

PEYNİR TEKNOLOJİSİ_1

Peynirin Tanımı ve Besin Değeri

Peynir, dünyanın hemen hemen her yerinde, değişik tür sütlerden yapılan bir süt ürünüdür. Peynir, genel olarak, sütün pıhtılaştırılması, pıhtıdan peyniraltı suyunun ayrılması, daha sonra da pıhtının değişik şekillerde işlenmesiyle elde edilmektedir. Peynir yapımında esas olarak, inek, koyun, keçi ve manda sütü kullanılmaktadır. Bunların yanında, peynir yapımında, krema, peyniraltı suyu, yayıkaltı, rekombine ve rekonstitüe sütler veya bunların kendi aralarındaki karışımları da kullanılabilir. Örneğin; sadece peyniraltı suyundan peynir (Lor) yapılabildiği gibi, peyniraltı suyu ile değişik yağ oranı içeren sütler karıştırılarak, bu karışımdan da peynir (Ricotta) yapılabilir. Peynir yapımında temel işlemlerden birisi olan pıhtılaştırma, peynir mayası (proteolitik enzim) ya da zararsız organik asitler kullanılarak yapılabildiği gibi, bunların birlikte kullanımı da mümkündür. Bazı durumlarda pıhtının elde edilmesinde ısı işlem de kullanılmaktadır (Lor peynirinde olduğu gibi).

Dünyada üretilen peynirlerin yaklaşık % 75'ini sütün peynir mayasıyla pıhtılaştırılması sonucu elde edilen peynirler oluşturmaktadır. Bu tip peynirler genel olarak olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen peynirlerdir. Geri kalan % 25'lik bölümü ise, sütün zararsız organik asitlerle pıhtılaştırılması sonucu elde edilen peynirler oluşturmaktadır. Bu tip peynir, genel olarak taze tüketilen peynirlerdir.

Dünyada üretilen sütün yaklaşık üçte biri peynire işlenmektedir. Bu nedenle peynir evrensel bir süt ürünüdür. Yalnız peynirin ilk defa nerede ve ne zaman yapıldığına dair bilgiler çok net değildir. Genel inanış, peynirin günümüzden 8000 yıl önce sütün ekşimesi sonucu pıhtılaşması ile Mezopotamya'da bulunduğu yönündedir. Bu konuda peynirin sütün koyun midesinden yapılmış bir tulum içinde taşınırken pıhtılaşması sonucu bulunduğunu belirtenler olduğu gibi, sütün tesadüfen ekşimesi sonucu bulunduğu görüşünde olanlar da vardır. Yalnız, yaygın olan görüş, peynirin iklim koşullarının etkisi ile özellikle sıcak yerlerde sütün, laktik asit bakterilerinin oluşturduğu laktik asit fermantasyonu sonucu ekşimesi ve pıhtılaşması ile bulunduğu yönündedir.

Peynirle ilgili bilgilerin yer aldığı çok sayıda kaynak bulunmakla birlikte, peynir üretiminin başlangıç dönemlerine ilişkin bilgiler yetersizdir. Bununla birlikte peynir üretimi uygarlıkların yayılmasında önemli bir etken olmuştur. Manastırların peynir teknolojisinin gelişmesine ve birçok peynir çeşidinin ortaya çıkmasına büyük katkıları olmuştur. İlk peynirlerin Avrasya'da yapıldığı söylenebilir. Fakat dünyada üretilen önemli peynirlerin (Cheddar, Roquefort, Gouda, Emmental vb.) anavatanı Avrupa'dır.

Peynir esas olarak protein, yağ, mineraller ve su içerir. Bunların yanında peynirde vitaminler organik asitler ve iz elementler de bulunur. Bunlar içerisinde protein ve yağ, hem peynirin yapısal özellikleri, hem de besin değeri üzerinde etkili olan iki önemli bileşendir. Peynirin bileşimi çeşide göre oldukça değişkendir. Özellikle yağ oranındaki değişim peynirin bileşimini oldukça etkiler.

