

PEYNİR TEKNOLOJİSİ_2

Sütün mayalanması (Sütün pıhtılaştırılması)

Peynir işlenecek sütün pıhtılaştırılması, peynir yapım aşamalarının en önemlilerinden birisidir. Başta da belirtildiği gibi (Bkz. 5.2) pıhtılaştırma ya organik asitlerle (asitle pıhtılaştırma) ya da peynir mayası ile, yani proteolitik enzimlerle (enzimle pıhtılaştırma) gerçekleştirilmektedir. Yalnız, peynirlerin çoğunun yapımında süt değişik kaynaklardan elde edilen enzimleri içeren peynir mayaları ile pıhtılaştırılır.

a- Sütün asitle pıhtılaştırılması

Sütün asitliğinin artması (bu değişik şekillerde olabilir) kazeinlerin asidik karakterdeki fonksiyonel gruplarının (aspartik, glutamik ve fosforin rezidüleri) iyonizasyonunu geriletir. Bu durum, kazein misellerinin yüzey potansiyellerinin azalmasına ve kazeinlerin kalsiyum bağlama kapasitelerinin düşmesine, başka bir deyişle kalsiyumun çözünürlüğünün artmasına yol açar. Bunun sonucunda da, kalsiyum ve inorganik fosfatın ayrılması, yani misellerin demineralizasyonu gerçekleşir. Ortamın pH'sı 5.7-5.8 olduğunda koloidal kalsiyum fosfatın yaklaşık % 50'si misellerden ayrılır. Bu aşamadan sonra, misel yapısındaki parçalanmalar nedeniyle, sütün reolojik niteliklerinde meydana gelen değişimler gözlemlenebilir. Asitliğin artması esnasında, misellerde ve kazeinlerin dördüncü yapılarında önemli değişimler olur, pH 4.8 civarına düştüğünde demineralizasyon hemen hemen tamamlanır, pH değerinin 4.6'ya, yani izoelektrik noktasına dönüşmesiyle yükün nötrlenmesi ve hidrasyonun (su içeriğinin) önemli ölçüde azalması, kazeinin koloidal durumunu kaybederek çökmesine neden olur. Oluşan pıhtı, bir asit pıhtısı olup, önemli ölçüde modifiye ve demineralize olmuş alt-miseller (sub-micelles) ve bunların arasına hapsedilmiş su fazından oluşan bir protein ağı niteliği taşır. Oldukça kırılabilir bir yapı gösteren asit pıhtısında kazein, misellerdeki kompleks yapısını kaybetmiş durumdadır. Asit pıhtısının reolojik karakteristikleri genel olarak sütün niteliklerine (protein konsantrasyonu vb) ve asidifikasyon koşullarına (sıcaklık, pH vb) bağlıdır. Bu dönüşüm aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

Kalsiyum kazeinat - fosfat kompleksi + laktik asit → (Koloidal)

Asit kazein jeli + kalsiyum laktat + kalsiyum fosfat
(çözünmez) (çözünür) (çözünür)

b- Sütün enzimle pıhtılaştırılması

Dünyada üretilen peynirlerin büyük bölümü (yaklaşık % 75), sütün özel proteolitik enzimlerle pıhtılaştırılması ile elde edilmektedir. Bu enzimlerin kullanıma hazır hale getirilmiş şekilleri de peynir mayası (rennet) olarak bilinmektedir.

Sütün enzimle, başka bir deyişle peynir mayası ile pıhtılaştırılması üç aşamada gerçekleşir. Bunlar; enzimatik aşama, agregasyon (kümeleşme) aşaması ve jelleşme aşamasıdır. Enzimatik aşamada κ -kazein, peynir mayasındaki asit proteazlar (rennin) tarafından gerçekleştirilen sınırlı bir proteoliz ile Phe-Met (fenilalanin-metiyonin) (105-106) bağından parçalanarak para- κ -kazein ve kazeinomakropeptit (glikomakropeptit) olmak üzere iki kısma ayrılır. Bunlardan para- κ -kazein oldukça hidrofobik olup miseller üzerinde tutulur. Kazeinomakropeptit ise, hidrofilik olup, misellerden ayrılarak seruma geçer. Bu durum, κ -kazeinin misel stabilitesi üzerindeki koruyucu etkisinin kaybolmasına ve pıhtılaştırma için bir zeminin oluşmasına neden olur. Enzimatik aşamada pH, ısı işlem, enzim konsantrasyonu ve iyonik kuvvet etkili olmaktadır. pH'nin 6,7'den 5,0'e doğru düşmesi proteolizi hızlandırır. Bu aşamada iyonik kuvvetin optimum bir düzeyde ($\pm 0,05$) olması önemlidir. β -laktoglobülin, κ -kazein interaksyonuna neden olacak düzeydeki ısı işlemler, substrat enzim bağlanmasını güçleştirmektedir. Enzimatik aşamada ortam sıcaklığının etkisi çok önemli değildir. Çünkü reaksiyonun Q_{10} değeri 2-4 arasındadır. Bununla birlikte bu aşama için verilen optimum pH değeri 6,0, sıcaklık değeri ise 4 °C - 30 °C'dir.

