

KREMANIN DONDURULARAK MUHAFAZASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA*

A STUDY ON DEEP-FREEZING OF CREAM

Asuman GÜRSEL¹, Ülker PAMUK², Ebru ŞENEL¹, Ebru ŞANLI²

¹Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara

²Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Ankara

ÖZET: Bu araştırmada, dondurularak (i) -18 °C'de ve (ii) -25 °C'de 90 gün süreyle muhafaza edilen krema örnekleri ile bunlardan üretilen tereyağı örnekleri bazı kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri yönünden 5±1 °C'de muhafaza edilen krema ve bundan işlenen tereyağı örneği ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Kremanın dondurularak muhafazası asitlik gelişimini önemli ölçüde engellemiştir. Asit değeri, 90 gün sonunda, -25 °C'de saklanan krema örneğinde başlangıç değerini korumuş, 5°C'de saklanan örnekte ise yaklaşık iki kat artmıştır. Peroksit sayısı dondurularak muhafaza edilen örneklerde 5°C'de saklanan örneğe göre daha düşük bir düzey göstermiştir. Dondurularak muhafaza edilen örneklerde dondurulma sırasında oluşan buz kristallerinin öldürücü etkisine bağlı olarak maya-küf sayısı başlangıçtaki değerden daha düşük bulunmuştur. Dondurularak muhafaza edilen krema örneklerinin kullanımı ile standart değerlere uygun tereyağı üretimi mümkün olabilmektedir.

Anahtar kelimeler: Krema kalitesinin korunması, dondurularak muhafaza, tereyağı üretimi

ABSTRACT: This study was conducted to investigate the keeping quality of cream by deep-freezing and to reveal some properties of butter made from it. Some chemical and microbiological analysis were carried out in the deep-frozen creams stored for 90 days at (i) -18°C and (ii) -25°C and the values compared with that of the cream kept at 5°C. Acidity development was effectively controlled in the deep-frozen cream samples. Acid degree value was the same on day 90 as initially found in the cream sample kept at -25°C but increased considerably in the control sample. Peroxide number was lower in the deep-frozen cream samples than in the control sample. Counts of yeast and mould were lower than the counts initially determined in the deep-frozen creams due possibly to the effect of ice crystals formed during freezing. From the results, it was revealed that standard quality butter could be made by using deep-frozen cream.

Key words: Keeping quality of cream, deep-freezing, butter manufacture

GİRİŞ

Son yıllarda az yağlı süt ürünleri pazarındaki hızlı büyümeyle birlikte işletmelerin giderek artan miktarda krema stoklarına sahip olacağı anlaşılmaktadır. Bu ise, kremanın depolanması ve kalitesinin korunması ile ilgili sorunları da beraberinde getirecektir. Ülkemizde 17 kg'lık tenekeler veya değişik boyuttaki plastik torbalar içerisine konulan kremaların muhafaza sıcaklığı, eğer uzun süre bekletilmeyecek iseler, genellikle 5°C civarındadır. Aynı bir depoda saklanmayan, fakat peynir tenekeleri ile birarada muhafaza edilen kremaların saklanması sırasında karşılaşılan en önemli sorun mikrobiyel bulaşmadır. Bu aşamada kremada gelişebilen mikroorganizmalar laktik asit bakterileri, gaz oluşturan bakteriler ve bozulmaya yol açabilen diğer bakterilerle küflerdir (1). Bunlardan özellikle küfler ülkemiz kremalarında sıklıkla karşılaşılan mikroorganizmalardır. Küflerin önemi, bazı türlerinin lipaz enzimi salgılayarak kremada hidrolitik ransidite olarak adlandırılan lipolize ve sonuçta acı tada yol açabilmesinden ileri gelmektedir. Değinen koşullarda depolama sırasında kremanın asitliği de artabilmekte ve böyle kremadan tereyağı üretimi sırasında nötürleme işlemine gerek duyulmaktadır (2). Diğer taraftan, küfler oluşturdukları sekonder metabolizma ürünlerinin toksik etkileri nedeniyle insan sağlığı açısından riskli olabilmektedir (3,4). Mikrobiyel faaliyetlerin engellenmesi ve kalitenin korunması amacıyla

* Bu çalışma Ülker Pamuk'un Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır.

E-posta: pamukoglu1@yahoo.com

kremanın -18 °C ya da -20 °C'de dondurularak 3-7 ay, -25 °C'de 12 ay ve -30 °C'de de 18 ay süreyle saklanması mümkün olabileceği bildirilmektedir (5,6). Dondurulma işlemi ile kremanın bileşiminde yer alan su kristalize olmakta ve böylece su aktivitesinin azalması sonucu enzimatik ve diğer biyokimyasal reaksiyonlar yavaşlatılabilmekte ve hatta durdurulabilmektedir (Keeney and Kroger 1978).

