

AZ YAĞLI KAŞAR PEYNİRİ ÜRETİMİNDE EKZOPOLİSAKKARİT ÜRETEN KÜLTÜR KULLANIMI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA*

Ebru Şanlı¹, Asuman Gürsel², Tuba Şanlı^{2}, Filiz Yıldız³, Mehlika Benli⁴**

¹Tarım, Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı, Referans Gıda Laboratuvarı, Ankara

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara

³Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Aydın

⁴Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara

Geliş / Received: 19.01.2018; Kabul / Accepted: 25.03.2018; Online baskı / Published online: 18.05.2018

Şanlı, E., Gürsel, A., Şanlı, T., Yıldız, F., Benli, M. (2018). Az yağlı Kaşar peyniri üretiminde ekzopolisakkarit üreten kültür kullanımı üzerine bir araştırma. GIDA (2018) 43 (3): 490-500 doi: 10.15237/gida.GD18019

Şanlı, E., Gürsel, A., Şanlı, T., Yıldız, F., Benli, M. (2018). A study on using exopolysaccharide-producing culture in low fat Kasar cheese. GIDA (2018) 43 (3): 490-500 doi: 10.15237/gida.GD18019

ÖZ

Bu çalışmada, ekzopolisakkarit üretme yeteneğine sahip (EPS⁺) bakterileri içeren starter kültürün az yağlı Kaşar peynirinin bazı nitelikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, EPS⁺ kültürün %0.5 ve 1.0 oranlarında kullanılarak üretildiği kurumaddede %20 yağ içeren EPS⁺0.5 ve EPS⁺1.0, kurumaddede %20 yağ içeren kontrol (K20) ve kurumaddede %40 yağ içeren kontrol (K40) olmak üzere toplam 4 peynir örneği üretilmiştir. Örnekler 4±1°C'de 90 gün süreyle olgunlaşmaya bırakılmış ve olgunlaşmanın 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerinde kimyasal, fiziksel, duyu ve mikrosüktürel nitelikleri yönünden değerlendirilmiştir. Peynir örneklerinin SEM görüntüleri incelendiğinde, EPS⁺ kültür kullanımı ile az yağlı peynir örneklerinin pıhtı yapısında iyileşme sağlanarak kurumadde %40 yağlı kontrol peynirinin tekstürüne yakın bir tekstür elde edilebileceği görülmüştür. Ancak, starter kültür kullanım oranındaki artışla birlikte artan nem içeriğine bağlı olarak peynir örneklerinde tat ve yapı kusurlarının ortaya çıktığı ve EPS⁺ kültürün %1.0 oranında ilave edildiği az yağlı peynir örneğinin %0.5 EPS⁺ kültür ilaveli örnekten daha az beğenildiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Ekzopolisakkarit üreten starter kültür, Kaşar peyniri, Az yağlı peynir.

A STUDY ON USING EXOPOLYSACCHARIDE-PRODUCING CULTURE IN LOW FAT KASAR CHEESE

ABSTRACT

In this study, the impacts of an exopolysaccharide-producing (EPS⁺) starter culture on some quality characteristics of low fat Kasar cheese samples were investigated. For this purpose, four cheese samples were manufactured: cheeses containing 20% fat-in-dry matter with added 0.5% EPS⁺ and 1.0% EPS⁺ culture (EPS⁺0.5 and EPS⁺1.0), control cheese containing 20% fat-in dry matter (K20) and control cheese containing 40% fat-in-dry matter (K40). The samples were allowed to ripening for 90 days at 4 ± 1 °C and were evaluated for chemical, physical, sensory and microstructure qualities on the 1st, 15th, 30th, 60th and 90th days of ripening. SEM images showed that textural characteristics of low-fat cheese samples could be improved by using EPS⁺ starter culture and of which had similar texture to the control cheese with 40% fat-in-dry matter. However, it was determined that defects in body and flavor became definite with an excessive increase in moisture level and the cheese with 1.0% EPS⁺ culture preferred less than the cheese with 0.5% EPS⁺ culture.

Keywords: Exopolysaccharide-producing starter culture, Kasar cheese, low fat cheese.

* Bu çalışma Ebru Şanlı'nın doktora tezinden alınmıştır / This paper is a part of Ph. D. thesis of Ebru Şanlı

** Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ tcetin@agri.ankara.edu.tr

☎ (+90) 312 596 1527

☎ (+90) 312 318 2219

GİRİŞ

Süt ürünlerinde, özellikle peynirde yağ içeriğinin azaltılması teknolojik bazı güçlükleri de beraberinde getirmektedir. Kabul edilebilir tat ve aroma ile düzgün bir tekstüre sahip az yağlı peynir üretiminde karşılaşılan güçlükler, peynirin duyuşal niteliklerinin genel olarak kazein, yağ ve sudan oluşan üç ana bileşene bağlı bulunmasından kaynaklanmaktadır (Jameson, 1990). Söz konusu bileşenlerden yağ peynirin tat, aroma ve tekstüründe anahtar rolü oynamaktadır (Banks vd., 1989; Jameson, 1990; Drake ve Swanson, 1995; Zhang vd., 2015). Peynirin yağ oranı azaldıkça protein matriksinin daha sıkı bir hal aldığı, genellikle kuru ve kumlu olarak tanımlanan daha sert bir yapı oluştuğu önceki araştırmacılar (Jameson, 1990; Mistry ve Anderson, 1993; Bryant vd., 1995) tarafından ortaya konulmuş, ayrıca tipik aroma yoğunluğunun azaldığı ve acı tat kusurları ile karşılaşılabildiği belirlenmiştir (Banks vd., 1993; El Soda, 2014).

Üretim yöntemlerinin modifiye edilmesi, belirli starter kültürlerin ya da yağ ikame maddelerinin kullanılması az yağlı peynirlerde karşılaşılan tat ve yapı kusurlarına karşı önerilen çözüm yolları arasında yer almaktadır (Drake ve Swanson, 1995; Mistry, 2000; Broadbent vd., 2001). Yağı azaltılan sert ya da yarı sert peynirlerin üretiminde sütün pastörizasyon sıcaklığının yükseltilmesi, teleminin daha düşük sıcaklıkta haşlanması, haşlama süresinin kısaltılması, pıhtının yıkanması ve çedarlama süresinin kısaltılması gibi uygulamalar yapılabilmektedir (Drake ve Swanson, 1995; El Soda, 2014). Bunların dışında, peynir sütünün homojenizasyonu, koyulaştırılması veya ultrafiltrasyonu da üretim yöntemlerinin modifikasyonu için önerilen işlemler arasında yer almaktadır (Mayes vd., 1994). Bu uygulamalarla peynirin toplam nem içeriğinin artırılması amaçlanmaktadır. Yağ içeriği azaltılan peynirin tam yağlı peynirinkine benzer tat ve yapı özelliklerine sahip olabilmesi için, nem içeriğinin normalden yüksek olması gerektiği değişik araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Banks vd., 1989; Bryant vd., 1995; Broadbent vd., 2001; Rogers vd., 2009; Zhang vd., 2015).