Peynirlerin Sınıflandırılması

Dünyada yüzlerce çeşit peynir üretilmektedir. Çeşit sayısı, bazılarına göre 4000, bazılarına göre 2000, bazılarına göre ise, 1000 civarındadır. Peynir çeşitlerinin belirlenmesi ve tanımlanması konusunda çalışmalar yapan Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF) ise, 500'den fazla peynir çeşidini belirleyip, tanımlamıştır. Yalnız, bu sayı gerçek peynir çeşidi sayısını tam olarak yansıtmamaktadır. Bu konudaki çalışmalar tamamlandığında gerçek çeşit sayısı ortaya çıkacaktır.

Çok sayıda, farklı özelliklere sahip peynirin bulunması, peynirlerin sınıflandırılmasını oldukça güçleştirmektedir. Bununla birlikte peynirler aşağıdaki temel ölçütler kullanılarak sınıflandırılabilir.

Peynirlerin sınıflandırılmasında kullanılan temel ölçütler;

1. Pıhtının elde edilme yöntemi

a- Peynir mayası ile pıhtılaştırma (Beyaz, Kaşar, Gouda vd)

Bu tip pıhtılar 6.6 pH ile 5.8 pH aralığında, genel olarak da 6.3 pH ile 6.5 pH aralığında elde edilir.

b- Zararsız organik asitle pıhtılaştırma (Cottage, Quark vd)

Bu tip pıhtıların elde edilmesinde sütün asitliği, sütün kendi haline bırakarak, süte direkt veya indirekt olarak organik asit ilave ederek ya da süte laktik asit bakterileri katılarak yükseltilir. Asit pıhtıları genel olarak 4.6 pH ile 5.2 pH aralığında elde edilir. Pıhtılaştırmada ısı işlemi de kullanıldığı durumlarda pH değerini daha yukarıya çekmek (Ricotta üretiminde 80°C'de, 6.0 pH'da olduğu gibi) mümkündür.

c- Isıl işlemle pıhtılaştırma (Lor vd.)

Süt proteinlerinin pıhtılaşmasında esas etkili olanlar, peynir mayası ve organik asit (kazein) ile ısı işlemidir (serum proteinleri). Belirli bir düzeye kadar sütün sıcaklık derecesini yükseltmek, peynir mayası ve asitle olan pıhtılaşmaları kolaylaştırır ve pıhtı niteliğini etkiler. Aynı şekilde, sütün asitliğinin artması da peynir mayası ve ısı işlemle gerçekleşen pıhtılaşmaları kolaylaştırır. Ayrıca, bazı peynirlerin (Ricotta) yapımında asit pıhtısı ile ısı işlem pıhtısı birlikte bulunur ki, bu tip pıhtılara ısı işlem/asit pıhtısı denir. Peynir yapılırken sütün pastörizasyonunda, yüksek sıcaklık derecelerine (75-80°C) çıkılması durumlarında da, ısı işlem pıhtısı oluşmaktadır. Bazı durumlarda maya/asit veya asit/maya pıhtılarından söz etmek de mümkündür. Yalnız, dünyada üretilen peynirlerin tamamına yakın bölümünün maya (%75) ve asit (%25) pıhtısından elde edildiğini de unutmamak gerekir.

2. Peynirin su (ya da toplam kurumadde) içeriği

- a- Çok sert (Parmesan, Romano vd)
- b- Sert (Ras, Cheddar vd.)
- c- Yarı sert (Mohan vd)
- d- Yarı yumuşak (Limburger, Roquefort vd.)
- e- Yumuşak vb.(Brie, Cottage vd.)

Bu ölçüte göre değerlendirme toplam su içeriği, ya da toplam kurumadde içeriğine göre yapılabildiği gibi, yağsız peynir kitlesindeki su oranına (Wff) göre de yapılabilir. Genel olarak peynirlerin yüzde Wff değerleri <51 ile > 67 arasındadır.

