

TEREYAĞINA İŞLENECEK KREMAYA UYGULANACAK İŞLEMLER

THE PROCESS TO BE APPLIED ON CREAM RUNNING IN BUTTER

Gülderen OYSUN, Sıddık GÖNÇ
Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü

ÖZET: Tereyağına işlenecek kremanın yağ oranı tatlı kremada % 40-45, ekşi kremada % 30-34 olmalıdır. Pastörizasyon normu, 103-110°C'ler arasında 90-120 saniye olup, kremanın yağ oranı arttıkça sıcaklık yükselmektedir. Kremanın soğutulması soğuk-tık-soğuk uygulaması (6°C'de 2 saat, 20°C'de 3-4 saat, 12-13°C'ye kadar soğutma ve depolama) ile olup, kış ve yaz tereyağlarında değişik normlar uygulanabilir. Kremanın biyolojik olgunlaştırılması *S. lactis*, *S. cremoris*, *S. diacetylactis* ve *Leu. cremoris* mikroorganizmalarını içeren kültür ile yapılır. Kültürün aroma maddeleri miktarı 15-30 mg/kg düzeyinde olmaktadır. Biyolojik olgunlaştırma normları ve ilave kültür miktarı iyot sayısına bağlı olarak tesbit edilmelidir.

SUMMARY: The fat ratio of cream running in butter must be 40-45 % in sweet cream, 30-34 % in sour cream. The pasteurization's norm is between 103-110°C for 90-120 seconds and when the fat of cream is raised the warming of pasteurization is increased too. The cooling of cream is made with application of cold lukewarm-cold (6°C for 2 hours, 20°C for 3-4 hours, cooling and storage until 12-13°C) and it could carried out different pasteurization norms in winter and summer's butter. The biological naturation of cream is made by culture containing *S. lactis* and *S. cremoris* and *S. diacetylactis* bacteria. The aroma components contents of culture must be in 15-30mg/kg levels. The biological naturation norms and added culture amount must be determined depending un Iodine number.

GİRİŞ

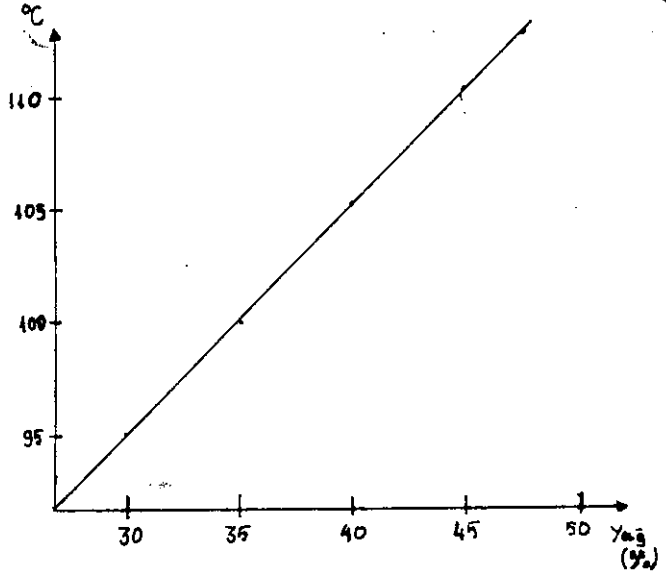
Kremaya uygulanan işlemler elde edilen tereyağının kalitesini doğrudan etkilemekte olup, tereyağında görülen hatalardan büyük ölçüde kremanın işlenmesi sorumlu tutulmaktadır. Krema ise çeşitli faktörlerin etkisi altında, özellikle mevsime göre değişik özellikler gösterdiğinden sürekli standart kalitede tereyağı elde etmek için kremaya uygulanan işlemlerde bu faktörlerin etkileri giderilmelidir.

Kremanın işlenmesinde ilk aşamada yağ küreciklerinde katı, sıvı ve jel formlarındaki yağda optimal bir oranın sağlanması hedeflenirken arzu edilmeyen kokuların giderilmesi, arzulanan aromanın oluşturulması, tereyağında bozulmalara neden olabilen mikroorganizma ve enzimlerin inaktifleştirilmesi amaçlanmaktadır.