EPS üreten starter kültürler, yağ içeriği azaltılan peynirlerde nem içeriğini artıran bir işleve sahip bulunmaktadır (Perry vd., 1998; Broadbent vd., 2001; Duboc ve Mollet, 2001; El Soda, 2014). EPS birçok laktik asit bakterisi suşu tarafından üretilerek hücre dışına salgılanan ve monosakkaritlerden ibaret olan organik bir maddedir (Ayyash vd., 2018). Gıdalarda viskoziteyi artırma, stabilizasyonu sağlama ve su bağlama gibi fonksiyonel özellikleri yerine getirmesi nedeniyle bu polimerleri üreten bakteri suşlarının kullanımının bazı durumlarda ticari stabilizörlere ve yağ ikame maddelerine karşı bir seçenek olabileceği düşünülmektedir (Broadbent vd., 2001; Ruas-Madiedo vd., 2002; Amatayakul vd., 2006; Dabour vd., 2006; Costa vd., 2010).

Mevcut çalışmada, yağ içeriği azaltılan Kaşar peynirinde EPS üreten laktik asit bakterilerini içeren bir starter kültürün farklı oranlarda kullanımı ile ürünün bazı niteliklerindeki değişimlerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Kaşar peyniri örneklerinin üretiminde, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Hayvancılık İşletmesi'nden temin edilen inek sütü hammadde olarak kullanılmıştır. Sütün pıhtılaştırılmasında Maysa Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den (İstanbul) sağlanan 1/6000 kuvvetindeki sıvı şirden mayasından (Ecoren 200) yararlanılmıştır. Az yağlı deneme örneklerinin üretiminde ekzopolisakkarit üretme yeteneğine sahip (EPS+) (MYE 92) ticari yoğurt kültürü, az yağlı ve yağlı kontrol örneklerinin üretiminde ise ekzopolisakkarit üretmeyen (EPS-) (TM081) ticari yoğurt kültürü, *Lactobacillus helveticus* (LH 301) içeren ticari peynir kültürü ile birlikte kullanılmış olup, kültürler Rhodia (Fransa) firmasından temin edilmiştir.

Yöntem

Kaşar peyniri örneklerinin üretimi

Deneme örneklerinin üretimi Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Eğitim Araştırma ve Uygulama İşletmesinde mevcut donanımlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneme örneklerinin üretimi için 2 kısma ayrılan çiğ sütün bir kısmı yağlı kontrol peynirinin (K40), diğer

kısmı da az yağlı peynirlerin üretimi için kullanılmıştır. Çiğ sütün yağ oranları, az yağlı peynirlerde kurumaddede %20, yağlı peynirde kurumaddede %40 yağ bulunacak şekilde, sırasıyla %1.1 ve %3.0'e standardize edilmiştir. Standardizasyonu takiben, az yağlı peynir üretimine ayrılan süt, üç kısma ayrılarak; birinci kısım EPS- starter kültür ilaveli kontrol peynirinin (K20) üretimi için, ikinci ve üçüncü kısım sütler ise % 0.5 ve %1.0 oranlarında EPS+ starter kültür ilaveli peynirlerin (EPS+0.5 ve EPS+1.0) üretimi için kullanılmıştır. Standardize sütler, 63°C'de 30 dakika süreyle ısıtılma tabii tutulmuştur. Isıl işlemden sonra sütler soğutulup, 34°C'de önce CaCl₂ (% 0.01) katılarak 15 dakika süreyle bekletilmiş, ardından starter kültür ilave edilerek ön olgunlaşmaya bırakılmıştır. Ön olgunlaştırması tamamlanan sütlere, maya kuvvetine göre 45 dakikada pıhtı kesim olgunluğuna gelecek şekilde sıvı şirden mayası ilave edilmiştir. Pıhtılaştırma süresinin sonunda pıhtı kesilmiş ve peynir kazanı içerisindeki pıhtının sıcaklığı 15 dakika içerisinde yaklaşık 35±1°C'ye gelecek şekilde ısıtma işlemi uygulanmıştır. Pıhtı paslanmaz çelik kalıplara aktarıldıktan sonra haşlama asitliğine (yaklaşık pH 5.2) ulaşıncaya kadar 35 °C'de bekletilmiştir. Haşlama işlemi %1.5 (w/v) tuz içeren 40 litre haşlama suyu içerisinde, 55-60°C'de gerçekleştirilmiştir. Yoğurma işleminin ardından peynirler 500 gramlık kalıplara alınmıştır. Peynir örnekleri %85 nem altında ilk gün 15°C'de, ikinci gün 10°C'de bekletilmiş ve daha sonra vakum altında polietilen poşetlere ambalajlanmıştır. Tüm peynir örnekleri 4±1°C'de olgunlaşmaya bırakılarak depolamanın 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerinde analiz edilmiştir.

Kimyasal ve fiziksel analizler

Peynir örneklerinde toplam kurumadde içeriği gravimetrik yöntemle (Anonim, 1997), titrasyon asitliği ile yağ ve tuz içerikleri Hooi vd. (2004) tarafından bildirilen yöntemlere göre belirlenmiştir. Kurumaddede yağ ve kurumaddede tuz içerikleri hesaplama yoluyla bulunmuştur. Örneklerin pH değeri dijital pH-metre (MP 225, Mettler-Toledo GmbH, Giessen, Germany) kullanılarak saptanmıştır. Toplam azot (TA) ve suda çözünen azot (WSN) içerikleri Kjeldahl yöntemine göre tayin edilmiştir (IDF,

1993). Pıhtı sıklığı, penetrometre (Stanhope-Seta Surrey, England) yardımıyla, 125 g ağırlığındaki 45°'lik konik başlığın 10 saniyedeki batma derinliği esas alınarak belirlenmiştir.