3. Peynirin kurumadde yağ içeriği

- a- Tam yağlı
- b- Yağlı
- c- Yarım yağlı
- d- Yavan vb.

Peynirlerin kurumadde yüzde yağ oranları genel olarak <10 ile >60 arasında değişir.

4. Kullanılan kültürler

- a- Laktik asit bakterileri (Beyaz, Cheddar vd.)
- b- Küfler (Roquefort, Camembert vd.)
- c- Laktik asit bakterileri ile birlikte diğer mikroorganizmalar (Limburg vd)

5. Peynir tekstürü

- a- Açık tekstür, gözlü (Emmental, Edam vd.)
- b- Kapalı tekstür, gözsüz (Kaşar, Beyaz vd.)
- c- Granüler, taneli vb. (Tulum, Tilsit, Cottage vd.)

6. Ülke kökeni ve diğer ölçütler

Ülke kökeni (Türk peyniri, Fransız peyniri vd.) süt türü (inek peyniri, koyun peyniri vd), olgunlaşma durumu (olgunlaşmış, taze) ve peynirin büyüklüğü ve şekli diğer ölçütlerdir. Bu temel ölçütler yanında peynir üretiminde kullanılan teknolojiye göre ; konsantrasyon, eritme, ultrafiltrasyon, pasta filata (plastik teleme) vd. teknikler kullanılarak üretilenler olarak da sınıflandırılabilir.

Peynir Yapımında Kullanılan Ham ve Yardımcı Maddeler

- Peynir hammaddesi olarak süt

Peynirin hammaddesi süttür. Peynir her tür süttten (inek, koyun, keçi, manda) yapılabilir. Ancak peynir yapımında yaygın olarak inek sütü kullanılmaktadır. Dünyada üretilen sütün büyük bölümünün (yaklaşık % 93) inek sütü olması da bunda önemli bir etkidir. Koyun sütü özellikle bileşim zenginliği yönünden peynir yapımına daha uygundur. Bu nedenle dünyada üretilen koyun sütlerinin tamamına yakın bir bölümü peynir üretiminde kullanılır. Ayrıca, koyun sütünden yapılan çok önemli peynirler (Roquefort gibi) de vardır. Keçi ve manda sütünden de peynir yapılmaktadır. Bu sütler değişik oranlarda karıştırılarak da peynir üretiminde kullanılabilir. Peynirin esas hammaddesi süt olmakla birlikte, peynir yapımında hammaddeyi zenginleştirmek ya da standardize etmek amacıyla krema, yavan süt, rekonstitüe ve rekombine sütler, peyniraltı suyu ve tuzu, değişik protein konsantreleri (sodyum kazeinat, yağsız süttözu, retentat) de kullanılabilir. Yalnız, bunların kullanımının gıda kodeksine uygun olması (hem kullanım izni yönünden, hem de özellikleri yönünden) ve peynir hammaddesi seçiminde dikkate alınan ve aşağıda verilen özellikleri de taşıması gerekir.

Peynir yapımında kullanılacak çiğ sütün duysal, teknik, fizyolojik ve hijyenik kalite özellikleri gıda kodeksine uygun olmalıdır. Bunlar yanında peynir yapımında kullanılacak sütlerin seçiminde aşağıdaki özelliklerinde dikkate alınması gerekir.