Novosadova ve Tverdokhib (1976) tarafından yürütülen bir çalışmada, % 40-50 arasında değişen yağ içeriğine sahip yazlık krema 91-93 °C'de pastörize edilip 6-8°C'ye soğutulmuş, ebatları 25 x 25 x 5 cm olan dikey formdaki polietilen kutulara doldurulmuş ve 85-100 dakika içerisinde -18 °C'ye kadar dondurulmuştur (8). Daha sonra -10°C, -18°C ve -28°C'de 9 ay süreyle saklanan krema örneklerinde 3'er aylık aralıklarla duyuşsal ve kimyasal nitelikler belirlenmiştir. Depolama sıcaklığı azaldıkça asitlik artışının yok denecek düzeyde olduğu ve kremanın tadında herhangi bir değişim meydana gelmediği ifade edilmiştir.

Kremanın dondurulması sırasında dikkate alınacak en önemli noktalardan birisi dondurulma hızıdır. Bu husus kremanın tereyağına işlenebilme niteliğinin korunması açısından önem taşımaktadır. Krema hızlı bir şekilde dondurulduğunda yağ emülsiyonu zarar görmemekte ve bu nitelikteki krema çözündürüldüğü zaman fiziksel özellikleri bakımından taze kremadan farksız bir durum sergilemektedir. Bunun aksi bir durumda ise, büyük buz kristallerinin oluşumu yağ globül membranının parçalanmasını kolaylaştırmakta, bu da kremanın fiziksel niteliklerinin değişmesine yol açmaktadır (7,9). Atamer (1993) tarafından bildirildiğine göre, kremanın yayıklanması sırasında yağ globüllerinin hareketleri sonucu ortaya çıkan yüksek türbülens yağ kristallerinin membrana nüfuz ederek globül üzerinde bir basınç oluşmasına yol açmaktadır (2). Bu durum serbest sıvı fazın membranın gözenekli kısımlarından sızarak dışarı çıkmasını sağlamaktadır. Sıvı yağ fazı bir zank gibi işlev görerek globüllerin birbirine tutunmasını mümkün kılmaktadır. Süt yağında kristal ve sıvı fazın dengeli bir oranda bulunması verimli bir tereyağı üretimi açısından önemli bir husustur. Dondurulma işlemi yavaş bir şekilde gerçekleştirilen kremalarda yağ globül membranının büyüyen buz kristallerinin baskısına maruz kalması nedeniyle aşırı miktarda sıvı faz globüllerin dışına çıkmaktadır. Bunun doğal bir sonucu olarak, globül bünyesinde yer alan sıvı yağ miktarındaki azalma yayıklama aşamasında globüllerin agregasyonunu zorlaştırmakta, ayrıca bu kremalardan üretilen tereyağlarında büyük kristallerden kaynaklanan kumlu bir yapı kusuruna yol açmaktadır. Diğer taraftan, yağ globül membranının dondurulma işlemi sırasında zarar görmesi süt yağının lipolitik enzim faaliyetlerine karşı duyarlı hale gelmesine de yol açmaktadır (10).

Plakalı veya silindirik dondurucular yardımıyla, krema 1-1.5 mm gibi ince bir katman halinde -30 °C'de <10 saniye-3 dakika arasında değişen bir sürede, hızlı bir biçimde dondurulabilmektedir (11,12,13,14).

Londahl ve Johansson (1974)'a göre, "Pellofreeze" işlemi olarak adlandırılan bir uygulama ile pelet halindeki krema, iki paslanmaz çelik kuşak arasında 3 dakika içerisinde dondurulabilmekte ve serbest yağ içeriği % 4-5 arasında değişebilmekte, buna karşın geleneksel yolla ancak 20-75 dakika arasında değişen bir sürede dondurulabilmekte ve % 12-16 arasında değişen serbest yağ içeriğine sahip bulunmaktadır(15). İlk tekniğe göre dondurulan kremanın krem şanti, tereyağı, peynir ve sos yapımında başarıyla kullanılabilceği ifade edilmektedir.

Hızlı ve yavaş dondurma işlemlerinin kremanın tereyağına işlenebilirliği üzerine etkisini araştıran Permann ve Pirmez (1969) tarafından, sıcaklığı 48 saatte -20 °C'ye düşürülen kremada membran proteininin flokülasyonuna kısmen bağlı olmak üzere yağ emülsiyonunun daha fazla ve hızlı bir şekilde tahrip olduğu, fakat aynı derecede 90-120 dakika içerisinde dondurulan kremada da aynı etkinin görüldüğü belirtilmiştir (16). Tiyobarbitürik asit değerinin (mg malonaldehit/ kg olarak) 7-8 ay süreyle depolama sırasında, yavaş dondurulma işlemi uygulanmış kremada 47'den 365'e, hızlı dondurulma işlemi uygulanmış kremada da 14'den 250'ye artış göstermesi her iki durumda da oksidatif bozulmanın meydana geldiğini ortaya koymuştur.

