10 ^{Aa}
K2		28.02±0.11 ^{Bb}	72.03±1.17 ^{Ba}		3.96±0.016 ^{Ba}	4.08±0.02 ^{Ba}
A		29.15±1.01 ^{Bb}	61.39±0.16 ^{Ca}		3.39±0.04 ^{Ca}	3.54±0.02 ^{Ca}
B		24.95±0.19 ^{Cb}	50.22±0.91 ^{Da}		4.17±0.014 ^{Aa}	4.18±0.02 ^{Ba}

Peynirler arasında farklı büyük harfle (sütunlarda) ve olgunlaşma aşamalarındaki (satırlarda) farklı küçük harfler ile gösterilen örnekler arasındaki farklılıklar 0.05 düzeyinde önemlidir.

The differences between samples indicated by higher-case letters (columns) and differences in ripening stages by higher-case letters (rows) are important at the 0.05 level

peynirlerin kaprilik asit miktarları artmış ve en yüksek değere 10.79 mg/100g ile K1 peyniri sahip olmuştur. Yapılan varyans analizi sonucunda bu artışın önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$). Depolama süresince kaprilik asit oranlarının arttığı birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (20, 24, 25).

Kaprik Asit (C10) Değeri

Olgunlaşmanın 1. gününde K1 peynirinin kaprik asit miktarının diğer peynirlere oranla yüksek olduğu ve bu durumun olgunlaşma süresince devam ettiği görülmüştür ($P<0.01$). Tulum peynirlerinin olgunlaşmalarının 1. ve 90. günleri arasında kaprik asit içerikleri arasındaki farkın önemli düzeyde olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Tulum peynirinin hafif keskin ve ransit karakterli en önemli ve karakteristik aromasının kaprilik ve kaprik asitlerin sorumlu olabileceği çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (13, 22). Peynirler arasındaki farklılıkların önemini belirlemek için yapılan varyans analizinde peynirlerin $P<0.01$ düzeyinde farklı olduğu saptanmıştır

Laurik Asit (C12) Değeri

Olgunlaşmanın başında K1 ve K2 peynirlerinin diğer peynirlerden daha yüksek laurik asit değerine sahip olduğu görülmüştür ($P<0.01$). Tespit edilen değerler, bazı araştırmacılar tarafından yüksek (26), bazılarında düşük (27), bazı değerler ile paralellik göstermektedir (23). Yapılan varyans analizi sonucunda peynirlerde bu değerlerin olgunlaşma süresince önemli düzeyde arttığı, EPS(+) peynirlerin laurik asit miktarlarının olgunlaşma süresince diğer peynirlerden önemli düzeyde düşük olduğu bulunmuştur ($P<0.01$).

Miristik Asit (C14) Değeri

Olgunlaşmanın 90. gününde tüm peynirlerde bu değerler artmış ($P<0.01$), en yüksek miktar K1 peynirinde 36.78 mg/100g olarak saptanmıştır. Olgunlaşmanın başında K1 ve K2 peynirleri benzer miristik asit değerleri gösterirken, olgunlaşmanın 90. günü B peynirinin miristik asit miktarı A peynirinden daha fazla artmıştır ($P<0.01$).