- Verimliliği artırmak, randımanı yükseltmek için peynire işlenecek süt, bileşim, özellikle de kazein ve yağ yönünden zengin olmalıdır. Çünkü kazeinin yaklaşık olarak % 94' ü, yağın ise % 92' si pıhtıda tutulmaktadır. Ayrıca süt proteinlerinin yapısal özelliklerindeki değişimler (polimorfizm) de randımanı etkiler.
- Süt, starter kültürlerin çalışmasını olumsuz yönde etkileyen ögeler (antibiyotik, deterjan ve dezenfektan kalıntıları, bakteriyofajlar, nisin, hidrojen peroksit vb) içermemelidir.
- Süt yavaş pıhtılaşma göstermemeli, sıkı pıhtı vermeli ve peyniraltı suyu pıhtıdan kolay ayrılmalıdır.
- Sütün peynirde bazı kusurların (şişme, yarık, çatlak, acılaşma vb) ortaya çıkmasına neden olan (koliform bakteriler, *Clostridium* ve *Bacillus* türü mikroorganizmalar) ögeler içermemesi gerekir.
- Laktasyon başı ve laktasyon sonu sütleri peynir yapımına pek uygun değildir. Özellikle de mastitisli hayvanlardan alınmış olmaması gerekir. Çünkü, mastitis; sütün ısı stabilitesini azaltır, pıhtılaşma süresini uzatır, asitlik gelişimini yavaşlatır, peyniraltı suyunun ayrılmasını güçleştirir ve olgunlaşmada sorunlar (acılaşma, istenmeyen kokuların oluşması vb) ortaya çıkmasına neden olur.

- Peynir yapımında kullanılan yardımcı maddeler

a- Peynir mayası (Sütü pıhtılaştırıcı enzimler)

Dünyada üretilen peynirlerin büyük bölümü, sütün bir pıhtılaştırıcı enzimle, yani peynir mayası ile pıhtılaştırılıp, elde edilen pıhtının değişik şekillerde işlenmesi ile elde edilmektedir. Değişik kaynaklardan (hayvansal, bitkisel ve mikrobiyel) elde edilip, kullanıma hazır hale getirilen pıhtılaştırıcı enzimlere peynir mayası adı verilmektedir. Peynir mayası yerine bazen sütü pıhtılaştırıcı enzim, bazen de rennet denilmektedir. Sütü pıhtılaştırıcı enzimlerin hepsi asit proteaz olup, bunlar kimozen (rennin), pepsin, tripsin (hayvansal kaynaklı), papain, bromelin, ricin (bitkisel kaynaklı) ve mikrobiyel enzimlerdir (*Mucor miehei*, *Mucor pusillus*, *Endothia parasitica*, *Bacillus subtilis* ve rekombinant kimozen elde edilmesinde kullanılan mikroorganizmalardan elde edilenler).

Değişik kaynaklardan elde edilen çok sayıda enzim sütü pıhtılaştırabilmektedir. Ancak, bir enzimin peynir mayası olarak kullanılabilmesinde sadece bu nitelik yeterli değildir. Ayrıca, proteolitik aktivitenin de dikkate alınması gerekir. Bu nedenle, bitkisel kaynaklı enzimlerin kullanımı, yüksek proteolitik aktiviteye sahip olmaları nedeniyle çok sınırlı kalmıştır. Aynı şekilde, bazı mikrobiyel enzimlerin peynir mayası olarak kullanımı da mümkün olmamıştır.