Ülkemizde kremanın dondurularak saklanması konusunda herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle mevcut çalışmada, dondurularak muhafazanın kremanın ve bu kremadan üretilen tereyağının bazı nitelikleri üzerine etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Taze inek sütü kreması Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Eğitim Araştırma ve Uygulama İşletmesi'nden temin edilmiş, tereyağı örneklerinin yapımında starter kültür olarak DVS formundaki mezofilik aromatik kültürden (Type:LD, Chr.Hansen's Laboratorium, Horsholm/ Denmark) yararlanılmıştır.

Yöntem

Kremanın dondurulması ve çözündürülmesi

Krema 3 eşit kısma bölünerek 5'er kg halinde ağzı kapaklı plastik kaplara doldurulmuş ve birinci kısım 5 °C'de 90 gün süreyle depolanmaya bırakılmıştır. Diğer iki örnek, Arolez A.Ş. (Ankara) tesislerinde bulunan ve (-18) - (-25) °C arasında çalışan dondurucudan (Zomatti / İtalya) yararlanılarak dondurulup -18 °C ve -25 °C'de 90 gün süreyle depolanmıştır.

Dondurularak saklanan kremlar tereyağına işlenmeden önce, Üçüncü (1983) tarafından bildirildiği şekilde, 12-15 °C'de kendi halinde çözünmeye bırakılmıştır (17).

Tereyağı yapımı

Tereyağına işlenmeden önce, tüm krema örneklerinden analizler için örnek alınmış, daha sonra 5°C'de depolanan örnek, yaklaşık 11 °SH asitliğe sahip olacak şekilde, sodyum bikarbonat ile nötrlenmiştir. Su banyosunda 90 °C'de yaklaşık 2 dakika süreyle pastörizasyona tabi tutulan ve 22 °C'ye soğutulan krema örnekleri, starter kültürden % 2 oranında aşılama yapıldıktan sonra, pH 4.7'ye kadar olgunlaşmaya bırakılmıştır. Olgunlaşmayı takiben kremlar 4 °C'ye soğutulup Süt Teknolojisi Bölüm Laboratuvarında mevcut yayıkta 30 dakika kadar yayıklanmıştır. Elde edilen yağ örnekleri bir kez soğuk su ile yıkanmış, yoğrulmuş ve 2'şer kg'lık yoğurt kaplarına hava boşluğu kalmayacak biçimde doldurulup 5 °C'de 30 gün süreyle depolanmıştır.

Örnek alımı ve analize hazırlama

Farklı sıcaklık derecelerinde depolanacak olan hammadde kremadan, önce mikrobiyolojik analiz için, daha sonra diğer analizler için örnek alınmıştır. Depolama süresi bitiminde, 5 °C'de saklanan kremadan soğuk depodan çıkarıldıktan sonra; dondurularak saklanan kremlardan ise çözündürme işleminden sonra aseptik koşullarda önce mikrobiyolojik, bunu takiben diğer analizler için örnek alınmıştır. Krema ve tereyağlarından örnek alımı ve örneklerin analize hazırlanmasında sırasıyla TS 1864 ve TS 1331 sayılı standartlarda belirtilen yöntemler izlenmiştir (18,19).

Uygulanan analiz yöntemleri

Krema örneklerinde, toplam kurumadde gravimetrik yöntemle (20); yağ Gerber yöntemiyle (18). Asitlik titrasyon yoluyla (20). Asit değeri TS 1332 sayılı standartta belirtildiği şekilde (21) ve peroksit sayısı spektrofotometrik yöntemle (22) yapılmıştır. Tereyağı örneklerinde, su oranı gravimetrik yöntemle (19); yağ Gerber yöntemiyle (23); asitlik titrasyon yoluyla (23); asit değeri TS 1332 sayılı standartta belirtildiği şekilde (21); peroksit sayısı spektrofotometrik yöntemle (22) saptanmıştır. Krema örneklerinde maya-küf sayısı plak sayım yöntemi ile belirlenmiştir (19). Tereyağı örneklerinin duyuşal nitelikleri Cheke ve Sheppard (1980) tarafından bildirilen puanlama cetvelinin modifiye edilmiş şekline göre, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü öğretim elemanlarından oluşan 7 kişilik panel grubu tarafından yürütülmüştür (24).

Araştırma tesadüf blokları deneme tertibinde 2 tekerrürlü olarak düzenlenmiş, sonuçların istatistiksel değerlendirmesinde Anova testi uygulanmış ve ortalamalar arası farklılığı belirlemek için Duncan testi yapılmıştır (25).