Mikrostrüktürel analiz

Peynir örneklerinin mikrostrüktürel analizinde Hayat (2000) tarafından bildirilen yöntemin modifiye şekli uygulanmıştır. Analiz için, peynir kalıplarının orta kısımlarından yaklaşık 1 cm³ büyüklüğünde olacak şekilde alınan örnekler ağzı kapaklı küçük şişelere konulmuştur. Örnekler, taze olarak hazırlanan % 3'lük (v/v) glüteraldehit ve % 1'lik (w/v) osmium tetroksit (OsO₄) çözeltileri ile iki aşamalı fiksasyon işleminin ardından, glüteraldehitte 1 saat ön fiksasyona tabii tutulduktan sonra 4 kez 10'ar dakika süreyle 0.1 M sodyum fosfat tampon çözeltisi (pH 7.2) ile yıkanmıştır. Örnek parçaları yeterli siyah renge ulaşmaya kadar OsO₄ içinde 1-2 saat fikse edilmiş ve yine tampon çözelti ile 4 kez 10'ar dakika süreyle yıkanmıştır. Suyun uzaklaştırılması için, bir dizi alkol çözeltisi (%40-%100 alkol) ile dehidrasyon işlemine tabii tutulan örnekler, alkolün uçması için 4 gün süreyle oda sıcaklığında bekletilmiştir. Ardından karbon kaplı bant yardımı ile staplara yapıştırılan örnekler saf altın ile kaplanmış ve taramalı elektron mikroskobu (Scanning Electron Microscope, SEM) (Jeol JSM-840-A, Japan) ile görüntüleme işlemi yapılmıştır.

Duyusal değerlendirme

Peynir örneklerinin duyuusal değerlendirmesi Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü öğretim üyeleri arasında, Kaşar peynirinin nitelikleri konusunda deneyimli 5 kişinin oluşturduğu panel grubu tarafından yürütülmüştür. Değerlendirme için, TS 3272 sayılı Kaşar peyniri standardında (Anonim, 1989) bildirilen duyuusal değerlendirme çizelgesinden yararlanılmıştır. Örnekler dış görünüş, iç görünüş, yapı, koku ve tat özellikleri bakımından 5'er puan üzerinden değerlendirilmiştir.

İstatistiksel analizler

Araştırma sonuçlarının istatistiksel açıdan değerlendirilmesinde basit varyans analizi uygulanmıştır (Rosner, 2006). Değişkenler arası farklılıkları ortaya koymak için, ANOVA

testinden yararlanılmıştır. İstatistiksel açıdan önemli farklılıkların saptanmasında DUNCAN testi kullanılmıştır. Üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilen araştırma bulgularının istatistiksel hesaplamalarında Minitab ver. 13 (Minitab INC., PA, USA) programı kullanılmıştır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Kaşar peynirlerinin genel nitelikleri

Kaşar peyniri örneklerinin 90 günlük olgunlaşma döneminde genel niteliklerinde belirlenen değişimlere ilişkin ortalama değerler standart hataları ile birlikte Çizelge 1’de verilmiştir.

Az yağlı Kaşar peynirlerinin tümünde (K20, EPS+0.5 ve EPS+1.0) nem içeriği yağlı Kaşar peynirine (K40) göre daha yüksek bir düzey göstermiştir (Çizelge 1). Diğer taraftan, az yağlı peynir örneklerinden EPS+ kültür ilavesiyle üretilenlerin nem içeriğinde de, K20 kontrol örneğine kıyasla %1’lik bir artış meydana geldiği görülmüştür. Bu durum EPS+ kültürlerin stabilizer benzeri işleve sahip olmaları nedeniyle su bağlamaları ve peynirin nem içeriğinde artış sağlamalarından kaynaklanmaktadır (Broadbent vd., 2001; Atamayakul vd., 2006; Costa vd., 2010; Ayyash vd., 2018). İstatistiksel değerlendirme sonuçları, az yağlı Kaşar peyniri örnekleri arasında nem içeriği bakımından belirlenen farklılığın olgunlaşmanın 15. gününde önemli ($P < 0.05$) olduğunu, olgunlaşmanın diğer dönemlerinde nem içeriğinde önemli bir farklılık bulunmadığını ($P > 0.05$) ortaya koymuştur.

EPS+ kültürün farklı oranlarda kullanıldığı az yağlı Kaşar peyniri örneklerinde kurumaddede yağ oranı başlangıçta EPS- kültür ilaveli az yağlı kontrol örneğine göre daha düşük ($P < 0.05$) düzeyde bulunmuş, sonraki dönemlerde örnekler arasında kurumaddede yağ oranı bakımından önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($P > 0.05$).

Örneklere ait pH değerleri incelendiğinde (Çizelge 1) az yağlı Kaşar peyniri örneklerinin (K20, EPS+0.5, EPS+1.0) bu nitelik yönünden benzerlik gösterdiği, fakat yağlı kontrol peynirine göre biraz daha düşük pH değerine sahip oldukları görülmüştür. İstatistiksel değerlendirme sonuçları

ise, peynir örnekleri arasında pH değeri bakımından belirlenen farklılığın önemli olmadığını ortaya koymuştur ($P > 0.05$). Yağ oranı azaltılan peynirlerde önceki araştırmacılar (Rudan vd., 1999; Fenelon ve Guinee, 2000; Fenelon vd., 2000; Kahyaoğlu ve Kaya, 2003) tarafından da saptandığı gibi tam yağlı peynirlere kıyasla daha yüksek oranda protein bulunmaktadır. Artan protein düzeyi ise, ortamda asitliğin daha yüksek olmasına yol açabilmektedir.

Titrasyon asitliği bakımından az yağlı peynir örnekleri (K20, EPS+0.5, EPS+1.0) arasında olgunlaşmanın ilk gününden itibaren belirlenen farklılığın istatistiksel açıdan önemli ($P < 0.05$) olduğu bulunmuştur. EPS+ kültür ilavesiyle üretilen peynir örnekleri (EPS+0.5 ve EPS+1.0) az yağlı kontrol örneğine göre biraz daha düşük ($P < 0.05$) asitlik değerlerine sahip olmuştur. Olgunlaşma döneminin sonunda az yağlı peynir örneklerinin titrasyon asitliklerindeki değişimler benzer ($P > 0.05$) bulunmuştur.

Kurumaddede tuz oranı yönünden az yağlı peynir örnekleri (K20, EPS+0.5, EPS+1.0) arasında olgunlaşma döneminin başlangıcında önemli bir farklılık gözlenmemiş ($P > 0.05$), ancak sonraki günlerde EPS+ kültür ilaveli peynir örneklerinin az yağlı kontrol örneğine göre daha yüksek ($P < 0.05$) kurumaddede tuz içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir.