KREMANIN ISITILMASI

Kremaya uygulanan pastörizasyon normu, kremanın kalitesi yani asitliği ve bakteri sayısı ile yakından ilgilidir. Kremanın ısıtılması ile içindeki süttten geçen vejetatif formdaki mikroorganizmalar ile patojen mikroorganizmalar yok edilmektedir. Kremanın pastörizasyonu süte göre daha yüksek sıcaklıklarda olup, 95-110°C'ler arasında, genellikle 103-110°C arasında 90-120 saniyedir (THOMSEN, 1980; WESSINGER, 1981). Yüksek sıcaklıklarda oluşan pişmiş tat, tereyağında 2-3 günde kaybolmaktadır.

Pastörize edilecek kremanın yağ oranı da pastörizasyon normunu belirleyen önemli bir kriterdir. Şekil 1'de görüleceği gibi kremanın yağ oranı arttıkça sıcaklık derecesi de artmaktadır. Kremanın yağ oranı azaltılarak 85°C'de pastörize etmek yeterli olabilir.



Şekil 1. Değişik yağ oranlı kremlara uygulanan sıcaklık dereceleri (WESSINGER, 1981).

Kremanın yağ oranı; kremanın biyolojik olgunlaştırılıp olgunlaştırılmayacağına, tereyağ üretim yöntemine göre ayarlanmış olmalıdır. Yayıta, yani diskontinue sistemde tereyağı üretiminde tatlı kremanın % 40-45, çkşi kremanın % 30-34 yağ oranlı olması arzu edilir. Kontinue sistemde % 30-50 arasında, Alfa yöntemde % 82 yağ oranına kadar ayarlama yapılır (KESSLER, 1976).

KREMANIN FİZİKSEL OLGUNLAŞTIRILMASI

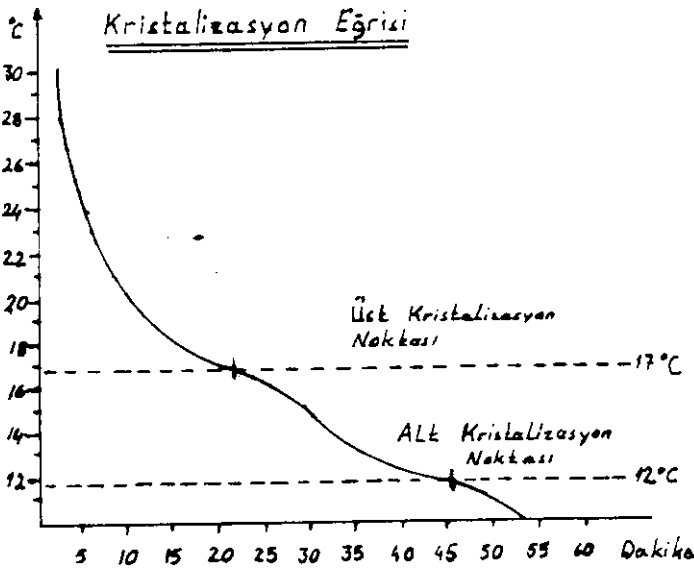
Fiziksel Olgunlaştırmanın Prensipleri

Tereyağının ekmek üzerine sürebilme yeteneğini arttıran önemli bir işlem aşamasıdır. Bu sonuca ancak, kremaya tam ve hedeflenmiş bir soğutma işlemi ile ulaşılabilir.

Soğutma ile sıvı halde bulunan yağ kürecikleri tekrar katı hale geçerken başlangıçta süt yağında mevcut olan katı kristalleşmiş, yarı katı (jel formunda) ve sıvı yağ arasında optimal oranların sağlanmasına dikkat etmelidir.

Süt yağında bulunan trigliseridler katı durumda iken kristaller oluşturmaktadırlar. Kristalleşme olayı olurken, yani belli moleküller veya birbirine benzer bileşim gösteren yağ asitleri termik hareketleri sonucunda belli bir konumda yerleşirler. Değişik yağ kristalleri böylece yanyana bulunabilirler.