SONUÇ ve TARTIŞMA

Krema örneklerinin nitelikleri

Denemede kullanılan krema örneklerinin bazı nitelikleri Çizelge 1'de toplu halde verilmiştir.

Deneme materyalini oluşturan kremanın su oranı yalnızca depolama başlangıcında tayin edilmiş ve % 54.63±0.17 olduğu bulunmuştur.

Üçüncü (1983) tarafından, dondurulacak olan kremların % 40-50 arasında değişen yağ oranına sahip bulunmasının uygun olacağı bildirilmektedir(17). O nedenle araştırma materyalini oluşturan krema, yukarıda bildirilen sınırlar arasında yer alan bir yağ oranına sahip olacak şekilde süttten çekilmiş ve sonuçta % 40.05±0.71 yağ içerdiği saptanmıştır.

Krema örneklerinin farklı sıcaklık derecelerinde muhafazası, titrasyon asitliği üzerinde etkili olmuş ve dondurularak muhafaza edilen (B ve C) örnekler 5 °C'de saklanan krema (A) örneğinden önemli (p<0.01) düzeyde

Çizelge 1. Krema örneklerinin bazı nitelikleri

Nitelikler	Depolama süresi (gün)	Örnekler ¹⁾		
		A	B	C
Su (%)	0	54.63±0.17	54.63±0.17	54.63±0.17
Yağ (%)	0	40.05±0.71	40.05±0.71	40.05±0.71
Titrasyon asitliği (% süt asidi)	0	0.12±0.00	0.12±0.00	0.12±0.00
Asit değeri (mg KOH/g yağ)	90	0.46±0.00 ^{a***3)}	0.15±0.00 ^{b**}	0.14±0.00 ^{b**}
Peroksit sayısı (mek O ₂ / kg yağ)	0	0.90±0.00	0.90±0.00	0.90±0.00
Maya-küf sayısı (log ₁₀ kob/g)	90	1.74±0.16 ^{a*}	0.95±0.08 ^{b*}	0.90±0.00 ^{b*}
	0	0.78±0.03	0.78±0.03	0.78±0.03
	90	1.42±0.09 ^{a*}	1.06±0.00 ^{b*}	0.95±0.08 ^{b*}
	0	1.54±0.24	1.54±0.24	1.54±0.24
	90	2.51±0.13	1.15±0.15	1.15±0.15

¹⁾ Örnekler = A : 5°C'de muhafaza edilen krema ; B : -18°C'de muhafaza edilen krema ; C : -25°C'de muhafaza edilen krema.
³⁾ Aynı satırda farklı üst simge ile gösterilen örnek ortalamaları arasındaki farklılıklar önemli (*p<0.05; **p<0.01) bulunmuştur.

düşük titrasyon asitliği değerlerine sahip olmuştur. Titrasyon asitliği, 90 gün sonunda, 5 °C'de saklanan örnekte TS 1864 sayılı Krema Standardında (18) tatlı krema için bildirilen sınır değerini (% 0.225 süt asidi) aşmış, dondurularak -18 °C (B) ve -25 °C'de (C) saklanan krema örneklerinde ise çok az artış göstererek sırasıyla % 0.15±0.00 ve % 0.14±0.00 süt asidi değerlerine ulaşmıştır. Bu bulgulardan, depolama sıcaklığındaki azalma ile birlikte asitlik artış hızının yavaşladığı ve asitlik gelişiminin kontrol altına alınabileceği söylenebilir.

Süt yağındaki hidrolitik ransiditenin bir göstergesi olan ve enzimatik parçalanma sonucu açığa çıkan serbest yağ asitlerinin miktarını, dolayısıyla yağın acılaşıma durumunu ortaya koyan asit değeri, başlangıçta 0.90±0.00 mg KOH/g yağ olarak saptanmıştır. İstatistiksel değerlendirme sonuçları, kremanın farklı sıcaklık derecelerinde muhafazasının asit değeri üzerinde önemli (p<0.05) bir etki yarattığını ve dondurularak muhafaza edilen örneklerde asit değerinin 5 °C'de muhafaza edilen örnekte saptanan değerden önemli (p<0.05) düzeyde düşük olduğunu ortaya koymuştur. Dondurularak muhafaza edilen (B ve C) örnekler arasındaki farklılığın ise önemsiz (p>0.05) olduğu bulunmuştur. Örneklerden 5 °C'de saklanan krema (A), 90 gün sonunda, 1.74±0.16 mg KOH/g yağ düzeyine yükselen asit değeri ile -18 °C'de saklanan (B) örnekteki değer 2 katına yaklaşan bir değere sahip olmuştur. Bu örneğin asit değerindeki artışın nedeni, ileride görüleceği gibi, depolama sürecinde maya-küf içeriğinde meydana gelen artış olabilir. Dondurularak -18 °C'de muhafaza edilen krema (B) örneğinde asit değeri 90 gün sonunda çok az bir artışla 0.95±0.08 mg KOH/g yağ düzeyine çıkmış, -25 °C'de muhafaza edilen krema (C) örneğinde ise başlangıç değerini korumuştur. Dondurularak muhafaza edilen krema örneklerinden -18 °C'de saklanan örneğin asit değerindeki artış muhtemelen, lipaz enziminin bu derecede aktivite gösterebilmesinden kaynaklanmaktadır (2).