Toplam protein içeriği, beklenildiği şekilde, az yağlı Kaşar peyniri örneklerinde (K20, EPS+0.5, EPS+1.0) yağlı peynir örneğine göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 1). Yağ oranındaki azalma ile birlikte peynirin protein içeriğindeki artış beklenen bir sonuçtur. Bu durum önceki araştırmacılar tarafından da belirtildiği gibi, sütün yağ oranı ile peynirin toplam protein içeriği arasındaki zıt yönlü ilişkiyle açıklanmaktadır (Banks vd., 1989; Bryant ve Ustunol, 1995; Rudan vd., 1999; Fenelon ve Guinee, 2000; Fenelon vd., 2000; Kahyaoğlu ve Kaya, 2003; Rogers vd., 2009). Az yağlı örneklerde ise, EPS+ kültürün farklı oranlarda kullanımı toplam protein içeriği bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık yaratmamıştır ($P > 0.05$).

Çizelge 1. Kaşar peyniri örneklerinin bazı niteliklerinde olgunlaşma dönemindeki değişimler¹
 Table 1. Changes in some qualities of Kasar cheese samples during ripening period¹

Nitelik Parameter	Olgunlaşma süresi (gün) Ripening period (Day)	Örnekler ^{2,3} Samples			
		EPS+0.5	EPS+1.0	K20	K40
Nem, % Moisture, %	1	55.33±0.22 ^a	54.47±0.51 ^a	53.27±1.02 ^a	48.70±0.68 ^b
	15	54.55±0.51 ^a	52.88±0.11 ^a	50.71±1.36 ^a	46.61±1.39 ^b
	30	53.01±0.24 ^a	51.23±0.32 ^b	50.34±1.04 ^b	46.00±1.42 ^c
	60	52.86±0.69 ^a	52.30±0.40 ^a	51.09±0.97 ^a	45.37±1.44 ^b
	90	53.18±0.35 ^a	51.40±0.51 ^{ab}	51.07±1.08 ^{ab}	45.40±1.37 ^c
Kurumaddede yağ, % Fat- in dry matter, %	1	17.91±0.09 ^c	17.58±0.20 ^c	19.27±0.23 ^b	39.00±0.51 ^a
	15	17.95±0.45 ^b	17.69±0.37 ^b	18.63±0.57 ^b	40.02±1.30 ^a
	30	18.09±0.34 ^b	17.94±0.31 ^b	18.65±0.64 ^b	39.56±1.14 ^a
	60	18.56±0.27 ^b	18.34±0.15 ^b	18.93±0.57 ^b	40.34±1.50 ^a
	90	19.22±0.14 ^b	18.52±0.19 ^b	18.93±0.64 ^b	40.36±1.37 ^a
pH	1	5.17±0.01	5.18±0.01	4.96±0.21	5.23±0.05
	15	5.13±0.04	5.16±0.01	5.09±0.17	5.25±0.04
	30	5.07±0.04	5.12±0.05	5.17±0.06	5.22±0.06
	60	5.08±0.05	5.06±0.01	5.12±0.04	5.24±0.06
	90	5.01±0.14	4.97±0.01	5.02±0.01	5.13±0.06
Titrasyon asitliği, %LA Titratable acidity, %LA	1	1.05±0.04 ^b	1.00±0.04 ^b	1.50±0.12 ^a	0.95±0.09 ^c
	15	1.10±0.08 ^b	1.11±0.05 ^b	1.41±0.04 ^a	0.96±0.06 ^b
	30	1.16±0.05 ^b	1.17±0.08 ^b	1.50±0.05 ^b	1.00±0.03 ^b
	60	1.19±0.07 ^b	1.21±0.08 ^b	1.50±0.02 ^b	1.09±0.08 ^b
	90	1.47±0.17 ^b	1.57±0.18 ^b	1.56±0.06 ^b	1.20±0.07 ^b
Kurumaddede tuz, % Salt- in dry matter, %	1	1.30±0.12	1.23±0.14	0.77±0.14	1.15±0.07
	15	1.36±0.08	1.45±0.16	0.75±0.02	1.22±0.03
	30	1.51±0.06 ^a	1.58±0.11 ^a	0.89±0.08 ^c	1.25±0.01 ^b
	60	1.33±0.22 ^a	1.58±0.22 ^a	0.94±0.09 ^b	1.00±0.24 ^a
	90	1.69±0.07 ^a	1.72±0.12 ^a	0.97±0.06 ^c	1.12±0.15 ^b
Toplam protein ⁴ , % Total protein ⁴ , %	1	27.31±0.11	28.71±0.06	28.58±0.06	25.33±0.21
	15	30.94±0.08 ^a	31.20±0.09 ^a	31.20±0.22 ^a	26.67±0.28 ^b
	30	30.75±0.23 ^a	31.07±0.18 ^a	30.18±0.16 ^a	26.29±0.32 ^b
	60	31.90±0.53	31.07±0.22 ^a	30.11±0.09	28.84±0.31
	90	31.90±0.10 ^{ab}	32.22±0.13 ^a	29.86±0.04 ^c	26.54±0.27 ^d
Olgunlaşma İndeksi ⁵ , % Ripening Index ⁵ , %	1	6.18±0.48	5.85±0.46	7.78±1.98	5.90±0.84
	15	10.55±1.02	9.80±0.25	10.96±1.30	9.78±1.05
	30	15.13±1.09	15.11±3.62	13.29±1.22	11.68±0.75
	60	19.45±1.20	21.86±1.76	16.08±1.78	16.65±0.64
	90	24.29±1.87	24.78±3.37	18.23±1.05	23.46±1.55

¹ Çizelgedeki değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır.

² EPS+0.5: %0.5 oranında EPS+ kültür kullanılarak üretilen az yağlı Kaşar peyniri; EPS+1.0: %1.0 oranında EPS+ kültür kullanılarak üretilen az yağlı Kaşar peyniri; K20: EPS- kültür kullanılarak üretilen az yağlı kontrol peyniri; K40: Yağlı kontrol peyniri.

³ Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnek ortalamaları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

⁴ Toplam azotx6.38.

⁵ (Toplam azot/Suda çözünen azot)x100

¹The values on the chart are the average of 3 replicates.