Misellerdeki κ -kazeinin en azından %85'i enzim etkisiyle parçalandıktan sonra, stabiliteyi bozan kazein miselleri, iyon halinde kalsiyum varlığında, birbirleriyle birleşerek gözle görülebilir pıhtılar oluştururlar. Bu bir agregasyon (kümeleşme) olayıdır. Bazı kaynaklarda bir miselin agregasyonu katılabilirliği için, misel üzerindeki κ -kazeinin yaklaşık %97'nin parçalanmasının gerekli olduğu belirtilmektedir. Bu reaksiyon, yani agregasyon aşaması sıcaklığa çok bağımlıdır ($Q_{10}=12-16$). Süte uygulanan ısı işlem, serum proteinlerinin denatürasyonuna, sütün koloidal ve iyon halindeki kalsiyum miktarında değişimlere neden olduğu için, misellerin agregasyonunda etkili olmaktadır.

Kümeleşen kazein miselleri birleşmeye devam ederek daha büyük partikülleri, bunlar da bir protein ağını, yani protein jelini oluşturur. Bu aşama jelleşme aşaması olarak değerlendirilir. Kazeinin enzimle (rennetle) pıhtılaşması aşağıdaki şekilde gösterilebilir.

κ -kazein _____ rennet _____ Para- κ -kazein + Glikomakropeptit
(koloidal) (çözünür)

Para- κ -kazein _____ Ca^{+2} _____ Dikalsiyum-para kazein
(pıhtı, jel)

Sütün enzimle pıhtılaşmasında, süte enzim ilavesinden kesilebilir nitelikte bir pıhtı oluşuncaya kadar geçen toplam pıhtılaşma süresi (coagulation time veya set-to-cut time) iki kısımdan oluşur: a) enzim ilavesinden gözle görülebilir pıhtıların oluşmasına kadar geçen süre, yani pıhtı oluşma süresi (renneting time); b) gözle görülebilir pıhtıların oluşmasından pıhtının kesilebilir bir nitelik kazanmasına kadar geçen süre, yani pıhtının sıkılaşma süresi (clot-to-cut time). Pıhtı oluşma süresi ile pıhtı sıkılaşma süresi arasında genelde az değişken olan bir oran vardır. Bu oran çeşitli faktörlere (ısı işlem, sütün türü vb) bağlı olarak değişebilmektedir. Bununla birlikte genel olarak birinci bölüm yani pıhtı oluşma süresi, sıkılaşma süresinin 1/3'ü kadardır. Süte ilave edilecek maya miktarının belirlenmesinde bu oran dikkate alınır.

Pıhtı kesim olgunluğunun belirlenmesi

Pıhtı kesim olgunluğunun belirlenmesi, peynir kalitesi, randıman yönünden son derece önemlidir. Kesim sırasında pıhtının belirli bir sertlikte olması ve kesime karşı yeterli bir direnç göstermesi gerekir. Eğer pıhtı erken yani, yumuşakken kesilirse, pıhtı tozu denilen parçacıklar oluşmakta, böylece, yağ ve protein kaybı ortaya çıkarak randıman düşmektedir. Ayrıca, pıhtıda fazla su kalması nedeniyle, olgunlaşma döneminde sorunlar ortaya çıkmaktadır. Pıhtı geç kesilirse, sertleşmesi nedeniyle işlenmesi güçleşir. Aynı zamanda pıhtıda oluşan kopmalar sonucu kayıplar artar ve randımanda düşme olur. Bu nedenle pıhtının en yüksek elastikiyete eriştiği anda kesilmesi gerekir. Bu anın belirlenmesinde yani, pıhtı kesim olgunluğunun belirlenmesinde, enstrümental ve ampirik yöntemler kullanılmaktadır. Pıhtı kesim olgunluğunun doğru belirlenmesi için "Lactodynamograph" vb aletler geliştirilmiş olmakla birlikte, pratikte daha çok ampirik yöntemler kullanılmaktadır. Uzun gözlem ve deneylerin sonucu olarak bulunan ampirik yöntemler; teorik yöntem, pıhtının kesilmesi yöntemi, pıhtının tekne kenarından ayrılması yöntemi ve asitlik belirleme yöntemidir.

Pıhtının kesim zamanı, pıhtı oluşma süresi ve pıhtı sıkılaşma süresi dikkate alınarak teorik olarak hesapla belirlenebilir. Bunun yanında pıhtının bir bıçakla düzgün bir şekilde kesilmesiyle de saptanabilir. Eğer pıhtı düzgün bir şekilde parçalanmadan ayrılıyorsa ve dağılmadan alınabiliyorsa, berrak yeşilimsi-sarı renkte peyniraltı suyu ayrılıyorsa, pıhtı kesime hazır hale gelmiş demektir. Ayrıca, pıhtıya tekne kenarına yakın bir yerden, basınç uygulandığında (elle ve başka bir şekilde), pıhtı tekne kenarından kolaylıkla (yırılmadan) ayrılabiliriyorsa kesim zamanı gelmiş demektir. Bunlar yanında, mayalama sıcaklığında tutulan peynir sütünün asitliğinin artışı dikkate alınarak da kesim zamanı belirlenir. Sert ve yarı sert peynirlerde asitlikteki artış 1.0-1.5 °SH, yumuşak peynirlerde ise 1.5-2.0 °SH düzeyindedir. Eğer peyniraltı suyunun asitliğine göre karar verilecekse, bunun maya katımındaki sütün asitliğinden 1.5-2.0 °SH düşük olması gerekir.