Depolama sırasında süt yağında meydana gelebilen bozulmalardan birisi de oksidasyondur. İndüksiyon ve aktif dönem olmak üzere iki aşamada ortaya çıkan oksidasyonun pratik açıdan önem taşıyan dönemi indüksiyon aşamasıdır (2). Bu aşama ürünlerin ransit hale gelmeden depolanabileceği süreyi belirtmesi açısından önemlidir. Oksidasyonun başlangıcında doymamış yağ asitlerindeki çift bağların ya da yağların hidrokarbon zincirlerinde yer alan doymamış kısımların oksijenle reaksiyona girmesi sonucu peroksit ve hidroperoksitler meydana gelmekte, daha ileri aşamalarda hidroperoksitler aromatik karbonil bileşiklerine parçalanmaktadır (2). Lipid oksidasyonunun derecesini saptamak için uygulanan yöntemlerden peroksit testi bozulmanın başlangıç aşamasında oluşan hidroperoksitlerin miktarını belirlemeye yönelik olup, bulunan sonuç 1000 mg yağdaki aktif oksijenin miliekivalan (mek) ya da milimol olarak miktarını ifade etmektedir.

Bu çalışmada deneme materyali olan kremanın peroksit sayısı Çizelge 1'de gösterildiği gibi, başlangıçta 0.78±0.03 mek O₂/kg yağ olarak belirlenmiştir. Farklı sıcaklık derecelerinde muhafazaya bağlı olarak krema örnekleri arasında peroksit değeri bakımından önemli (p<0.05) bir farklılık meydana gelmiş ve dondurularak muhafaza edilen örnekler 5°C'de muhafaza edilen örnekten (A) daha düşük peroksit değerine sahip olmuştur.

Depolama döneminde örneklerin peroksit sayısında başlangıca göre azalan bir değer saptanmıştır. Oksidatif parçalanmanın başlangıç ürünlerinden olan hidroperoksitler metallerin katalizörlüğünde malonaldehit gibi daha ileri parçalanma ürünlerine dehidre olabilmekte (22) ve bu nedenle zaman içerisinde peroksit sayısında bir azalma meydana gelebilmektedir (26,27,28).

Deneme materyalini oluşturan inek sütü kremasında maya-küf sayısı, \log_{10} kob/g cinsinden, başlangıçta 1.54 ± 0.24 olarak belirlenmiş ve 5°C 'de muhafaza edilen örnekte (A) 90 gün sonunda 2.51 ± 0.13 değerine ulaşırken, dondurularak saklanan kremalarda (B ve C) başlangıca göre bir azalma göstermiştir. Dondurularak muhafaza edilen kremalarda saptanan bu değişim Davis (1981) tarafından da belirtildiği gibi, dondurulma işlemi sırasında oluşan buz kristallerinin mekanik yolla mikroorganizmalar üzerinde öldürücü bir etki yaratmasından ileri gelebilir (29).

Tereyağı Örneklerinin Nitelikleri

Kremayı dondurarak saklamanın tereyağı nitelikleri üzerindeki etkisini göstermek amacıyla muhafaza süresinin sonunda krema örnekleri tereyağına işlenmiştir. Elde edilen tereyağları 5°C 'de 30 gün süreyle depolama sırasında bazı nitelikleri yönünden analiz edilmiş ve araştırma bulguları Çizelge 2'de toplu olarak verilmiştir.

Tereyağı örneklerinin su ve yağ içerikleri, yalnızca depolama başlangıcında, TS 1331 sayılı standarda (Anonim 1995) uygunluklarını belirlemek amacıyla tayin edilmiştir (19). Anılan standartta gerek kahvaltılık ve gerekse mutfaklık çeşitlerde yağ oranının en az % 82 olması, su oranının da % 18'i aşmaması gerektiği belirtilmektedir. Buna göre, deneme örneklerinin su ve yağ oranları bakımından standart değerlere uygun olduğu anlaşılmaktadır.