² EPS+0.5: Low-fat Kasar cheese manufactured by using 0.5% of EPS + culture; EPS+1.0: Low fat Kasar cheese manufactured by using 1.0% of EPS + culture; K20: low-fat control cheese manufactured by using EPS- culture; K40: Control cheese with 40% fat-in dry matter.

³ Means ±standard deviations in the same row with different letters significantly differ ($P < 0.05$).

⁴ Total nitrogenx6.38

⁵ (Total nitrogen/Water soluble nitrogen)x100

Peynirde olgunlaşma düzeyinin tahmininde bir gösterege olan olgunlaşma indeksi (Çizelge 1), tüm peynir örneklerinde ilk 15 günlük depolama sürecinde benzer bulunmuştur ($P > 0.05$). Olgunlaşmanın ilerleyen dönemlerinde ise EPS+ kültür ilaveli az yağlı peynir örneklerinde (EPS+0.5 ve EPS+1.0) az yağlı kontrol örneğinden daha yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan, EPS+ kültürün farklı oranlarda kullanıldığı örnekler arasında olgunlaşma indeksi

yönünden önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($P > 0.05$).

Kaşar peyniri örneklerinde pıhtı sıklığı

Peynir kitlesinin sertlik ya da sıklığını belirlemek amacıyla deneme örneklerinde penetrometre yardımıyla gerçekleştirilen ölçüm sonuçları Çizelge 2'de verilmiş, Şekil 1'de de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 2. Kaşar peyniri örneklerinin penetrometre değerlerinde olgunlaşma dönemindeki değişimler (mm/s)

Table 2. Changes in penetrometer values of Kasar cheese samples during ripening (mm / s)

Olgunlaşma süresi (gün) Ripening period (day)	Örnekler ^{2,3} Samples			
	EPS+0.5	EPS+1.0	K20	K40
1	72.0±5.99	62.8±5.76	73.6±3.76	73.3±10.28
15	77.0±5.49	73.0±2.12	67.9±4.30	71.3±6.63
30	90.7±9.23 ^a	94.7±5.22 ^a	64.3±3.92 ^c	92.1±13.44 ^{ab}
60	99.9±5.64 ^{ab}	100.8±7.04 ^{ab}	69.9±6.05 ^c	112.5±6.42 ^a
90	109.9±9.06 ^{ab}	113.3±9.06 ^{ab}	71.2±9.01 ^c	128.8±9.20 ^a

¹ Çizelgedeki değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır.

² EPS+0.5: %0.5 oranında EPS+ kültür kullanılarak üretilen az yağlı Kaşar peyniri; EPS+1.0: %1.0 oranında EPS+ kültür kullanılarak üretilen az yağlı Kaşar peyniri; K20: EPS- kültür kullanılarak üretilen az yağlı kontrol peyniri; K40: Yağlı kontrol peyniri.

³ Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnek ortalamaları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

¹ The values on the chart are the average of 3 replicates.

² EPS+0.5: Low-fat Kasar cheese manufactured by using 0.5% of EPS + culture; EPS+1.0: Low fat Kasar cheese manufactured by using 1.0% of EPS + culture; K20: low-fat control cheese manufactured by using EPS- culture; K40: Control cheese with 40% fat-in dry matter.

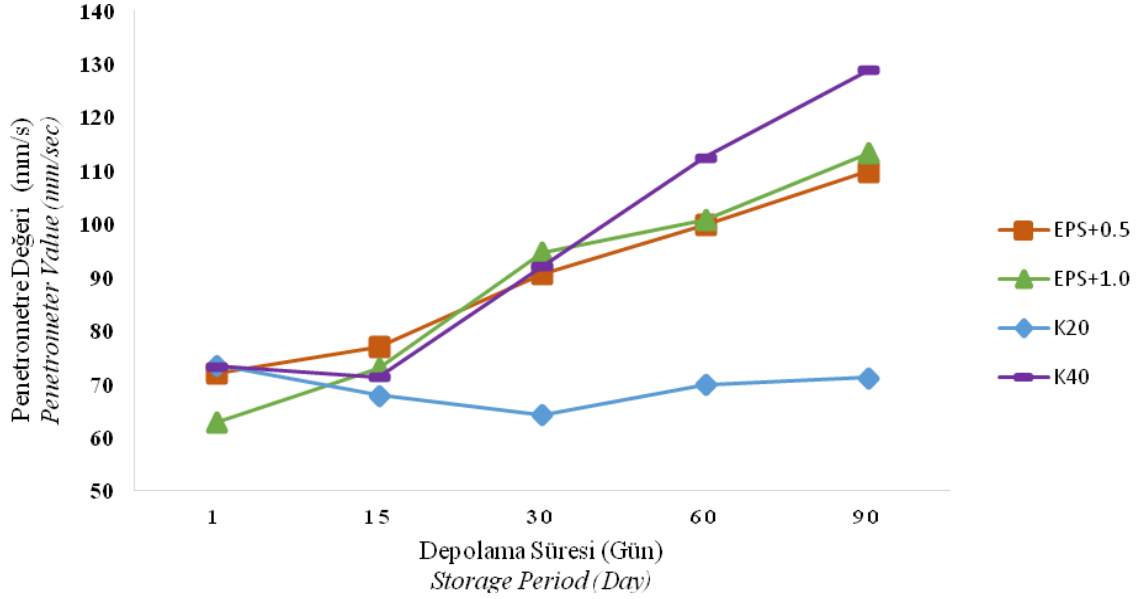
³ Means ±standard deviations in the same row with different letters significantly differ ($P < 0.05$).

Penetrometre değerleri az yağlı peynir örneklerinde (K20, EPS+0.5, EPS+1.0) 15. güne kadar benzer ($P > 0.05$) değişimler gösterirken, 30. günden itibaren EPS+ kültür ilaveli peynirlerde az yağlı kontrol örneğine göre farklılık gösterdiği ($P < 0.05$) ve yağlı kontrol örneğinde saptanan değerlere yaklaştığı belirlenmiştir (Çizelge 2, Şekil 1). Bu sonuç olasılıkla peynir örneklerinin nem/protein oranları arasındaki farklılıklardan kaynaklanmıştır. Nitekim, deneme örneklerinin nem/protein oranları hesaplandığında, özellikle %0.5 oranında EPS+ kültür ilaveli az yağlı peynir örneğinin 1, 15, 30 ve 60. günlerde sırasıyla 2.03, 1.76, 1.72 ve 1.65 olan nem/protein oranları ile yağlı Kaşar peynirinin nem/protein oranına

benzer ya da yakın değerlere sahip olduğu görülmüştür. Yağlı Kaşar peyniri örneğinde söz konusu değerler sırasıyla 1.92, 1.75, 1.75 ve 1.57 olarak belirlenmiştir. Bu bulgular, EPS+ kültür kullanımı ile peynir kitlesinde tutulan su miktarında, Broadbent vd. (2001) tarafından da ileri sürüldüğü gibi, yapıyı iyileştirmeye yetecek düzeyde bir artış sağlandığını göstermektedir. Adı geçen araştırmacılara göre, az yağlı bir peynirin su içeriğinde tam yağlı peynirdekine yakın ya da daha yüksek nem/protein oranı elde etmeye yetecek düzeyde bir artış sağlanması suretiyle yapısal özellikler iyileştirilebilmektedir. EPS+ kültürün %1.0 oranında kullanıldığı az yağlı peynir örneğinde nem/protein oranlarının yağlı kontrol