40°C'nin üzerinde bir süt yağı, yavaş yavaş soğutulurken sıvı halde bulunan trigliseridlerin herbiri sırasıyla kendi donma-katılma noktalarına göre kristalleşirler. İlk önce çok az kristal oluşmaktadır. Bunların kenarlarında yüzeylerde daha düşük sıcaklık derecelerinde oluşan kristaller yerleşir. Kristaller arasında sıvı halde kalabilen trigliseridler bulunurlar. Soğutma devam ettikçe kristalizasyon artmaktadır. Yavaş soğutma miktarca az fakat çok sayıda kristaller oluşumuna neden olur. Bu da tereyağında pütürlü bir yapı ortaya çıkartır. 6°C'ye çabuk bir soğutma, içinde çok miktarda sıvı yağın kapalı kaldığı karışık küçük kristaller oluşturmaktadır (WESSINGER, 1981; IMMERZ, 1991).



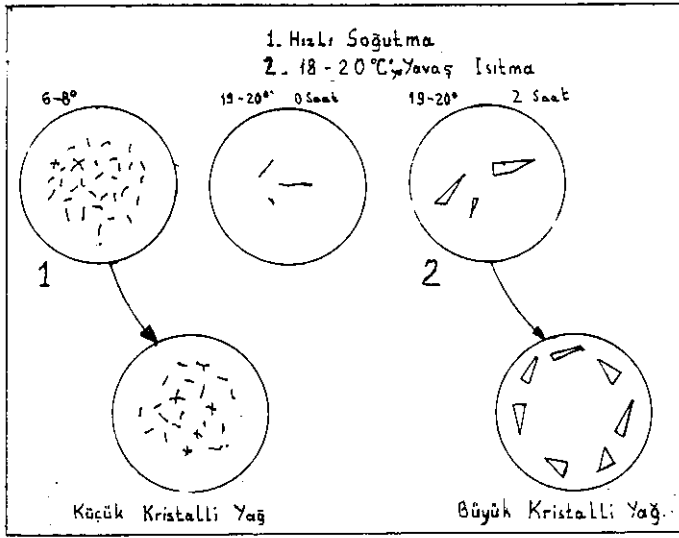
Şekil 2. Kristalizasyon eğrisi (IMMERZ, 1991)

Soğutma işleminde katı, sıvı ve jel durumundaki yağ kürecikleri arasında belli bir oran olması isteniyor ise; trigliseridlerin çoğunluğunun hangi sıcaklık derecelerinde katı ve kristal hale geçtiğinin bilinmesi gerekir. Bu amaçla kristalizasyon eğrilerinden yararlanılmaktadır.

Şekil 2'de verilen kristalizasyon eğrisini inceleyecek olursak iki alanın dikkati çektiğini görürüz. Soğutma devam ettiği halde sıcaklık bir süre sabit kalmaktadır. Sabit kalan bu sıcaklık dereceleri üst kristalizasyon noktası olarak tanımlanmaktadır. Bu noktalarda sıcaklığın sabit kalışı, katılma sırasında bir miktar ısının serbest hale geçmesi ve bu ısının da sıcaklık düşmesini geciktirmesindedir. Bu aşamada yağ asitlerinin çoğunluğu kristalize olmaktadır. Genellikle yağda trigliseridlerin önemli kısmı 16-18°C'de kristalleşmeye başlamaktadır.

Krema mümkün olduğu kadar süratle yağın donma noktasından daha aşağı derecelere soğutulmalıdır. Bu şekilde soğutma ile çok sayıda fakat çok küçük yağ kristalleri oluşmaktadır. Sıcaklığın yağ kristallerinin büyüklüğü üzerine etkisi Şekil 3'de görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi, 6°C'ye hızlı bir soğutma; içinde fazla miktarda sıvı yağın kaldığı küçük, karışık kristaller oluştururken, oda sıcaklığında yaklaşık 20°C'de kristaller büyümektedir (IMMERZ, 1991).