Tereyağlarının bir kalite ölçüsü olan titrasyon asitliğinin (% süt asidi olarak) kahvaltılık 1. sınıf tereyağında en çok % 0.18 olması gerektiği 1331 sayılı Tereyağı Standardında ifade edilmektedir (Anonim 1995). Çizelge 2'de verilen titrasyon asitliği değerleri incelendiğinde, deneme örneklerinin anılan nitelik bakımından standarda uygunluk gösterdiği anlaşılmaktadır. Kremalardan 5°C 'de depolanan örneğin asitliği tereyağına işlenmeden önce nötrülenmek suretiyle uygun yayıklama asitliğine ve aynı zamanda dondurularak muhafaza edilen krema örneklerinin asitliğine yakın bir değere getirildiği için başlangıçta üç tereyağı örneği de aynı titrasyon asitliği değerine sahip olmuştur. Depolama süresi sonunda 5°C 'de depolanan kremadan üretilen tereyağının (A) titrasyon asitliğinde, dondurularak muhafaza edilen kremalardan üretilen örneklerdekine (B ve C) göre önemli ($p < 0.01$) düzeyde bir artış meydana gelmiştir.

Farklı sıcaklık derecelerinde saklanan krema kullanımı asit değeri bakımından tereyağı örnekleri arasında önemli ($p < 0.05$) bir farklılık yaratmıştır. Çizelge 2'den görüldüğü gibi, 0. günde, 5°C 'de bekletilen kremadan üretilen tereyağında, dondurularak muhafaza edilen kremalardan üretilen tereyağlarındakine göre daha yüksek asit değeri saptanmıştır. Bu değer Atamer ve Sezgin (1984) tarafından tereyağlarında ransit tat bozukluğunun algılandığı sınır değeri olarak bildirilen değer üzerinde bulunmaktadır (28). Adı geçen

Çizelge 2. Tereyağı örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal nitelikleri

Nitelikler	Depolama süresi (gün)	Örnekler ¹⁾		
		A	B	C
Su (%)	0	14.37±0.02	11.98±0.19	10.92±1.21
Yağ (%)	0	83.25±0.35	84.75±1.06	85.13±1.24
Titrasyon asitliği (% süt asidi)	0	0.03±0.00	0.03±0.00	0.02±0.00
Asit değeri (mg KOH/g yağ)	30	0.13±0.00 ^{a**2)}	0.07±0.01 ^{b**2)}	0.07±0.01 ^{b**2)}
Peroksit sayısı (mek O ₂ / kg yağ)	0	2.01±0.08	1.01±0.00	0.89±0.00
	30	2.46±0.24 ^{a**2)}	1.14±0.04 ^{b**2)}	0.98±0.12 ^{b**2)}
	0	1.08±0.02	1.09±0.00	1.11±0.02
	30	0.85±0.03	0.87±0.02	1.00±0.01

¹⁾ Örnekler= A : 5°C 'de muhafaza edilen krema ; B : -18°C 'de muhafaza edilen krema ; C : -25°C 'de muhafaza edilen krema.

²⁾ Aynı satırda farklı üst simge ile gösterilen örnek ortalamaları arasındaki farklılıklar önemli ($*p < 0.05$; $**p < 0.01$) bulunmuştur.

araştırmacılar tarafından tereyağının aroması ile lipolitik aktivite sonucu meydana gelen acılaşmanın ölçüsü olan asit değeri arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla yürütülen bir çalışmada, asit değerinin 1.8 mg KOH/g yağ düzeyinde bulunması halinde bozuk aromanın algılanabileceği gösterilmiştir. Ayrıca, Türk halkının geleneksel damak zevkinin acı tada alışkın olması nedeniyle bu değer yabancı literatürlerde bildirilen sınır değerlerinden daha yüksek bir değer olduğu da aynı araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır. Depolama sürecinde asit değeri, tüm örneklerde artış göstermiştir. Bu artışa karşın dondurularak muhafaza edilen kremalardan üretilen tereyağı örneklerinde asit değeri acı tadın algılandığı sınır değerini aşmamıştır.

Peroksit sayısı her iki depolama döneminde de dondurularak muhafaza edilen kremalardan üretilen tereyağlarında (B ve C), 5 °C'de muhafaza edilen kremadan üretilen tereyağına (A) göre bir miktar daha yüksek bulunmakla birlikte, istatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre örnekler arasında gözlenen farklılığın önemsiz ($p>0.05$) olduğu görülmüştür. Depolama döneminde tereyağı örneklerinin peroksit sayıları başlangıca göre bir azalma göstermiştir. Önceden de belirtildiği gibi, oksidatif parçalanmanın başlangıç ürünlerinden olan hidroperoksitlerin metallerin katalizörliğünde malonaldehit gibi daha ileri parçalanma ürünlerine dehidre olması sonucu zaman içerisinde peroksit sayısında bir azalma meydana gelebilmektedir (26,27,28). Deneme örneklerinde saptanan peroksit sayılarının Downey (1969 ve 1975) ve Atamer (1993)'e göre tereyağlarında okside aromanın ortaya çıktığı sınır değeri olan 2 mek O₂ / kg yağ düzeyinden daha düşük olduğu gözlenmiştir (2,22,26).