örneği için belirlenen değerlerin (1, 15, 30, 60 ve 90. günler için sırasıyla 1.90, 1.69, 1.65, 1.68, 1.60) altında kaldığı saptanmıştır. Bu bulgulara göre, katılan kültür oranındaki artışla birlikte nem içeriğinde gereğinden fazla artışın, daha yüksek

proteolitik aktiviteye bağlı olarak, daha yumuşak bir yapı oluşumuna yol açtığı ve daha yüksek penetrometre değerlerinin elde edildiği (Çizelge 2) söylenebilir.



Şekil 1. Kaşar peyniri örneklerinin penetrometre değerlerinde depolama dönemindeki değişimler.

EPS+0.5: %0.5 oranında EPS+ kültür kullanılarak üretilen az yağlı Kaşar peyniri; EPS+1.0: %1.0 oranında EPS+ kültür kullanılarak üretilen az yağlı Kaşar peyniri; K20: EPS- kültür kullanılarak üretilen az yağlı kontrol peyniri; K40: Yağlı kontrol peyniri.

Figure 1. Changes in penetrometer values of Kasar cheese samples during ripening period.

EPS+0.5: Low-fat Kasar cheese manufactured by using 0.5% of EPS+ culture; EPS+1.0: Low fat Kasar cheese manufactured by using 1.0% of EPS + culture; K20: low-fat control cheese manufactured by using EPS- culture; K40: Control cheese with 40% fat-in dry matter

Kaşar peyniri örneklerinin mikrostrüktürü

Süt yağı, peynirin belirli yapısal özelliklere sahip olması bakımından önemli bir süt bileşenidir. Peynir üretiminde, proteinlerin agregasyonu aşamasında protein matriksini çevreleyen süt yağ globül membranı için hidrofil karakterde bir yüzey oluşturmak suretiyle dolgu maddesi gibi işlev görmek ve proteinlerin tamamen kümeleşmesini engellemektedir. Bunun sonucunda protein matriksinde yağ globülleriyle dağıtılan serum havuzları oluşmaktadır. Peynirin yağ oranı azaldıkça, serum havuzlarının sayısı ve aynı zamanda nem/protein oranı da azalmaktadır

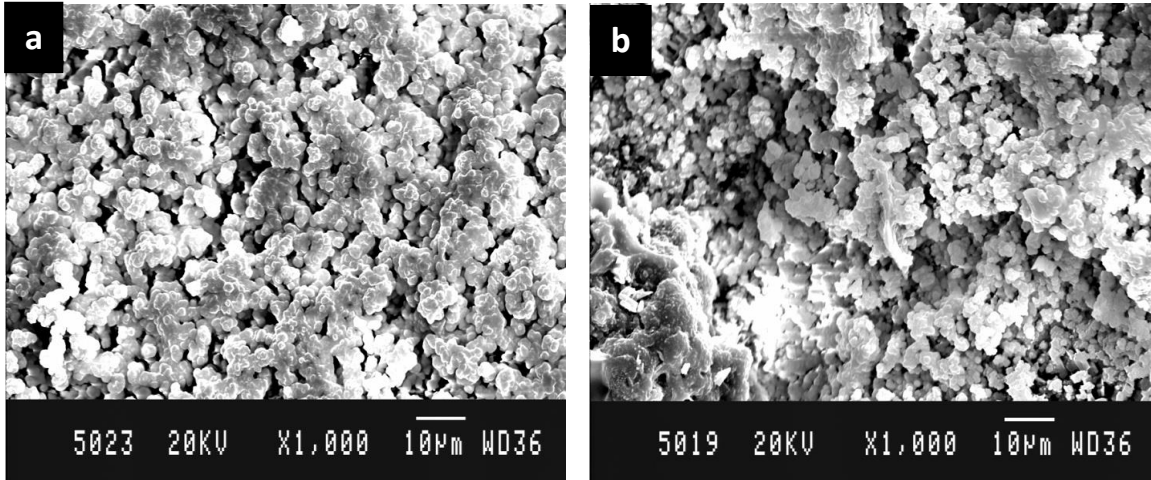
(Broadbent vd., 2001). Bu nedenle, az yağlı peynirlerde protein matriksi daha yoğun bir hal almakta, tam yağlı peynirdeki gibi açık bir tekstür sergilememektedir (Mistry ve Anderson, 1993). Az yağlı peynirlerin tam yağlı peynirdeki nem/protein oranına eşit bir nem içeriğe sahip olmalarını sağlayacak yöntemlerle üretilmeleri halinde tam yağlı peynirin tekstürüne benzer bir tekstüre sahip olabilecekleri bildirilmektedir (Broadbent vd., 2001; Ruas Madiedo vd., 2002).