Pıhtıya uygulanan işlemler

Pıhtıya, kesim olgunluğuna geldiğinde peyniraltı suyunun ayrılması ve istenilen özelliklerin kazandırılması amacıyla değişik işlemler yapılır.

- Pıhtının kesilmesi ve sinerez

Kesim olgunluğuna gelen pıhtı, peyniraltı suyunun ayrılması ve pıhtıya istenilen şeklin verilmesi için, önce pıhtı kesim bıçakları yardımıyla değişik boyutlarda kesilir.

Genel bir kural olarak, sert ve yarı sert peynirlerin yapımında pıhtı küçük (pirinç, bezelye iriliğinde), yumuşak peynirlerin yapımında ise büyük (fındık, ceviz iriliğinde) kesilir. Kesim işlemi değişik şekillerde yapılabilir. Yumuşak peynirlerde genel olarak bir defada gerçekleştirilirken, sert peynirlerde süreklilik

gösterir. Böyle durumlarda kesme bıçaklarının hızları iyi ayarlanmalıdır. Kesme işleminin yapılması sırasında pıhtının tozlanmaması yani, kırıntı oluşmaması gerekir.

Sinerez, pıhtılaşılan proteinlerin oluşturduğu düzenli bağların kasılması olayıdır. Sinerezle birlikte peyniraltı suyu pıhtıdan yavaş yavaş ayrılır. Süzülme, sinerezin bir sonucu olup, değişik şekillerde gerçekleşebilir. Yalnız, sinerez çoğu kez peyniraltı suyunun pıhtıdan ayrılması anlamında kullanılmaktadır. Yoğurta istenmeyen sinerez, peynir yapımının temel aşamalarından biridir. Çünkü pıhtının su içeriği, peynir kalitesini etkileyen önemli bir faktördür.

Sinerezi etkileyen birçok faktör vardır. Bunlar aynı zamanda pıhtının reolojik niteliklerini de etkilerler (Çizelge 5.5). Bunların yanında pıhtıya uygulanan işlemler de sinerezi etkilemektedir. Bunlar; pıhtının kesilmesi, pıhtının karıştırılması, pıhtının ısıtılması, pıhtının peyniraltı suyundan ayrılması ve tuz ilavesi gibi faktörlerdir.

Pıhtının küçük boyutlarda kesilmesi sinerezi artırır. Çünkü, pıhtının küçük boyutlarda kesilmesi yüzey alanını artırır. Ayrıca, serum içinde pıhtının karıştırılması da sinerezi artırır. Bu işlem daha çok sert ve yarı sert peynirlerin yapımında pıhtıdan daha fazla peyniraltı suyunun alınması için yapılır. Karıştırma işlemi genel olarak teknedeki bıçak sistemi yardımıyla gerçekleştirilir. Hızlı karıştırma pıhtıda parçalanmalara neden olur.

Çizelge 5.5. Sinerez ve pıhtının reolojik niteliklerine etki eden faktörler

Faktörler	Reolojik niteliğe etki	Sinereze etki
pH'nin düşmesi (6.6 → 6.0)	+	+
Sıcaklığın yükselmesi (25°C → 35°C)	+	+
Maya miktarının artması	+	+
Kalsiyum klorür ilavesi	+	+
Sütün yağ içeriğinin artması	+/-	-
Sütün protein içeriğinin artması	+	+
Sütün homojenizasyonu	-	-
Sütün soğukta depolanması	-	-
Pastörizasyon sıcaklığının artması	-	-
Koyulaştırma	+	-

(+) Olumlu etki

(-) Olumsuz etki

Sinerez oranı daha da artırılmak istendiğinde, pıhtı ısıtılarak sıcaklık derecesi yükseltilir. Kaşar, Cheddar ve bazı sert peynirlerin yapımında bu tip uygulamalar yer almaktadır. Yumuşak peynir çeşitlerinde ise, bu tip uygulamalara gerek yoktur. Bu tip peynirlerin yapımında kesilen pıhtının boyutları büyüktür, süzülme pıhtı kendi haline bırakılarak gerçekleştirilir. Serum içinde tutulan pıhtıda sinerez gecikir. Bu nedenle pıhtının serum dışına alınması sinerez üzerinde hızlandırıcı bir etki yapmaktadır. Bazı yumuşak peynirlerin yapımında pıhtı teknenin dibinde toplanarak serumdan ayrılır. Sıcaklığın artırılması sinerezi artırmaktadır. Ancak, yüksek derecelere çıkılması (örneğin; 46°C'den 57°C'ye), sinerez de önemli bir artış oluşturmamaktadır. Pıhtının ısıtılması sonucunda istenilen reolojik niteliklerde (esnek, sıkı) pıhtı taneleri elde edilir. Ayrıca, pıhtının asitliği kontrol altına alınır ve istenmeyen mikroorganizmaların gelişmesi kısmen durdurulur. Pıhtının ısıtılmasında, sert ve yarı sert peynirlerde 36-45°C'lere, çok sert peynirler de ise en yüksek 56°C'ye çıkarılır. Sıcaklığın artırılması direkt veya indirekt olarak yapılabilir. Pıhtı tanelerinin yüzeyinde zar oluşumunu engelleyebilmek için ısı işlem kademeli olarak yapılmalıdır. Yani, sıcaklık birden arttırılmamalıdır. Ayrıca, ısıtma zamanı da iyi belirlenmelidir. Asitliğin artması da sinerezi hızlandırmaktadır. Yalnız, pıhtı pH'sının 5'den küçük olması durumunda sinerez yavaşlamaktadır. Pıhtıya düşük oranlarda tuz ilavesi de sinerezi artırmaktadır. Oran yüksek olursa ters etki yapar.