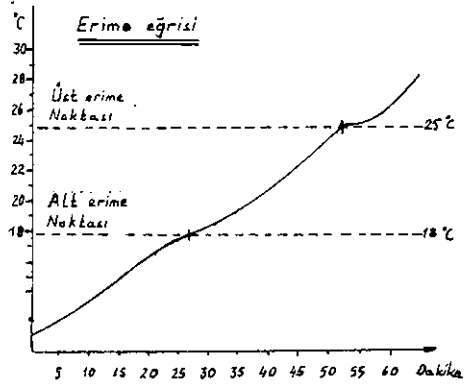
Soğutma sırasında düşük derecede eriyen yağlar erir durumda kalır ve yağ kristallerinin çekirdeğinde toplanırlar. Takibeden soğutma bu yapıyı daha da kuvvetlendirir.



Şekil 3. Soğutma işleminin kristal oluşumu üzerine etkisi (IMMERZ, 1991)

Katı hale gelmiş olan fraksiyonlar buldukları konumda kristaller arasında moleküller arası çekme kuvveti nedeniyle çok az potansiyel enerji taşırlar. Bu nedenle; yeniden enerji verilmeden bu bağları çözüp tekrar erir duruma getirmek mümkün olmamaktadır. Yağ kristallerine tekrar ısı verdiğimiz zaman da Şekil 4'de görülen erime eğrisi elde edilmektedir. Bu eğri kristalizasyon eğrisine benzer ters yönde bir seyir takip etmekle beraber; erime olayının, soğuturken kristal hale geçme sıcaklık derecelerinden daha yüksek derecelerde olduğu görülmektedir. Erime aşamasında katı haldeki trigliseridler erir duruma geçmekte ve de katı ve erir durumdaki yağ birbirleriyle karışmaktadır (IMMERZ, 1991).

Soğuk-Ilık-Soğuk Uygulaması



Şekil 4. Erime eğrisi (IMMERZ, 1991)

Bu uygulama az miktarda sıvı yağı katı yağdan ayırmak için yapılır. Şekil 5'de görüldüğü gibi bu fiziksel olgunlaştırma işlemi üç aşamalıdır (IMMERZ, 1991).

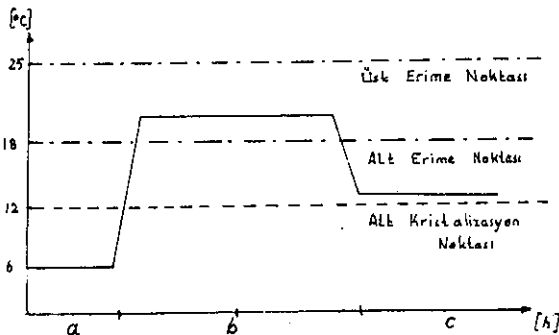
a. Krema hızlı bir şekilde 6°C'ye soğutulup en az 2 saat kadar bu sıcaklıkta tutulur. Bu süre sonunda katı yağın oranının % 65 olduğu tespit edilmiştir. Kristalizasyon süreye bağlı olup, daha uzun süre soğukta tutulması tercih edilmektedir.

b. Krema 20°C'ye ısıtılır. Bu sıcaklık derecesi genellikle, alt erime noktası olan 18°C'nin 2-3°C daha üstündeki sıcaklık derecesidir. Isıtmada kullanılan suyun 25°C'den yani üst erime sıcaklığından daha yüksek olması gerekir. Isıtma fazı tatlı kremada 3-4 saat sürer. Ekşi kremada pH 5,2 olana kadar devam eder. Bu aşamada katı ve sıvı fazların karışımı sağlanmış olur. Daha uzun süreli ısıtma fazı daha iyi ayırma etkisi yaratmaktadır.

c. Krema 3. aşamada alt kristalizasyon noktasının hemen üzerine kadar soğutulur. Bu sıcaklıkta ertesi günkü yayıklama işlemine kadar bekleyebilir.