Bugün çoğunlukla buzağı şirdenlerinden elde edilen ve esas olarak kimozen (rennin) enzimi içeren peynir mayaları, (şirden mayası) peynir üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Şirden mayası (rennet), süt emme dönemindeki buzağı, kuzu ve oğlak midelerinin şirden (abomasum) bölümünden özütlenme yoluyla elde edilir. Henüz ot yemeye başlamadan kesilen buzağılardan alınan ve içerdiği enzime zarar vermeden temizlenen, kurutulan ya da dondurulan şirdenler maya üretiminde kullanılır. Üç bölümden (kardiya, fundus ve pylorus) oluşan şirdenin fundus bölümü enzim bakımından en zengin bölümdür. Bunu pylorus izler, kardiya da ise enzim yoktur. Şirden mayası, % 12-20 oranında tuz ve koruyucular içeren çözeltiler içerisine belirli oranlarda ilave edilen kıyılmış şirdenlerden enzimin özütlenmesi ile elde edilir. Özütleme işlemi tamamlandıktan sonra çözeltiden posa ayrılır, çözelti filtre edilerek tamamen temizlenir. Bu şekilde elde edilen sıvı maya teknik, fizyolojik, hijyenik ve duysal özellikleri yönünden kodekse uygun hale getirildikten sonra kullanıma hazır hale gelir. Sıvı şirden mayası tuz ile doyurularak toz veya tablet haline de dönüştürülebilir. Şirden mayaları genel olarak, % 88-94 oranında rennin (kimozen), % 6-12 oranında da pepsin enzimi içerirler. Doğumdan sonra geçen süreye ve beslenme durumuna göre bu oran değişebilir. Yalnız, rennin oranının azalması mayanın kalitesinin düşmesine neden olur. Bunun yanısıra, rennin yanında çeşitli kaynaklardan (sığır, domuz) elde edilmiş pepsin enzimi içeren (en fazla %50) mayalar da peynir yapımında kullanılabilir. Tavuk pepsini, peynir mayası olarak çok uygun bir enzim olmamakla birlikte İsrail'de kullanılmaktadır. Bununla birlikte pepsinin peynir mayası olarak kullanımının çok sınırlı olduğu ve diğer mayalar yanında kullanım miktarının dikkate alınmayacak düzeylerde bulunduğu söylenebilir.

Bitkisel kaynaklı pıhtılaştırıcı enzimler (papain, bromelin, ricin, ficin vb.) bitkilerin kök, gövde, tohum, çiçek, yaprak gibi belirli bölgelerinden değişik özütlenme yöntemleri kullanılarak elde edilebilir. Bunlar bitkisel kaynaklı peynir mayaları (vegetable rennet) olarak anılırlar. Yalnız, bunların kullanımı çok sınırlıdır. Çünkü, proteolitik aktiviteleri pıhtılaştırma aktivitelerine oranla çok daha fazladır. Proteolitik aktivitenin yüksek olması, randımanda düşüş, pıhtı niteliklerinde bozulma ve acı tat oluşumu gibi kusurlara neden olur.

Şirden mayası yanında, en fazla kullanılan peynir mayası mikrobiyel peynir mayasıdır. Mikrobiyel peynir mayalarını (mikrobal rennet) iki grup altında incelemek gerekir : a) Mikroorganizmalardan direkt olarak elde edilen proteolitik enzimlerden oluşan mikrobiyel peynir mayaları, b) rennin enzimi üretiminde görevli genetik materyalin belirli mikroorganizmalara (*Kluyveromyces lactis*, *Aspergillus niger var. awamori*) aktarılması sonucu, bu mikroorganizmaların ürettiği rennin enzimine özdeş enzimlerden oluşan mikrobiyel peynir mayaları. Birinci grupta yer alanlar esas olarak *Endothia parasitica*, *Mucor miehei* ve *Mucor pusillus* küflerinden elde edilen proteolitik enzimleri içeren mikrobiyel rennetlerdir. Bunlar fungal rennet olarak bilinir. Fungal rennetler peynir üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu grup içinde yer alan ve *Bacillus* türlerinden elde edilen bakteriyel rennetlerin ise, yüksek proteolitik aktiviteye sahip olmaları nedeniyle peynir mayası olarak kullanımları çok sınırlı kalmıştır. Çünkü, bu tip ürünlerin piyasada tutunamaması üretimlerinin durdurulmasına neden olmuştur.

İkinci grupta yer alan mikrobiyel peynir mayaları rekombinant rennet olarak bilinmektedir. Bunların içerdikleri enzimler rennin enzimi ile özdeştir. Bu nedenle şirden mayası ile aynı özellikleri taşımaktadırlar. Yalnız elde edilmiş yöntemi (GDO) tartışmalıdır.