- Pıhtıya uygulanan diğer işlemler

Bu temel işlemlerden başka, peynir çeşidine göre pıhtıya daha değişik işlemler de uygulanır. Bazı peynir çeşitlerinde (Edam, Gouda), asitliği düzenlemek ve daha yumuşak bir tat elde etmek amacıyla pıhtı, peyniraltı suyu karışımına sıcak su ilave edilir.

Bazı peynir çeşitlerinde (Cheddar) ise, pıhtı belirli bir düzeyde asitlendirilir. Yani bir fermentasyon aşaması geçirdikten sonra kalıplanır. Plastikleştirilmiş telemelerden elde edilen peynir çeşitlerine Pasta

Filata (plastik teleme) peynirleri denir. Kaşar, Mozzarella bu tip peynirlere örnek gösterilebilir. Bu tip peynirlerin yapımında pıhtı önce hafif preslenir, sonra fermentasyona bırakılır. Bu aşamada demineralizasyon gerçekleşir ve kalsiyumun bir kısmı kalsiyum laktat haline dönüşür. Yani, toplam kalsiyum içindeki çözülmüş kalsiyum oranı %5'lerden %40'lara yükselir. Bu dönüşümün düzeyi çok önemlidir. Çünkü pıhtının işlenebilirlik özelliklerini belirler. Bu dönüşüm aşağıdaki gibi gösterilebilir.

Pıhtıdan çıkan peyniraltı suyunun ortamdan uzaklaştırılması yani süzülme, değişik şekillerde yapılabilir. Pıhtıdan peyniraltı suyunun süzülmesi, yumuşak peynirlerin yapımında pıhtı kesiminden hemen sonra yapılır. Fakat, sert ve yarı sert peynirlerde pıhtı tanelerinin istenilen özellikleri kazanmasından (kalıplama olgunluğuna gelme) sonra yapılır. Süzme bezleri (cendere bezi) kullanılarak ya da delikli metal tekneler veya süzme düzenekleri (titreşimli süzme bantarı, süzme silindirleri vb.) yardımıyla yapılabilir. Bazı durumlarda pıhtı, peyniraltı suyu karışımı direkt olarak kalıplara aktararak süzme kalıplarda gerçekleştirilir. Bazı peynirlerin yapımında ise, pıhtı peynir teknesinin kenarlarına toplanarak süzülür. Özel kalıplarda şekillendirilen pıhtının kalıplara alınabilmesi için kalıplama olgunluğuna gelmesi gerekir. Burada, pıhtının asitliği, tane iriliği ve tane kıvamı belirleyici faktörlerdir. Peynir kalıpları paslanmaz çelikten, PP (Polipropilen) ve PVC (Polivinil klorür) gibi plastiklerden yapılabilir. Çoğunlukla dikdörtgen, kare ve dairesel şekillerde olan kalıplar kullanılır.

Telemenin (Taze peynirin) preslenmesi ve şekil verme

Pıhtının tam olarak süzülmesi ve istenilen kuru madde oranına erişmesi için yapılan son işlem preslemedir. Pıhtı ya direkt olarak (Beyaz peynirlerde olduğu gibi) yada kalıplandıktan sonra, pıhtı tanelerinin kaynaşmasını hızlandırmak, kalan peynir suyunu uzaklaştırmak, peynire şekil vermek ve kabuk oluşumunu kolaylaştırmak amacıyla preslenir. Pıhtının peyniraltı suyundan ayrılarak, birleşmesi ve kaynaşması yani teleme (taze peynir) haline dönüşmesi gerekir. Dış basınç ortadan kaldırıldığında teleme aldığı yeni şekli korumalıdır. Bu da preslemeyle gerçekleştirilir. Pıhtının şekillendirilmesi, pıhtının bileşimiyle önemli ölçüde ilişkilidir. Şekillendirme 5.2 – 5.3 pH'larda kolaylaşır. pH'nın daha düşük değerlere ulaşması deformasyonu güçleştirir. Pıhtının su içeriği ve sıcaklık derecesi de şekillendirmede etkilidir. Pıhtı yüksek sıcaklıkta (60 °C ve üzeri), pH değeri de uygunsa (burada pıhtının kalsiyum içeriği önemlidir) hamur haline geçebilir. Kaşar ve Mozzarella peynirlerinin üretimi bu şekilde yapılır. Şekillenebilirlik özelliği düşük olan telemelerden elde edilen peynirlerde yapısal bozukluklar (delik, çatlak vb.) oluşur.

Pıhtının kaynaşması bir kaç gün içinde tamamlanır. Kabuk oluşumu üzerinde pıhtı taneciklerinin su içeriği ve sıcaklığı, basınç ve baskılama süresi etkilidir. Bunun yanında evaporasyon kabuk tabakasının kalınlığını ve sertliğini ayarlar. Çok hızlı evaporasyon çatlakların oluşmasına neden olur.