Tereyağının ekmek üzerine sürülebilme yeteneğini, süt yağının bileşiminin mevsimsel değişimi nedeniyle kremayı soğutma şekli ile yönlendirmek sınırlı ölçüde mümkün olmaktadır.

Yazın elde edilen kremalarda erime noktası düşük trigliseridler çoğunlukta olduğundan, bunlardan uygun konsistenste tereyağı elde etmek için yüksek derecede eriyen trigliseridler yeterli olmamaktadır. Bu kremalar sıvı olma ve sertleşme sınır noktasında mümkün olduğunca uzun süre tutulur. Sonra yayıklama



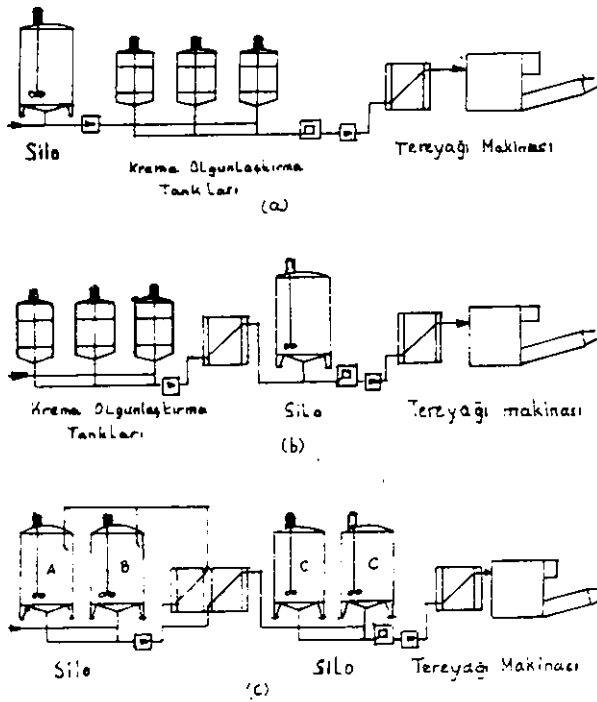
Şekil 5. Soğuk-Ilık-Soğuk uygulamada sıcaklık-süre diyagramı (IMMERZ, 1991)

sıcaklığına kadar soğutulur, böylece yayıklama için gerekli olan katı yağ kısmı elde edilir. Aıl kristalleşme yoluyla sertleşme, yayıklama işlemi bitirildikten sonra gerçekleşmektedir (WESSINGER, 1981).

WARMUTH (1991), iyot sayısı 38'den yüksek olan yaz tereyağlarında görülen yumuşaklığın giderilmesi için ılık-soğuk-soğuk olarak isimlendirdiği krema olgunlaştırma yöntemini önermektedir. Krema, tereyağının erime sıcaklığının 1-2 °C üzerinde sıcaklıklarda (17-19°C) silolara gönderilip, 2 saat sonra 6°C'ye soğutulmakta ve yaklaşık 10°C'de yayılanmaktadır. Bu yöntem tatlı krema için uygun olup, ekşitilmiş krema için ılık-soğuk yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntemde krema 17-19°C'de pH değeri 5,3-5,6 olana kadar olgunlaştırılıp 10°C'ye soğutulmaktadır.

Kış kremalarında ise yaz kremalarına uygulanan işlemin tam tersi uygulanmaktadır. Düşük sıcaklık derecelerinde eriyen trigliseridler yeterli olmamaktadır. Krema mümkün olduğunca süratli bir şekilde yağın donma noktasından daha düşük sıcaklık derecelerine soğutulmalıdır. İçinde fazla miktarda sıvı yağın kapalı kaldığı çok sayıda ve çok küçük kristaller elde edilir. Sonra daha yüksek sıcaklıklarda kremanın uzun süre olgunlaştırılması ile kristaller büyür. Düşük derecede eriyen yağ erir duruma geçip, yağ küreciklerinin merkezinde toplanırken, yüksek derecede eriyen yağlar kristalimsi çeper oluştururlar. Daha sonraki soğutma bu yapıyı kuvvetlendirip, yayıklamada erir durumdaki yağ dışarı çıkar ve yağ fazına karışırken sert kristalleri içinde tutma görevi üstlenir (WESSINGER, 1981).