Peynir mayaları peynir kalitesi üzerinde önemli etkiye sahip olduğu için, peynir teknolojisinde peynir mayalarının özellikleri üzerinde titizlikle durulması gerekir. Bunlar esas olarak, teknolojik (pıhtılaştırma gücü, proteolitik aktivite ve enzimin pıhtıda tutulma oranı), bakteriyolojik (hijyenik kalite) ve biyokimyasal (enzim homojenliği) özelliklerdir.

b- Starter kültürler

Peynirlerin çoğunun üretiminde süte, mayalamadan önce, her peynir çeşidi için özel olarak seçilmiş laktik asit bakterileri ilave edilir. Bu kültürler, sütte laktik asit oluşumunu başlattıkları için İngilizce'de kullanıldığı gibi (starter culture), starter kültür olarak adlandırılırlar. Aslında bu İngilizce ifadenin Türkçe karşılığı "başlatıcı kültür"dür. Bunlara bazen, laktik asit bakterileri içermeleri ve laktik asit oluşturmaları nedeniyle laktik kültürler de denir. Peynir üretiminde sadece laktik kültürler kullanılmaz. Bunların yanı sıra propiyonik asit bakterileri (*Propionibacterium freudenreichii subsp shermanii vd*), küfler (*Penicillium camemberti*, *P.roqueforti vd*) ve mayalar da kültür olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle belirli mikroorganizma suşları içeren bu kültürlere "saf kültür" ya da sadece "kültür" de denir. En doğru olan

ifadeler de bunlardır. Çünkü, “starter kültür” ifadesi sadece laktik kültürleri içermektedir. Bununla birlikte, süt endüstrisinde kullanılan saf kültürler, esas olarak laktik kültürlerden oluştuğu için, genel olarak “starter kültür” başlığı altında incelenir.

Starter kültürlerin temel işlevlerinden birincisi ve en önemlisi laktik asit üretmektir. Starter kültürlerin içerdikleri laktik asit bakterileri tarafından üretilen laktik asit; sütün peynir mayasıyla pıhtılaşmasını kolaylaştırır, peyniraltı suyunun pıhtıdan kolayca ayrılmasını sağlar, istenmeyen mikroorganizmaların peynirde gelişmesinin önlenmesine yardımcı olur (böylece peynirlerin raf ömrünün uzatılmasında etkili olur). Bunun yanında, starter kültürler peynirlerin istenilen yapı, tat ve aromayı kazanmasını sağlarlar. Laktik asit düzeyi ayrıca, pıhtıda tutulan kalsiyum ve peynir mayası(rennin) miktarını da etkiler. Peynir teknolojisinde kullanılan starter kültürler, asit ile tat ve aroma oluşturan mikroorganizma suşları içerirler. Starter kültürlerin faaliyet sonucu laktik asit, asetik asit, amino asitler, yağ asitleri, aldehitler, ketonlar, alkoller, laktonlar gibi tat ve aroma maddeleri oluşur.

Starter kültürler, optimum gelişme gösterdikleri sıcaklık derecelerine (mezofilik, termofilik), içerdikleri mikroorganizma suşlarına (karışık, tek ve çok suşlu), oluşturdukları metabolitlere (O, L, D ve DL kültürleri) ve ticari formlarına (sıvı, toz, dondurulmuş) göre gruplandırılırlar.

Bu ticari kültürler yanında, peynir üretiminde bir çok ülkede, özellikle de İtalya, Fransa, İsviçre ve Yunanistan gibi ülkelerde, peyniraltı suyundan ya da çiğ süttten hazırlanan ve genel olarak doğal kültür (Artisanal ya da Natural Culture), peyniraltı suyu kültürü olarak adlandırılan kültürler de kullanılmaktadır.