Mevcut çalışmada, EPS+ kültür kullanımının mikrostrüktürel yapı üzerindeki etkisi az yağlı ve

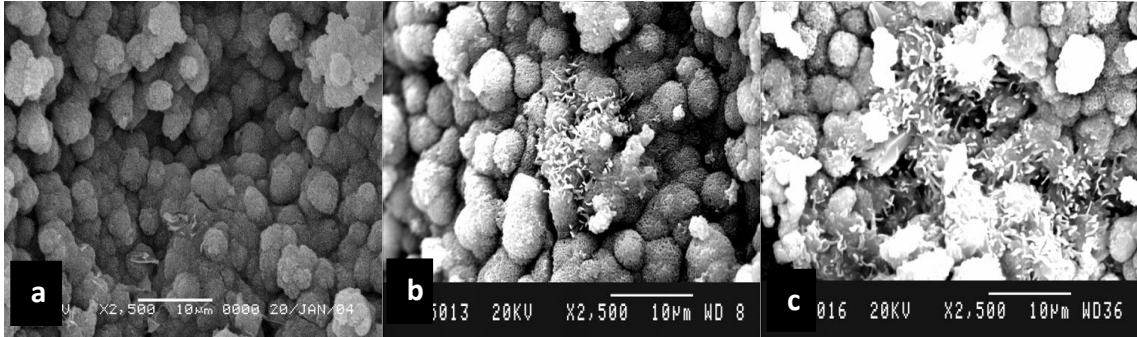
yağlı kontrol örneklerinin mikrostrüktürel yapısı ile karşılaştırmalı olarak olgunlaşmanın 60. gününde çekilen SEM görüntüleri yardımıyla ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Örneklerin SEM görüntüleri incelendiğinde, EPS+ kültür kullanımı ile az yağlı peynir örneklerinde pıhtı yapısında bir iyileşme sağlanabileceği ve yağlı peynir tekstürüne yakın bir

tekstür elde edilebileceği anlaşılmaktadır (Şekil 2). EPS+ kültürün %0.5 oranında kullanıldığı az yağlı peynirde protein matrisinin (Şekil 3b) daha yoğun ve plastığimsi bir görünüm sergilediği, kültür oranının %1.0'e çıkarılması durumunda ise matrisin daha katmanlı bir hal aldığı ve daha fazla sayıda serum havuzları içerdiği görülmektedir (Şekil 3c).



Şekil 2. Kaşar peyniri örneklerinin 60. gün SEM görüntüleri (a) K40 (b) EPS+ 1.0
Figure 2. SEM images of Kasar cheese samples on day 60 (a) K40 (b) EPS+ 1.0



Şekil 3. Kaşar peyniri örneklerinin 60. gün SEM görüntüleri (a) K20 (b) EPS+0.5 (c) EPS+1.0
Figure 3. SEM images of Kasar cheese samples on day 60 (a) K20 (b) EPS+0.5 (c) EPS+1.0

Kaşar peyniri örneklerinin duyuşsal nitelikleri
Deneme örneklerinin duyuşsal niteliklerinde olgunlaşma dönemi boyunca belirlenen değışimler Çizelge 3'te verilmiştir.

Duyuşsal nitelikler arasında az yağlı peynirler açısından ayrı bir yeri olan yapı puanları incelendiğinde (Çizelge 3), genel olarak az yağlı

kontrol örneğinin EPS+ kültür katkı peynir örneklerine göre biraz daha yüksek yapı puanları ile değerlendirildiği dikkati çekmektedir. Bu durum, olasılıkla EPS+0.5 ve EPS+1.0 örneklerinde yapının giderek daha yumuşak algılanmasından kaynaklanmıştır. Az yağlı peynir örnekleri yapı açısından genel olarak yağlı peynir örneğine göre daha düşük puanlarla

değerlendirilmiştir. Tat açısından, en az beğenilen örnek az yağlı kontrol örneği (K20)'dir. EPS+ kültür katkılı örnekler (EPS+0.5 ve EPS+1.0) tat puanları açısından değerlendirildiğinde, az yağlı kontrol örneğine (K20) göre daha yüksek, fakat yağlı kontrol örneğine (K40) göre daha düşük puanlara sahip olmuştur. Olgunlaşma döneminde

peynir örneklerinin tümünde tat puanları giderek azalma göstermiştir. Az yağlı peynirlerin yağlı peynirlere kıyasla daha düşük tat puanlarına sahip olmaları olasılıkla acı tat gelişiminden kaynaklanmıştır. Az yağlı peynirlerde olgunlaşma döneminde acı tat gelişimi genel olarak karşılaşılan kusurlardandır.

Çizelge 3. Kaşar Peyniri Örneklerinin Duyusal Değerlendirme Sonuçları¹

Table 3. Sensory Evaluation Results of Kasar Cheese Samples¹

Nitelik Parameter	Olgunlaşma süresi (gün) Ripening period (day)	Örnekler ² Samples ²			
		EPS+0.5	EPS+1.0	K20	K40
Dış görünüş Outer appearance	1	4.43	4.48	4.27	4.39
	15	4.72	4.71	4.13	4.71
	30	4.61	4.67	3.80	4.72
	60	4.29	4.39	4.20	4.35
	90	3.88	3.87	4.62	3.94
İç görünüş Inner appearance	1	4.18	4.23	4.20	4.46
	15	4.52	4.29	4.13	4.59
	30	4.61	4.50	4.33	4.50
	60	4.36	4.46	4.20	4.42
	90	3.94	4.06	4.43	4.00
Yapı Body	1	4.18	4.09	4.20	4.44
	15	4.06	4.47	4.13	4.23
	30	3.84	3.78	4.13	4.11
	60	3.69	3.78	3.93	3.87
	90	3.64	3.53	4.06	3.31
Koku Odour	1	4.66	4.61	4.67	4.72
	15	4.58	4.63	4.67	4.94
	30	4.83	4.67	4.27	4.89
	60	4.29	4.42	4.33	4.42
	90	4.50	4.50	4.57	4.44
Tat Flavour	1	3.67	4.05	3.33	4.14
	15	3.46	3.76	3.67	4.47
	30	3.67	3.56	2.93	4.17
	60	2.91	2.78	2.33	3.55
	90	2.82	2.53	2.17	3.32
Toplam Overall score	1	21.12	21.46	20.67	22.15
	15	21.34	21.86	20.73	22.94
	30	21.56	21.18	19.46	22.39
	60	19.54	19.83	18.99	20.61
	90	18.78	18.49	19.85	19.01

¹ Çizelgedeki değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır.

² EPS+0.5: %0.5 oranında EPS+ kültür kullanılarak üretilen az yağlı Kaşar peyniri; EPS+1.0: %1.0 oranında EPS+ kültür kullanılarak üretilen az yağlı Kaşar peyniri; K20: EPS- kültür kullanılarak üretilen az yağlı kontrol peyniri; K40: Yağlı kontrol peyniri.

¹ The values on the chart are the average of 3 replicates.

² EPS+0.5: Low-fat Kasar cheese manufactured by using 0.5% of EPS+ culture; EPS+1.0: Low fat Kasar cheese manufactured by using 1.0% of EPS+ culture; K20: low-fat control cheese manufactured by using EPS- culture; K40: Control cheese with 40% fat-in dry matter.