Fiziksel Olgunlaştırma Yöntemleri



Şekil 6. Soğutulmuş kremanın olgunlaştırılma yöntemleri (IMMERZ, 1991)

Fiziksel olgunlaştırma pratikte; ya silolarda veya çift cidarlı olgunlaştırma tanklarında yapılır. Bu işlem değişik şekilde monte edilmiş sistem içinde yapılabilir (Şekil 6).

Şekil a'da soğutulmuş krema siloya gönderilmekte ve siloda krema olgunlaştırıcısının pompalanana kadar geldiği sıcaklık derecesinde tutulmaktadır. Bu arada asitleştirmede uygulanan sıcaklığa veya fraksiyonlarına ayırma sıcaklığına ısıtılır.

Şekil b'de görülen sistemin avantajı; kremanın yayıklamaya verilmeden önce aynı yağ derecesi, aynı sıcaklık derecesi ve aynı asitlik derecesine getirilmek suretiyle standardize edilmesidir. Silonun arkasına konulan ısı değiştirici ile istenilen yayıklama sıcaklığı elde edilebilmektedir.

Şekil c'de ise bütün sıcaklık-zaman hareketi silolarda ve ısı değiştiricilerde gerçekleşmektedir. Silo A'ya düşük derecede soğutulmuş krema gönderilir. 2-3 saat sonra silo B'ye pompalanırken fraksiyonlarına ayırma sıcaklığı uygulanabilir. Fraksiyonlaşma için öngörülen sürenin sonunda diğer bir ısı değiştiriciden geçerek silo C'ye pompalanır. Burada yayıklamaya kadar muhafaza edilebilir.

KREMANIN BİYOLOJİK OLGUNLAŞTIRILMASI

Biyolojik olgunlaştırmanın; kremanın daha iyi yayıklanması, tereyağında arzulanan hoş aromanın elde edilmesi, kremadan tereyağı eldesinde randımının yükselmesi, iyi işlenirse tereyağının daha uzun süre dayanması gibi olumlu sonuçları vardır.

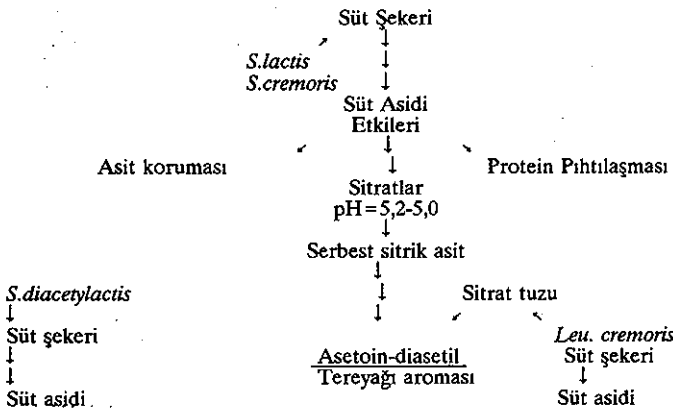
Biyolojik olgunlaşmada söz konusu olan asitlik ve aroma maddeleri oluşumu olaylarını birbirinden ayrı olarak yorumlamak mümkün değildir. Çünkü aroma maddeleri vasıtasıyla aroma oluşumu süt asidinin ortamda bulunmasına, başka bir ifadeyle uygun pH değerine ulaşılmış olmasına bağlıdır.

Biyolojik Olgunlaştırma Olayının Mekanizması

Kremanın biyolojik olgunlaştırılması; kremanın asit ve aroma maddeleri meydana getirecek mikroorganizmin uygun miktarlarda karışımlarını içeren kültür ile aşılması sonucunda kremada süt asidi, diasetil ve asetoin gibi maddelerin oluşturulması işlemidir.