Presleme, ya kendi ağırlığı ile baskılama şeklinde ya da özel presler kullanılarak yapılır. Presleme düşük basınçla başlamalı ve basınç kademeli olarak artırılmalıdır. Baskı işlemi erken başlarsa ve yüksek basınç uygulanırsa peynirde kalan su artar. Ayrıca presleme öncesinde ve esnasında hızlı sıcaklık düşüşlerinden kaçınılmalıdır. Çünkü bu durum pıhtı taneciklerinin kaynaşmasını ve kabuk oluşumunu engeller. Presleme ile peynir kalitesi arasında sıkı bir ilişki olduğu için preslemede basınç, süre, asitlik ve sıcaklık gibi parametrelere dikkat edilmelidir.

Tuzlama

Kesilerek, peyniraltı suyu ayrılan pıhtı, yapılacak peynir çeşidine göre değişik aşamalarda ve farklı şekillerde tuzlanır. Peynirlerin hemen hemen tamamı bölüm 5.3.2.4'te belirtilen amaçlar doğrultusunda tuzlanır. Tuzlama farklı yöntemlerle yapılabilir. Peynir teknolojisinde uygulanan tuzlama yöntemleri şunlardır:

- a- Süte tuz katılması (Domiate)
- b- Pıhtı, peyniraltı suyu karışımına tuz katılması
- c- Kuru tuzlama
 - 1- Telemeye kuru tuz katılması
 - 2- Kalıplanmış (şekillendirilmiş) peynirlerin yüzeyine kuru tuzun sürülmesi (Kaşar, Blue cheese)
- d- Salamurada tuzlama (Beyaz vd)
- e- İki yöntemin birlikte kullanımı ile (kombina) yapılan tuzlama (Mozzarella)

Süte tuz katılması

Bu yöntem, çiğ sütün korunmasının zor olduğu sıcak ülkelerde uygulanan bir yöntemdir. Daha çok çiğ sütün korunmasına yönelik olan bu yöntemde, süte %5-15 oranlarında tuz ilave edilir. Yöntem, sütün pıhtılaşma niteliğini olumsuz etkiler. Pıhtılaşma süresi uzar, pıhtı sıklığı azalır. Ayrıca peyniraltı suyunu

değerlendirmek zorlaşır. Bu yöntem Mısır'da üretilen Damiati peynirinde uygulanmakla birlikte kullanımı çok sınırlıdır.

Pıhtı, peyniraltı suyu karışımına tuz katılması

Peyniraltı suyunun bir kısmının (%10-30) ayrılmasından sonra, geride kalan pıhtı-peyniraltı suyu karışımına tuz katılarak uygulanır. Bu şekilde yapılan tuzlamada, pıhtıdan suyun ayrılması kolaylaşır. Ayrıca, pıhtıdaki bakteri ve enzim aktiviteleri kontrol edilebilir. Yalnız bu yöntemde peynir suyunun değerlendirilmesi güçleşir, peynir yeterince tuzlanmadığı için daha sonraki aşamalarda ek tuzlamaya gereksinim duyulabilir. Yöntem daha çok yumuşak peynirlerin yapımında kullanılır.

- Kuru tuzlama

Çok kullanılan bir yöntemdir. İki şekilde uygulanır:

1) Peyniraltı suyu ayrılmış, yani süzülmesi tamamlanmış telemeye kuru tuz katılarak karıştırılır. Cheddar ve Tulum peynirlerinde tuzlama bu şekilde yapılır.

2) Preslenmiş ve şekillendirilmiş taze peynirlerin yüzeyi kuru tuzla ovulur. Bu şekilde yapılan tuzlama, Kaşar Tilsit, Emmental gibi peynirlerin yapımında kullanılır. Birinci şekil suyun ayrılması, **bakteri ve enzim aktivitelerinin kontrol edilmesi yönlerinden ikinci şekle göre daha etkilidir**. Ayrıca ikinci şekilde yapılan kuru tuzlama daha zahmetlidir. Birkaç kere yapılması gerekir. Yalnız, yüzeyde yapılan kuru tuzlama kabuk oluşumunu kolaylaştırır. Bazı peynirlerde ise, kırmızı-kahverengi renkli smear denilen tabakanın oluşumunu sağlar.

- Salamurada tuzlama

En yaygın kullanılan yöntemdir. Şekillendirilmiş peynirler, %14-24 tuz içeren salamuralara daldırılarak tuzlanır. Diğerlerine göre, verimliliği yüksek olan bir yöntemdir. Peynir tuz geçişi daha homojen olur.

- ✓ Salamuradaki tuz konsantrasyonu sert peynirlerde %20-24, yarı sert peynirlerde %18-21 ve yumuşak peynirlerde %16-20 düzeyinde olmalıdır.
- ✓ Tuz konsantrasyonu kesinlikle %10'un altına düşmemelidir.
- ✓ Salamura sıcaklığı, sert ve yarı sert peynirler için 8-16°C, yumuşak peynirler için ise, 16-20°C'dir.
- ✓ Salamuranın asitliği de telemeninkine uygun olmalıdır. Örneğin; yumuşak peynirlerde düşük (4.6-4.7 pH), sert ve yarı sert peynirlerde ise biraz yüksek (4.7-5.1 pH) olmalıdır.