c- Kalsiyum klorür

Sütün peynir mayasıyla pıhtılaşabilmesi için ortamda yeterli miktarda iyon halinde kalsiyumun bulunması gerekir. Bu nedenle, iyon halindeki kalsiyum miktarının azalması, sütün peynir mayasıyla pıhtılaşmasını ve pıhtı niteliğini olumsuz yönde etkiler. Sütlerdeki kalsiyum yetersizliği iyon halindeki kalsiyum düzeyini etkiler. Yalnız peynir teknolojisinde kalsiyum yönünden olumsuzluk, esas olarak ısıtma işlemi sonucunda ortaya çıkar. Peynire işlenecek sütün 70 °C'nin üzerindeki sıcaklık derecelerinde ısıtma işlemi tabii tutulması çözünür fazdaki kalsiyum miktarının azalmasına, dolayısıyla da sütün peynir mayasıyla pıhtılaşmasında sorunlara yol açar.

Böyle durumlarda sütte kalsiyum klorür ilave edilerek pıhtılaşmadaki olumsuzluklar giderilmeye çalışılır. Süte ilave edilen kalsiyum klorür; sütün pıhtılaşmasını kolaylaştırır, istenilen nitelikte sıkı ve elastik bir pıhtı oluşumunu sağlar, peyniraltı suyuyla olan kayıpları azaltarak randımanda artışa neden olur, peyniraltı suyunun ayrılmasını kolaylaştırır ve telemin cendere bezine yapışmasını önler. Yalnız kullanılacak kalsiyum klorürün gıda kodeksine uygun olması gerekir.

d- Tuzlar

Peynir teknolojisinde, temel aşamalardan birisi tuzlama aşamasıdır. Bu amaçla sodyum klorür (NaCl), yani tuz kullanılır. Peynir çeşidine göre tuzlama, değişik şekillerde ve farklı aşamalarda yapılabilir. Tuz peynirin tat ve aromasını direkt ve indirekt (mikroorganizmaları ve enzimleri etkileyerek) etkiler. Sinerezi kolaylaştırarak, peyniraltı suyunun pıhtıdan ayrılmasına yardımcı olur ve peynirin su içeriğini düzenler. İstenmeyen mikroorganizmaların gelişmelerini ve aktivitelerini inhibe eder veya yavaşlatır. Böylece peynirlerin hijyenik yönden güvenilir olmasına yardımcı olur. Tuz, ayrıca, peynirdeki proteinlerde değişikliklere (çözünürlük, hidrasyon vd) neden olarak peynir tekstürü ve kabuk oluşumu üzerinde de etkili olmaktadır. Özellikle de peynirdeki mikrofloranın çalışmasını düzenleyerek bazı enzimlerin aktivitelerini durdurarak olgunlaşmanın seyrini kontrol eder.

Tuz, peynir teknolojisinde, yukarıdaki işlevlerinin birinden, bir kaçından veya tamamından yararlanmak amacıyla kullanılmaktadır. Fakat, kullanımında gıda kodeksine uygunluğuna dikkat edilmelidir. Ayrıca, tuzun tüketim açısından zararlı olduğu durumlarda (hipertansiyon vb), potasyum klorür, amonyum klorür gibi tuzlardan da yararlanılması düşünülmüş, fakat bunlardan çok olumlu sonuçlar alınmamıştır.

Peynir teknolojisinde kullanılan diğer bir tuz grubu da eritme tuzlarıdır. Bunlar eritme peynir üretiminde kullanılan fosfatlar (trisodyum ortofosfat, trisodyum difosfat vd) ve sitratlardır (disodyum sitrat, trisodyum sitrat vd).

Eritme tuzları, eritme peyniri üretiminde, kazeini çözerek krem haline dönüştürmek amacıyla kullanılır. Bunların yanı sıra eritme tuzları , pH ayarlayıcı ve tamponlayıcı etki ve bazı mikroorganizmalara (*Bacillus subtilis*, *Clostridium türleri vd*) karşı bakteriyostatik etki de gösterirler.