Kültür mikroorganizmi; süt asidi oluşturan *S. lactis* ve *S. cremoris*, sitrattan asetoin ve diasetil oluşturan *S. diacetylactis* ve *Leu. cremoris*'dir (SCHMID, 1991).

Biyolojik olgunlaştırma sırasında önce *S. lactis* ve *S. cremoris* faaliyet göstererek laktozdan süt asidi oluşturup pH değerini 5,0'a getirir ve aroma maddeleri oluşumuna uygun ortam yaratırlar. Bakterilerin simbiyoz faaliyetleri sonucunda kremada oluşan biyolojik olaylar şematik olarak Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Süt şekeri ve sitratlardan süt asidi ve aroma maddeleri oluşumu (WESSINGER, 1981)

aroma maddesi miktarı ise 15-30 mg/kg düzeyindedir (WESSINGER, 1981).

Biyolojik Olgunlaştırma Yöntemleri

Çizelge 1. Alnarp yöntemi (WESSINGER, 1981)

İyot sayısı	Isıl İşlem (°C)			İlave edilen işletme kültürü (%)
	A	B	C	
<28	8	21	20	1
28-29	8	21	16	2-3
30-31	8	20	13	5
32-34	6	19	12	5
35-37	6	17	11	6
38-39	6	15	10	7
>40	20	8	11	5

A: Soğutma sıcaklık derecesi B: Isıtma veya asitleştirme sıcaklık derecesi
C: Olgunlaştırma derecesi

altına alınabilmektedir. Sıcaklık derecesi ve zaman arasındaki ilişki yağın bileşimine bağlı olup, ilave edilen kültür miktarı da iyot sayısı ile ilgili olmaktadır. Alnarp yöntemi adı ile bilinen yöntemde; yağın iyot sayısı, ısıl işlem ve ilave edilen kültür miktarı arasındaki ilişki Çizelge 1'de verilmiştir.

Tereyağında diasetil oluşumu 0,3-0,6 mg/kg düzeyindedir. Diasetil miktarını yükseltmek amacıyla diasetil içeren kültürden % 1-2 ve 10^3 adet/ml süt asidi bakterisi içeren kültürden % 0,5-0,7 oranında ilave edilerek tereyağında 2-3 mg/kg diasetil düzeyine ulaşıp duyu kalitesi üstün tereyağı elde edilmiştir. Ancak bu karışımın özel olarak hazırlanması gerekmektedir.

Aroma maddeleri miktarı tereyağında 0,5-1 mg/kg ise hafif aromalı, 1-3 mg/kg düzeyinde ise tam aromalı olmaktadır. İşletme kültüründe bulunması gereken

Ekşi kremadan tereyağı yapımında biyolojik olgunlaştırma fiziksel olgunlaştırma ile birlikte yürümektedir. Fiziksel olgunlaştırma için önerilen yöntemlerden biri olan soğuk-ılık-soğuk uygulaması bir taraftan; iyot sayısına göre yağ asitlerinin erime durumları, diğer taraftan asit oluşturan bakterilerin aktiviteleri üzerinde etkilidir. Olgunlaştırma sırasında pH değerindeki düşme, sıcaklık derecesinin düzeyi ve ilave edilen starter kültürün miktarı ile kontrol

Burada ılık faz önemli olmaktadır. Bu fazda sıcaklık derecesi ne kadar düşük ise, ilave edilen kültür miktarı o kadar fazla olmaktadır. İlık faz süresi pH derecesine göre tayin edilip, pH değeri 5,5-5,2 olana kadar devam etmelidir. Takibeden soğutma fazında da kremanın asitliği gelişmeye devam eder. Yayıklama işleminden önce asitlik ~4,8 pH olmalıdır (WESSINGER, 1981).