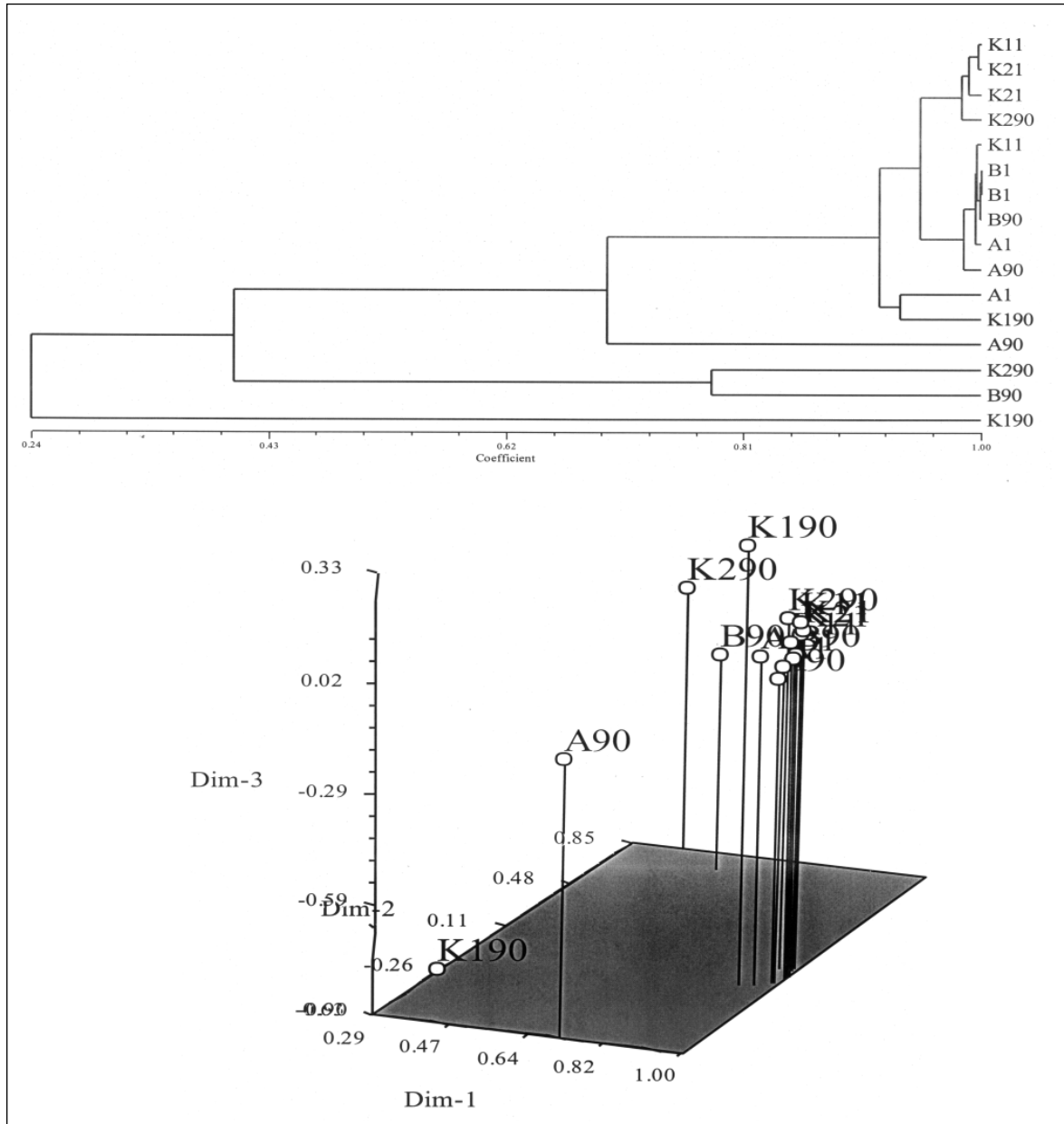
Palmitik Asit (C16) Değeri

Olgunlaşma süresince tüm peynirlerin palmitik asit miktarları artmıştır ($P<0.05$). EPS(+) ve EPS (-) kültür kullanımı Tulum peynirlerinin palmitik asit içeriklerini önemli düzeyde etkilemiştir ($P<0.01$). Uzun zincirli yağ asitlerinin peynirde tespit edilen yüksek miktarlarına rağmen, peynir aroması üzerinde önemli bir etkilerinin olmadığı bildirilmektedir (28). Yapılan bir araştırmada,

mikrobiyel lipaz ilave edilmeyen kontrol örneğinde en yüksek serbest yağ asidi palmitik asit olarak belirlenmiştir (23).

Stearik Asit (C18) Değeri

Varyans analizi sonuçlarına göre, peynirlerin stearik asit miktarlarının olgunlaşma süresince önemli düzeyde arttığı, EPS (+) peynirlerin bu değerlerinin diğer peynirlerden önemli düzeyde düşük olduğu bulunmuştur ($P<0.01$). Çalışmanın



Şekil 1. Tulum Peynirlerinin serbest yağ asitlerinin dendrogram ve PCA grafiği
Figure 1. Dendrogram and PCA graphic of free fatty acid of Tulum Cheeses

her iki olgunlaşma döneminde tespit edilen stearik asit değerlerinin, üretilen Kefalograviera peynirinin stearik asit değerlerinden yüksek (20, 25), Cheddar peynirinin değerlerinden düşük (27), Tulum peyniri değerleri (23) ile benzer sonuçlar gösterdiği belirlenmiştir

Oleik Asit (C18:1) Değeri

Tüm peynir örneklerinde serbest yağ asitleri içinde en yüksek değere sahip olmuştur. Yapılan çalışmada, serbest yağ asitlerinden uzun zincirli olanlarının baskın olduğunu, bunların içinden en yüksekini palmitik asit olduğunu bunları oleik ve miristik asitlerin takip ettiğini bildirilmiştir (23). Yapılan istatistiksel analiz sonucunda EPS (+) kültürle üretilen A ve B peynirlerinin oleik asit değerlerinin her iki dönemde de diğer peynirlerden önemli düzeyde farklı olduğu bulunmuştur ($P<0.01$).