Salamurada tuzlamada telemenin yüzey alanı, yağ ve su içeriği ve asitliği tuz geçişinde etkili faktörlerdir. Salamurayla ilgili faktörler ise, salamuranın tuz konsantrasyonu, sıcaklığı ve asitliğidir. Ayrıca, tuz geçişinde salamurada kalma süresi de önemli etkiye sahiptir.

- İki yöntemin birlikte kullanımı ile (Kombine) yapılan tuzlama

Bazı durumlarda yukarıda belirtilen tuzlama yöntemleri birlikte de kullanılabilir. Örneğin, Mozzarella peynirinin yapımında telemeye kuru tuz katılır, daha sonra peynirler salamurada tuzlanır. Bunlar yanında, telemenin haşlandığı durumlarda haşlama suyuna tuz katarak da (Kaşar peynirinde olduğu gibi) tuzlama yapılabilir.

Taze peynirin (Telemenin) olgunlaştırılması

Peynirler genel olarak olgunlaştırıldıktan sonra tüketilenler ve olgunlaştırılmadan tüketilenler olmak üzere ikiye ayrılır. Peynir mayası kullanılarak üretilen peynirler, esas olarak olgunlaştırıldıktan sonra tüketilirler ve dünyada üretilen peynirlerin büyük bölümünü oluşturur.

Olgunlaşma; her peynir çeşidinin kendine özgü, yapı, tat ve aroma gibi özellikleri kazanabilmesi için, belirli koşullarda (sıcaklık, nem vb), belirli bir sürede geçirdiği değişimlerin tamamıdır. Bu aşamada, taze peynirde, fiziksel, mikrobiyolojik ve enzimatik etkileşimler sonucu karmaşık biyokimyasal olaylar meydana gelir. Olgunlaşma aşamasında, telemadaki enzimlerin etkisiyle, glikoliz, proteoliz ve lipoliz gibi enzimatik reaksiyonlar gerçekleşmekte, bunların sonucunda da, asitler, alkoller, esterler, aldehytlar, ketonlar, hidrokarbonlar, peptitler, aminoasitler, aminler ve benzeri maddeler meydana gelmekte, böylece peynir kendine özgü yapı, tat ve aroma gibi özellikleri kazanmaktadır (Şekil 5.7).

Olgunlaşmada etkili olan enzimler, esas olarak, peynir mayası (rennet) enzimleri, sütün doğal enzimleri ve starter kültür olarak kullanılan mikroorganizmaların enzimleridir. Bunlar yanında kontamine olmuş mikroorganizmalar da olgunlaşmada etkili olmaktadır. Olgunlaşmayı hızlandırmak için ilave enzimler kullanıldığında, bunlarda olgunlaşmada etkili olmaktadır. Çoğu durumda peynirin karakteristik özelliklerini, ikincil mikroorganizmalar olarak nitelendirilen kontaminantlar belirler.

Olgunlaşmada meydana gelen değişimlerden birisi, laktozun laktik aside dönüşmesidir. Telemadaki

laktozun tamamına yakın bölümü birkaç gün içinde laktik aside dönüşür. Ortamda heterofermentatif laktik asit bakterileri bulunması durumunda, laktozdan laktik asidin yanı sıra asetik asit, etil alkol, propiyonik asit, formik asit, asetaldehit, diasetil ve CO₂ gibi ürünler de oluşur. Oluşan laktik asit, peynirin kalitesini (yapı, tat vd) etkiler. Bu nedenle, sert ve yarı sert peynirlerde asitlik 5.0-5.2 pH düzeyinde olurken, yumuşak peynirlerde 4.6 pH'ya kadar düşebilmektedir. Özellikle Emmental gibi gözlü peynirlerde laktat fermentasyonu, CO₂ üretimi, dolayısıyla göz oluşumu açısından önemlidir.

Peynir olgunlaşmasındaki önemli değişimlerden birisi de proteolizdir. Proteolizde kazein önce büyük molekül ağırlıklı peptitlere, daha sonra da küçük molekül ağırlıklı peptitlere ve ardından da serbest aminoasitlere parçalanır. Oluşan aminoasitler olgunlaşmanın ileri aşamalarında dekarboksilasyon, deaminasyon ve transaminasyon yoluyla parçalanır. Aminoasitlerin parçalanmasıyla, aminler, amonyak, ketoasitler, aldehitler gibi ürünler oluşur.

Proteolizin ilk aşamasında pıhtılaştırıcı enzimler etkili olmaktadır. Burada, peynir mayalarının içerdikleri enzimlerin pıhtıda tutulma oranları da belirleyici bir faktördür. Çünkü pıhtılaştırıcı enzimlerin pıhtıda tutulma oranları birçok faktöre bağlı olarak değişir. Bu faktörlerin en önemlisi pıhtının asitliğidir. Örneğin; pH 5.2'de rennin enziminin pıhtıda tutulma oranı % 80'lere çıkmaktadır.