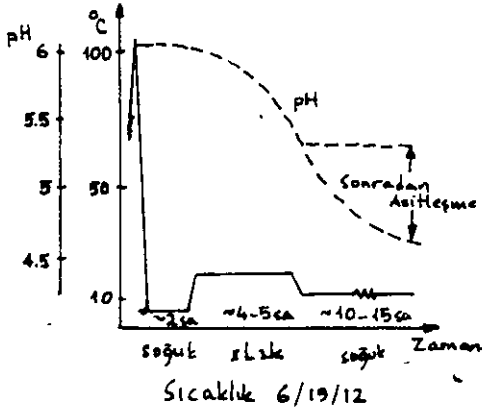
Kremanın biyolojik olgunlaştırılmasında Şekil 6'da verilen sistem uygulanabilir. Buna göre 3 farklı yöntem ortaya çıkar (WESSINGER, 1981).

a. Krema soğutulur ve siloya gönderilir. Siloya gelen tatlı krema olgunlaştırma tanklarına pompalanana kadar soğuk olarak muhafaza edilir. Sonra ısı değiştiriciden geçirilerek olgunlaştırma sıcaklığına kadar ısıtılır. Olgunlaştırma tanklarında kültür ilavesi ile istenilen asitliğe ulaşana kadar muhafaza

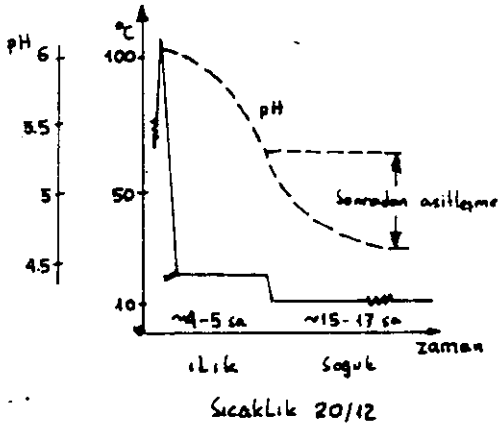
edilip, daha sonra tereyağlaştırma sıcaklığına soğutulur. Bu aşamada gerekirse plakalı ısı değiştiriciler kullanılır (Şekil 8).

b. Krema önce olgunlaştırma tankında olgunlaştırılır, ısı değiştiriciden geçirilip siloya gönderilir. Siloda yayıklama sıcaklığından biraz düşük sıcaklıkta birkaç gün depolanabilir. Ancak 1 gün bekletilmesi önerilmektedir. Süre sonunda ısı değiştiriciden geçirilerek yayıklama sıcaklığına getirilir (Şekil 9).

c. Krema soğutulur ve birinci siloya gönderilir ve burada fiziksel olgunlaştırma için 2-3 saat depolanır. Takiben plakalı ısı değiştiriciden geçirilerek 2. siloda asitleştirilmeye bırakılır. Buradaki asitleşme ve fraksiyonlaşma zamanı sona erdikten sonra krema bir başka ısı değiştiriciden geçirilip 3. siloya gönderilir ve orada yayıklama sıcaklığı üzerinde veya altında bir sıcaklıkta muhafaza edilir. Sonra ısı değiştiriciden geçirilerek yayıklama sıcaklığına getirilir (Şekil 6 c).



Şekil 8. Soğuk-ılık-soğuk yöntemi (WESSINGER, 1981)



Şekil 9. İlık-soğuk yöntemi (WESSINGER, 1981)

KAYNAKLAR

- IMMERZ, I. 1991. Buttereitechnologie Rahmreifung. Deutsche Milchwirtschaft 9, 255-258.
- KESSLER, N.G. 1976. Molkereitechnologie. Verlag A. Kessler, 8050 Freising, Deutschland, 588 sayfa.
- SCHMID, L. 1991. Kulturenzüchtung in der Buttereitechnologie. Deutsche Milchwirtschaft 5, 131-134.
- THOMSEN, W. 1980. Feinheiten der Buttereitechnologie. Deutsche Milchwirtschaft, 17, 654-662.
- WARMUTH, E. 1991. Wirtschaftlichkeits- und Qualitätsfragen bei mildgesauerter Butter. Deutsche Molkerei Zeitung, 29, 890-895.
- WESSINGER, L. 1981. Fachkunde für Lebensmitteltechnologie-Milchverarbeitung Volkswirtschaftlicher Verlag, München. 320 sayfa.