Linoleik Asit (C18:2) Değeri

Olgunlaşmanın 1. gününde B peyniri ile K1 peyniri birbirine yakın değerler almış ve en yüksek linoleik asit değeri 4.21 mg/100g ile K1 peynirinde saptanmıştır. Olgunlaşma süresince linoleik asit miktarları artmış ancak bu artış yapılan varyans analizinde önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Peynirlerde saptanan linoleik asit miktarlarının Feta peynirindeki belirlenen değerden yüksek (29), teleme peynirde belirlenen değerden düşük (28) olduğu görülmüştür.

Yapılan çok değişkenli istatistiksel analize göre peynirlerin serbest yağ asitlerinin küme dendrogramları çıkarılmıştır (Şekil 1). Olgunlaşmanın ilk dönemlerinde tüm peynirler aynı kümede yer alırken, olgunlaşmanın sonunda K1 ve K2 birbirine yakın, A ve B peynirleri ise farklı kümelerde yer almıştır. Kümelerde yer alan K2 ve B peynirleri olgunlaşmanın sonunda aynı kümede yer almışlardır. Dendrogramda yukarıdan aşağı doğru gidildikçe olgunlaşmanın arttığı gözlenmiştir. EPS(+) peynirlerin olgunlaşmanın başında ve sonunda aynı grupta yer aldığı, EPS(-) peynirlerden B peynirinin tüm depolama boyunca diğerlerinden düşük ve farklı serbest yağ asidi değerine sahip olduğu görülmüştür.

Sonuç

Toplam serbest yağ asitleri incelendiğinde, olgunlaşmanın tüm dönemlerinde en düşük içeriğe az yağlı kültürü ile üretilmiş B peynirinde olduğu görülmüş, bunu A peyniri izlemiştir. Tam yağlı ve yarım yağlı kontrol kültürü ile üretilmiş K1 ve K2 peynirleri sırasıyla en yüksek serbest yağ asitlik

değerini göstermişlerdir. Tulum peynirlerinin toplam serbest yağ asitleri miktarları tüm peynirlerde olgunlaşma süresince artmış ve bu artışın önemli düzeyde olduğu görülmüştür ($P<0.01$). Çalışmada belirlenen 10 serbest yağ asidi içinde palmitik, oleik ve miristik asitlerin baskın olan serbest yağ asitleri olduğu belirlenmiştir. Tüm peynirler içinde K1 peyniri serbest yağ asidi içeriği bakımından en yüksek değere sahip peynir olmuş, ekzopolisakkarit üreten kültür kullanımının serbest yağ asidi kompozisyonuna bir etkisi olmadığı görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Hayaloğlu AA. 2003. Starter olarak kullanılan bazı *Lactococcus* suşlarının beyaz peynirlerin özellikleri ve olgunlaşmaları üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Adana, Türkiye, 170s.
2. Yaygın H ve Kılıç S. 1993. Süt Endüstrisinde Saf Kültür. Altındağ Matbaacılık, İzmir, Türkiye, 108 s.
3. Kavas G, Oysun G, Kınık O, Uysal H. 2004. Effect of some fat replacers on chemical, physical and sensory attributes of low-fat white pickled cheese. *Food Chem.*, 88: 381-388.
4. Bryant A, Ustunol, Z. 1995. Consumer acceptance of Cheddar Cheese as influenced by fat reduction. *J. Food Tech.* 30-4: 26-28.
5. Shah NP. 2003. The exopolysaccharide production by starter cultures and their influence on textural characteristics of fermented milk. *Int Dairy Fed*, 101-105.
6. Welman AD, Maddox, IS. 2003. Exopolysaccharides from lactic acid bacteria: perspectives and challenges. *Trends in Biotech.* 21: 269-274.
7. Cummings JH, Englyst HN. 1995. Gastrointestinal effects of foodcarbohyd rate. *American J Clin Nutrition*, 61: 938-945.
8. Harris PJ, Ferguson LR. 1993. Dietary fibre: Its composition and role in protection against colorectal cancer. *Mutation Res.* 290: 97-110.
9. Robinson RK. 1985. Dairy Microbiol. Volume 1 The Microbiology of Milk, 51-59.
10. Low D, Ahlgren JA, Horne D, McMahon DJ, Oberg CJ, Broadbent JR. 1998. Role of *Streptococcus thermophilus* MR- 1C capsular exopolysaccharide in cheese moisture retention. *Appl. Environ. Microbiol*, 64: 2147- 2151.