Proteolizin ileriki aşamalarında, starter kültür enzimleri ve diğer kaynaklardan (sütten, kontaminatlardan) gelen enzimler etkili olmaktadır. Bu parçalanmalar sonucu oluşan ürünlerin farklı tatları vardır. Örneğin; prolin amino asidi tatlı, triptofan amino asidi acıdır. Bu nedenle proteolizin düzeyi iyi ayarlanmalıdır. Yetersiz proteoliz gibi, fazla proteoliz de peynirlerde kusurlara neden olur.

Olgunlaşma aşamasında meydana gelen değişimlerden birisi de lipolizdir. Lipidlerin enzimatik yolla parçalanması telemde bulunan lipolitik enzimler tarafından gerçekleştirilir. Bu parçalanmalar sonunda başlangıçta yağ asitleri ve alkoller oluşur. Daha sonra bunlardan ikincil ürünler oluşmaktadır. (Şekil 5.9). Bu değişimlerde β-keto asitler, metil ketonlar, ikincil alkoller, laktonlar oluşmaktadır. Edam, Emmental gibi peynirlerde yağ çok az değişime uğrar. Roquefort, Stilton gibi küflü peynirlerde ise lipoliz teşvik edilir. Aynı şekilde, bazı İtalyan peynirlerinde (Provolone vb.) de keskin bir tat elde etmek için lipaz preparatları kullanılmaktadır. Lipoliz sonucunda ortaya çıkan yağ asitleri ve onların parçalanmaları sonucu ortaya çıkan ikincil ürünler, peynirin tat ve aromasında aminoasitler ve onların parçalanma ürünlerinden daha etkilidir. Olgunlaşma önemsiz düzeylerde oksidasyon da oluşabilmektedir. Peynirin tat ve aroması, yukarıda belirttiğimiz gibi çok karmaşık biyokimyasal olaylar sonucu oluşan yüzlerce bileşiğin meydana getirdiği kompleks bir oluşumdur. Bu karışımda öne çıkanlar ise, alkoller, aldehitler, ketonlar, laktonlar ve esterlerdir.

Peynir olgunlaşmasında alkoller (2,3-bütandiol, 2-pentanol, 1-bütanol, 1-heptanol, 3-metil-1-bütanol vd.), laktoz metabolizması, metil ketonların indirgenmesi, aminoasit metabolizması ve linoleik veya linolenik asitin parçalanması gibi yollarla oluşabilir.

Aldehitler (hekzanal, pentanal, oktanal, dekanal, nonanal, asetaldehit, bütanal vd.) ise, çoğunlukla aminoasitlerin transaminasyonu sonucu oluşan metabolitlerin dekarboksilasyonu ile oluşurlar. Ayrıca bunlar doymamış yağ asitlerinin β-oksidasyonu ile de oluşabilirler.

Ketonlar (diasetil, asetoin, 2-heptanon, 2-pentanon vd.), sitrat metabolizması yoluyla ya da serbest yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu veya dekarboksilasyon yolu ile oluşmaktadır.

Esterler (etil asetat vd.) ise, yağ asitleriyle alkollerin reaksiyonu (esterleşme) sonucu oluşurlar.

Peynir olgunlaştırma koşulları, olgunlaşmanın seyrini, düzeyini ve içeriğini etkiler. Bu nedenle, olgunlaşma ortamının (depoların) sıcaklığı, nem içeriği ve hava kompozisyonu olgunlaşmayı etkiler. Bu yüzden her peynir çeşidi için belli bir olgunlaşma sıcaklığı ve bağıl nem içeriği vardır. Örneğin; sert ve yarı sert peynirler %80-90 bağıl nem içeren ortamlarda, yumuşak peynirler ise %85-90 bağıl nem içeren ortamlarda olgunlaştırılırlar. Peynirlerin olgunlaşma sıcaklıkları ise oldukça değişkendir (4-25 °C). Ayrıca olgunlaştırmanın değişik aşamalarında farklı sıcaklık dereceleri kullanılabilir. Bunun yanında olgunlaşmada, peynirin su içeriği, tuz içeriği, enzim içeriği ve asitliği de çok önemlidir.

Olgunlaşmada etkili olan bir faktör de süredir. Genel olarak yumuşak peynirlerin olgunlaşma süresi (10-30 gün) kısa, sert ve yarı sert peynirlerin ise uzundur (3-12 ay).

Peynirin randımanı

Randıman, belirli ağırlıktaki sütte elde edilen peynir miktarı olarak tanımlanmaktadır.

$$\text{Teorik randıman, \%} = \frac{50 \times \text{süt kurumaddesi (\%)}}{\text{Peynir kurumaddesi (\%)}}$$

Gerçek randıman ise aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\text{Gerçek randıman, \%} = \frac{\text{Peynirin ağırlığı (kg)}}{\text{Sütün ağırlığı (kg)}} \times 100$$

$$\text{Nemi ayarlanmış randıman (\%)} = \text{gerçek ran.} \times \frac{100 - \text{peynirin gerçek nemi}}{100 - \text{istenen sabit nem}}$$

$$\text{Nemi ayarlanmış randıman (\%)} = 10 \times \frac{100 - 45}{100 - 40} = 9,16 \text{ olur.}$$

Genel olarak, bu üç şekilde belirlenen peynir randımanını bir çok faktör etkiler. Bunlar; sütün bileşimi ve özellikleri, süte uygulanan işlemler (soğutma, ısıtma işlemi, homojenizasyon vb.), kullanılan peynir mayası, starter kültür ve katkı maddeleri gibi faktörlerdir.