Araştırma bulgularının genel bir değerlendirmesi yapıldığında, EPS üreten starter kültür kullanımı ile az yağlı Kaşar peynirinin tekstürel ve duyuşsal niteliklerinde belirli bir dereceye kadar iyileştirme sağlanabileceği; ancak kültürden beklenen yararın kullanım oranına bağlı olarak değiştiği ve kültür oranındaki artışla birlikte peynirde tat kusurları ile karşılaşılacağı sonucuna varılabilir.

KAYNAKLAR

- Amatayakul, T., Sherkat, F., Shah, N.P. (2006). Physical characteristics of set yoghurt made with altered casein to whey protein ratios and EPS-producing starter cultures at 9 and 14% total solids. *Food Hydrocoll*, 20, 314–324.
- Anonim (1989). Beyaz Peynir, TS 591, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- Anonim (1997). Süt ve Süt Ürünleri Numune Alma, TS 2530, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- Ayyash, M., Abu-Jdayil, B., Hamed, F., Shaker, R. (2018). Rheological, textural, microstructural and sensory impact of exopolysaccharide-producing *Lactobacillus plantarum* isolated from camel milk on low-fat akawi cheese. *LWT- Food Sci Technol*, 87:423-431.
- Banks, J.M., Hunter, E.A., Muir, D.D. (1993). Sensory properties of low fat Cheddar cheese: effect of salt content and adjunct culture. *J Soc Dairy Technol*, 46; 119-123.
- Banks, J.M., Brechany, E.Y., Christie, W.W. (1989). The production of low fat Cheddar type cheese. *J Soc Dairy Tech.*, 42(1):6-9.
- Broadbent, J.R., McMahon, D.J., Oberg, C.J., Welker, D.L. (2001). Use of exopolysaccharide-producing cultures to improve functionality of low fat cheese. *In Dairy J*, 11:433-439.
- Bryant, A., Ustunol, Z. (1995). Consumer acceptance of Cheddar cheese as influenced by fat reduction. *J Food Tech*, 30 (4):26-28.
- Bryant, A., Ustunol, Z., Steffe, J. (1995). Texture of Cheddar cheese as influenced by fat reduction. *J Food Sci*, 60(6):1216-1236.
- Costa, N.E, Hannon, J.A, Guinee, T.P, Auty, M.A.E, McSweeney, P.L.H, Berekford, T.P. (2010). Effect of exopolysaccharide produced by isogenic strains of *Lactococcus lactis* on half-fat Cheddar cheese. *J Dairy Sci*, 93:3469–3486.
- Dabour, N., Kheadr, E.E, Benhamou, N., Fliss, I., LaPointe, G. (2006). Improvement of texture and structure of reduced-fat Cheddar cheese by exopolysaccharide-producing *Lactococci*. *J Dairy Sci*, 89:95–110.
- Drake, M.A., Swanson, B.G. (1995). Reduced and low fat cheese technology: A Review. *Trends Food Sci Technol*, 6:366-368.
- Duboc, P., Mollet, B. (2001). Applications of exopolysaccharides in the dairy industry. *Int Dairy J*, 11:759-768.
- El Soda, M. (2014). Production of low fat Cheddar cheese made using exopolysaccharides-producing cultures and selected ripening cultures. *Advances in Microbiology*, 4:986-995.
- Fenelon, M.A., Guinee, T.P. (2000). Primary proteolysis and textural changes during ripening in Cheddar cheeses manufactured to different fat contents. *Int Dairy J*, 10:151-158.
- Fenelon, M.A., O'Connor, P., Guinee, T.P. (2000). Effect of fat content on the microbiology and proteolysis in Cheddar cheese during ripening. *J Dairy Sci*, 83:2173-2183.
- Hayat, M.A. (2000). Principles and techniques of electron microscopy : biological applications. In: *Rinsing, Dehydration and Embedding*, Hayat, M.A. (chief ed.), Cambridge, Cambridge University, pp. 85–93.
- Hooi, R., Barbano, D.M., Bradley, R.L., Budde, D., Bulthaus, M., Chettiar, M. (2004). Chemical and physical methods. In: *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*, Wehr, H.M., Frank, J.F., Washington, DC. (chief ed.), American Public Health Association, pp. 363-532.
- IDF (1993). Milk Determination of Nitrogen Content. Standard No: 20B, Brussels, Belgium: International Dairy Federation.
- Jameson, G.W. (1990). Cheese with less fat. *Aust. J. Dairy Tech.*, November:93-98.
- Kahyaoglu, T., Kaya, S. (2003). Effects of heat treatment and fat reduction on the rheological

- and functional properties of Gaziantep cheese. *Int Dairy J*, 13:867-875.
- Mayes, J.J., Urbach, G., Sutherland, B.J. (1994). Does addition of buttermilk affect the organoleptic properties of low-fat Cheddar cheese. *Aust J Dairy Technol*, 49:39-41.
- Mistry, V. (2000). Low fat cheese technology. In: *Cheese Ripening and Technology*, Abstracts of IDF Symposium Held in Baff, Canada, March 2000, Publ. by International Dairy Federation, Belgium, 60 p.
- Mistry, V.V., Anderson, D.L. (1993). Composition and microstructure of commercial full-fat and low-fat cheese. *Food Structure*, 12:259-266.
- Perry, D.B., McMahon, D.J., Oberg, C.J. (1998). Manufacture of low fat Mozzarella cheese using exopolysaccharide-producing cultures. *J Dairy Sci*, 81:563-566.
- Rogers, N.R., Drake, M.A., Daubert, C.R., McMahon, D.J., Bletsch, T.K., Foegeding, E.A. (2009). The effects of aging on low-fat, reduced-fat, and full-fat Cheddar cheese texture. *J Dairy Sci*, 92, 4756-4772.
- Rosner, B. (2006). *Fundamentals of Biostatistics*. 6th Edition, Thomson Higher Education, USA, 888 p.
- Ruas-Madiedo, P., Hugenholtz, J., Zoon, P. (2002). An overview of the functionality of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria. *Int Dairy J*, 12:163-171.
- Rudan, M.A., Barbano, D.M., Yun, J.J., Kindstedt, P.S. (1999). Effect of fat reduction on chemical composition, proteolysis, functionality, and yield of Mozzarella cheese. *J Dairy Sci*, 82:661-672.
- Zhang, L., Li, X., Ren, H., Liu, L., Ma, L., Li, M., Bi, W. (2015). Impact of using exopolysaccharides (EPS)-producing strain on qualities of half-fat Cheddar cheese. *Int J Food Prop*, 18:1546-1559.