Farklı sıcaklık derecelerinde muhafaza edilen krema örneklerinden üretilen tereyağlarının duyuusal değerlendirme sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Tereyağı örneklerinin duyuusal değerlendirme sonuçları

Nitelikler	Depolama süresi (gün)	Örnekler ¹⁾		
		A	B	C
Tat (50 puan)	0	23.33±2.36	31.66±0.00	41.66±0.00
	30	21.66±0.00	29.17±1.18	40.00±0.00
Yapı ve tekstür (30 puan)	0	25.00±2.35	20.00±0.00	24.33±0.00
	30	25.00±0.00	23.33±2.01	21.66±0.00
Görünüş ve renk (20 puan)	0	18.33±0.00	20.00±0.00	20.00±0.00
	30	20.00±0.00	20.00±0.00	20.00±0.00
Toplam (100 puan)	0	66.66±4.72	71.66±0.00	85.99±0.00
	30	66.66±0.00	72.50±3.54	81.66±0.00

¹⁾ Örnekler= A : 5°C'de muhafaza edilen kremadan üretilen; B : -18°C'de muhafaza edilen kremadan üretilen ; C : -25°C'de muhafaza edilen kremadan üretilen.

Çizelgeden görüldüğü gibi, dondurularak muhafaza edilen kremadan üretilen tereyağı örnekleri (B ve C), gerek 0. ve gerekse 30. günde 5°C'de saklanan kremadan üretilen tereyağına (A) göre daha yüksek tat puanı ile değerlendirmeye alınmıştır. Acı tadın bir göstergesi olan asit değerinin 5 °C'de depolanan krema örneğinde yüksek bir düzey göstermesine bağlı olarak bundan işlenen tereyağının da yüksek asit değerine sahip olması bu sonucun alınmasında etken olmuştur. Depolama dönemi sonunda tüm örnekler başlangıçtakine göre daha düşük tat puanlarına sahip olmuştur. Tat puanlarının aksine, yapı ve tekstür puanları dondurularak muhafaza edilen kremalardan üretilen tereyağlarında her iki depolama döneminde de 5 °C'de depolanan kremadan üretilen tereyağındakine (A) göre daha düşük bulunmuştur. Bu durum, söz konusu örneklerde kumlu bir yapının algılanmasından ileri gelmektedir. Keeney ve Kroger (1978) tarafından dondurulma hızının önem taşıdığı ve hızlı bir dondurulma ile taze kremanın niteliklerine sahip bir krema elde edilebileceği, aksi takdirde büyük buz kristallerinin oluşması sonucu yağ globül membranının tahribata uğrayabileceği ve kremanın fiziksel niteliklerinin değişebileceği bildirilmektedir(17). Atamer (1993)'e göre de, kremada serum fazının donması kazeinin agregasyonuna yol açmakta ve krema tekrar eritildiğinde kazein küçük pıhtı tanecikleri halinde tereyağının bünyesinde kalarak kumlu bir yapı oluşturmaktadır(2). Bu açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, dondurularak saklanan örneklerde kumlu bir yapı kusuru ile karşılaşılması, dondurulma hızının büyük buz kristallerinin oluşumunu önleyecek yeterlikte olmadığı bir belirtisi olarak kabul edilebilir. Görünüş ve renk bakımından, dondurularak muhafaza edilen kremalardan üretilen tereyağı örnekleri başlangıçta biraz daha yüksek bir puan ile değerlendirmeye alınmış olmakla birlikte, 30. günde 5 °C'de muhafaza edilen kremadan işlenen tereyağı ile eşit puana sahip olmuşlardır.

Mevcut araştırma sonuçlarından, tereyağı yapımında dondurularak muhafaza edilen kremanın kullanılabilirliği ve kremanın hemen tereyağına dönüştürülemeyeceği durumlarda dondurarak muhafazanın kremada istenmeyen mikrobiyel ve kimyasal faaliyetlerin kontrol altına alınması bakımından yarar sağlayabileceği söylenebilir. Fakat bu işlemde beklenen yararı sağlanabilmesi için kremanın olabildiğince hızlı bir şekilde dondurulması gerekmektedir. Aksi takdirde, büyük buz kristallerinin oluşumu, kremanın çözüldürülmesi sırasında yağ globül membranını parçalayarak, kremada ve bundan üretilen tereyağında asit değerinin artışına ve acı tat oluşumuna yol açabilecektir.