KAYNAKLAR

- Akın, N. 2004. Modern Süt Ürünleri Teknolojisi. Damla Ofset. Konya. 375 s.
- Gürsel, A., Avşar, Y. K., Koçak, C. 1994. Peynir Mayasıyla Oluşan Pıhtılarda Sinerez. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 19, Ankara. 29 s.
- Aydemir, S., Koçak, C. 2007. Peynir Randımanı ve Peynir Randımanına Etki Eden Faktörler. Bizim Büro Basımevi, Ankara. 95 s.
- Bintrnis, T., Robinson, R. K. 2004. A Study of The Adjunct Cultures on The Aroma Compounds of Feta-Type cheese. Food chem., 88 (3): 435-441.
- Collins, Y. F., Mc Sweeney, P. L. H., Wilkinson, M. G. 2003. Lipolysis and Free Fatty Acid Catabolism in Cheese: A Review of Current Knowledge. Int. Dairy J., 13 (11): 841-866.
- Davies, F. L., Law, B. A. 1984. Advances in The Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk. Elsevier Applied Science Publishers. London and New York. 260 s.
- Eck, A. 1986. Cheesemaking, Science and Technology. Second edition. Lavoisier Publishing Inc. New York. 540 s.
- Eralp, M., 1974. Peynir Teknolojisi. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 533, Ankara. 331 s.
- Fox, P. F. 1999. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiyology. Vol I. Aspen Publishers Inc. 200 Orchard Ridge Drive Gaithersburg, MD 20878. 601 s.
- Fox, P.F. 1999. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiyology. Vol II. Aspen Publishers Inc. 200 Orchard Ridge Drive Gaithersburg, MD 20878. 577 s.
- Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., Mc Sweeney, P.L.H. 2000. Fundamentals of Cheese Science. Aspen Publihers Inc. Maryland. 587 s.
- Kocak, C. 1989. Süte Uygulanan Isıl İşlemlerin Sütün Peynir Mayası ile Pıhtılaşma Yeteneğine Etkisi. Bursa I. Uluslararası Gıda Sempozyumu Kitabı, Bursa, 203-206.
- Koçak, C. 1991. Peynir Yapımında Kullanılan Mayalar ve Özellikleri II. Milli Süt ve Ürünleri Sempozyumu (Her Yönüyle Peynir) Kitabı, Trakya Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Yayın No: 125, Tekirdağ, 88-99.
- Koçak, C. 1991. Mayalama Teknikleri ve Pıhtılaşma II. Milli Süt ve Ürünleri Sempozyumu (Her Yönüyle Peynir) Kitabı, Trakya Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Yayın No: 125, Tekirdağ, 100-107.
- Koçak, C. 1991. Peynirde Olgunlaştırmayı Hızlandırma Yöntemleri. Bursa II. Uluslararası Gıda Sempozyumu Kitabı, Bursa, 204-211.
- Koçak, C., Yetişmeyen, A., Atamer, M. 1994. Süt Endüstrisinde Starter Kültürler. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1362. 51 s.
- Koçak, C., Bozkurt, Ş. 2000. Peynir ve Beslenme. Gıda 2000, Gıda Teknolojisi ve Tarım Dergisi, Ocak 2000, 32-34.
- Oktar, E., Gönç S., Akalın, S. 1991. Peynir Teknolojisinde Kazan Sütüne Yapılacak Ön İşlemler. II. Milli

- Süt ve Ürünleri Sempozyumu (Her Yönüyle Peynir) Kitabı, Trakya Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayın No: 125. Tekirdağ, 57-71.
- Renner, E. 1983. Milk and Dairy Products in Human Nutrition. W. GmbH, Volkswirtschaftlicher Verlag, München. 450 s.
- Renner, E., Schauen, A. R. 1992. Nutrition Composition Table of Milk and Dairy Products. Verlag B. Renner D-6300 Giessen. 627 s.
- Robinson, R. K., 1986. Modern Dairy Technology. Vol. 2. Advances in Milk Products. Elsevier Applied Science Publishers, London and New York. 440 s.
- Scott, R. 1986. Cheesemaking Practice. Second edition. Elsevier Applied Science Publishers Ltd. London. 475 s.
- Spreer, E. 1998. Milk and Dairy Product Technology. Marcel Dekker Inc. New York. 483 s.
- Uraz, T., Ergül, E. 1989. Süt Asitliğinin Peynir Pıhtısının Süzülmesi ve Ayrılan Peyniraltı Suyunun Bileşimine Etkisi. Gıda Dergisi. 14 (6): 331-335.
- Üçüncü, M. 2004. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi. Cilt 1. Meta Basım. İzmir. 543 s.
- Üçüncü, M. 2004. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi. Cilt 2. Meta Basım. İzmir. 693 s.
- Walstra, P., Jenness, R. 1984. Dairy Chemistry and Physics, New York. 467 s.
- Yetişmeyen, A. 1995. Süt Teknolojisi. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1420. Ankara, 229 s.
- Yetişmeyen, A. (Editör). 2010. Süt Teknolojisi (Bölüm 1), Ankara Üniversitesi Yayınları No:1560, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, Türkiye, 298 sayfa. ISBN: 978-975-482-750-7.