11. Champagne CP, Barrette J, Roy D, Rodrigue N. 2006. Fresh-cheesemilk formulation fermented by a combination of freeze-dried citrate-positive cultures and exopolysaccharide-producing lactobacilli with liquid lactococcal starters. *Food Res. Int.* 39: 651-659
12. Hayaloglu AA, Fox, PF, Guven M, Cakmakci S. 2007. Cheeses of Turkey: 1. Varieties ripened in goat-skin bags. *Lait*, 87: 79-95.
13. Guler Z, Uraz, T. 2003. Proteolytic and lipolytic composition of Tulum Cheeses. *Milchwissenschaft*, 9 (10): 502-505.
14. Larrayoz P, Martinez MT, Barron LJ, Torre P, Barcine Y. 1999. The evolution of free fatty acids during the ripening of Idiazabal cheese: Influence of rennet type. *European Food Res Tech*, 210: 9-12.
15. Anonymous, 2006. TS 3001 Tulum peyniri Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 9 s.
16. Nunez M, Garsia-Aser C, Rodriguaz-Martin, MA, Medina M, Gaya P. 1986. The effect of ripening and cooking temperatures on proteolysis and lipolysis in Manchego cheese. *Food Chem.*, 21: 115-123.
17. Rolf, FJ. 1993. NTSYS-pc, Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, version 1.18 New York, Exeter, Setauket.
18. Kılıç S. 2001. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri, Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, İzmir, Türkiye, 542s.
19. Ordonez AI, Ibanez FC, Torre P, Barcina Y. 1999. Effect of ewes-milk pasteurization on the free amino acids in Idiazabal cheese. *Int Dairy J*, 9: 135-141.
20. Kondyli E, Massouras T, Katsiari MC, Voutsinas LP. 2003a. Free fatty acids and volatile compounds in low-fat Kefalograviera-type cheese made with commercial adjunct cultures. *Int Dairy J*, 13: 47-54.
21. McSweeney PLH. 2004. Biochemistry of cheese ripening. *Int J Dairy Tech*, 57 (2/3): 127-143.
22. Hayaloğlu AA, Fox PF, Güven M, Çakmakçı S. 2007b. Cheeses of Turkey: 1. Varieties ripened in goat-skin bags. *Lait*, 87: 79-95.
23. Yılmaz G, Ayar A, Akın N. 2005. The effect of microbial lipase on the lipolysis during the ripening of Tulum cheese. *J Food Eng*, 69: 269-274.
24. Buffa M, Guamis B, Pavia M, Trujillo AJ. 2001. Lipolysis in cheese made from raw, pasteurized or high-pressure-treated goats'milk. *Int Dairy J*, 11: 175-179.
25. Kondyli E, Massouras T, Katsiari MC, Voutsinas LP. 2003b. Lipolysis and volatile compounds in low-fat Kefalograviera-type cheese made with commercial special starter cultures. *Food Chem.*, 82: 203-209.
26. Kınık O, Gürsoy O, Seçkin AK. 2005. Cholesterol content and fatty acid composition of most consumed Turkish hard and soft cheeses. *Czech J Food Sci*, 4: 166-172.
27. Voight DD, Chevalier F, Donaghy JA, Patterson MF, Qian MC, Kelly AL. 2012. Effect of high-pressure treatment of milk for cheese manufacture on proteolysis, lipolysis, texture and functionality of Cheddar cheese during ripening. *Innovative Food Sci Emerging Tech*, 13: 23-30.
28. Mallatou H, Pappa EC, Massouras T. 2003. Changes in free fatty acids during ripening of Teleme cheese made with ewes', goats', cows' or a mixture of ewes' and goats'milk. *Int Dairy J*, 13: 211-219.
29. Kondyli E, Katsiari MC, Massouras T, Voutsinas LP. 2002. free fatty acids and volatile compound of low fat feta-type cheese made with a commercial adjunct culture. *Food Chem.*, 79 (2): 199-205.