KAYNAKLAR

1. Ünlütürk A. 1998. Süt ve ürünlerinde mikrobiyolojik bozulmalar, patojen mikroorganizmalar ve muhafaza yöntemleri. İçindedir *Gıda Mikrobiyolojisi*. A.F. Ünlütürk, F. Turantaş, J. Acar, M. Karapınar, A. Temiz, Ş.A. Gönül ve G. Tunçel (edl), s. 289-296, Mengi Tan Basımevi, 1570 sok. No: 20 Çınarlı, İzmir.
2. Atamer M. 1993. *Tereyağı Teknolojisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1313, Ders Kitabı: 380, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 89 s, Ankara.
3. Topal Ş. 1984. Gıda maddelerinden ayrılan (izole edilen) ve tanınan (identifiye edilen) küfler üzerinde araştırmalar. *Gıda*, 9: 253-261.
4. Anonymous. 1990. Moulds are not to be taken lightly. *Dairy Sci. Abstr.*, 55: 616.
5. Yaygın H. 1980. Dondurulmuş Süt ve Mamülleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 386. İzmir.
6. Pala M. 1983. Gıdaların Dondurulmasında Teknolojik Temel İlkeler. *Tarım ve Mühendislik Dergisi*, Sayı 11.
7. Keeney P.G. and Kroger M. 1978. Frozen dairy products. In *Fundamentals of Dairy Chemistry*. R.H. Webb, A. H. Johnson and J. A. Alford (eds), pp. 881-886.
8. Novosadova L. I. and Tverdokhle G. V. 1976. Changes in properties of frozen cream in storage. *Dairy Sci. Abstr.* 39: 759.
9. Yaygın H. 1989. Kremanın soğukta depolanması. *Sütçülük*, 3 (8): 6-8.
10. Walstra P. and Jenness R. 1984. *Dairy Chemistry and Physics*. p. 467. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons.
11. Damerov G. 1968. Economic aspects of seasonal storage of butterfat in the form of frozen cream. *Food Science and Technology Abstracts*, 69- 11-DO693.
12. Anonymous. 1969. A freezing drum for cream and sauces. *Food Science and Technology Abstracts*, 69-06 EO588.
13. Haberkamp A. 1969. New developments in freezing, defrosting and churning of cream. *Deutsche-Milchwirtschaft*, 20: 2135-2138.
14. Gruber F. 1970. Manufacture and processing of frozen cream. *Deutsche Molkerei Zeitung*, 19: 874-876.
15. Londahl G. and Johansson S. 1974. In-line freezing of cream. XIX. International Dairy Congress, IE, pp. 649-650, 2-6 December, Delhi, India.
16. Permann R. and Pirmez H. 1969. Frozen cream for buttermaking. *Revue-de-l'Agriculture* 22: 17-24.
17. Üçüncü M. 1983. Süt ve mamüllerinin soğukta depolanması. *Gıda*, 8: 186-192.
18. Anonim. 1975. Krema. TS 1864. Türk Standartları Enstitüsü. Necatibey Cad. 112, Bakanlıklar, Ankara.
19. Anonim. 1995. Tereyağı. TS 1331. Türk Standartları Enstitüsü. Necatibey Cad. 112, Bakanlıklar, Ankara.
20. Anonim. 1981. Çiğ Süt. TS 1018. Türk Standartları Enstitüsü. Necatibey Cad. 112, Bakanlıklar, Ankara.
21. Anonim. 1974. Tereyağı süt yağı asit değeri tayini. TS 1332. Türk Standartları Enstitüsü. Necatibey Cad. 112, Bakanlıklar, Ankara.
22. Downey W.K. 1969. Lipid oxidation as a source of off-flavour development during the storage of dairy products. *J. Soc. Dairy Technol.*, 22: 154-161.
23. Anonymous. 1977. Laboratory Manual. The FAO Regional Dairy Development and Training Centre For The Near East. Section 2, pp.19.
24. Cheke V. and Sheppard A. 1980. *Butter And Cheese Making*. Alpha Books. 87 p. Designed, produced and published by Alphabet and Image Ltd. Sherborne, Dorset, England.
25. Düzgüneş O., Kesici T, Kavuncu O. ve Gürbüz F. 1987. *Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları- II)*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ders Kitabı: 295, 377 s, Ankara.
26. Downey W.K. 1975. Butter Quality. Oxidative and hydrolytic rancidity in salted sweet cream and slightly salted ripened cream butter. Review Series No: 7, 142 p, Published by An Foras Taluntais 19, Sandymount Avenue, Dublin 4.
27. Mukherjee S. 1950. Studies on rancidity of butterfat. Part V: The effect of temperature. *J. Indian Chem. Soc.*, 27: 586-588.
28. Atamer M ve Sezgin E. 1984. Tereyağlarında lipolitik ve oksidatif bozulmaların saptanmasında yararlanılan asit ve peroksit değerleri ile aroma arasındaki ilişki. *Gıda*, 9: 329- 334.
29. Davis J.G. 1981. Microbiology of cream and dairy desserts. In *Dairy Microbiology. Vol 2: The Microbiology of Milk Products*. R.K. Robinson (ed). pp. 31-89, Applied Sci. Publ. Ltd., Ripple Road, Barking, Essex, England.