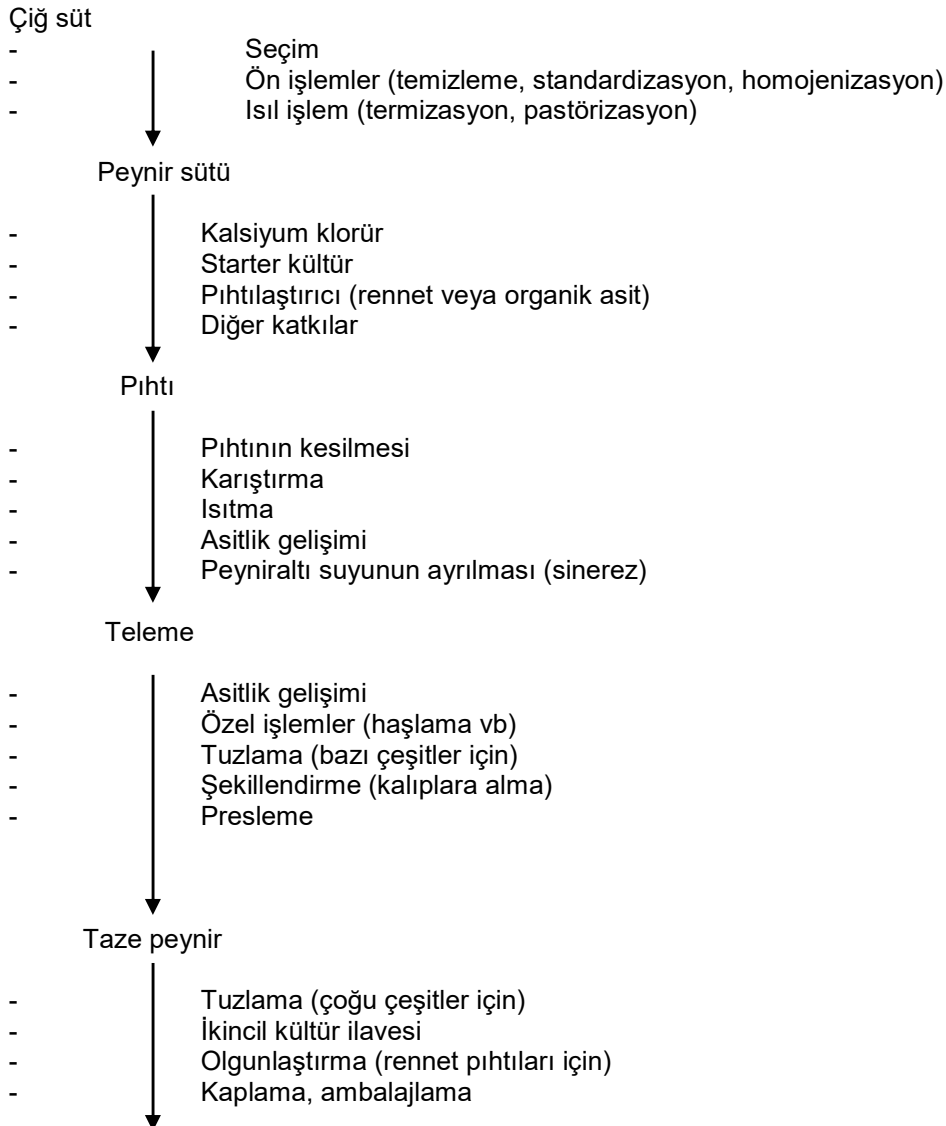
e- Koruyucular

Peynirlerde istenmeyen mikroorganizmalar tarafından oluşturulan kusurları (şişme, küflenme, mikotoksin üretme, acılaşıma vb) önlemek ve bulunması muhtemel patojenleri yok etmek amacıyla, nitratlar (sodyum nitrat, potasyum nitrat), nisin (bakteriyosin), lizozim (enzim), natamisin (bakteriyosin), hidrojen peroksit, sorbik asit ve tuzları, propiyonik asit ve laktik asit gibi koruyucular kullanılmaktadır. Bunlardan nitratlar, nisin ve lizozim esas olarak peynirdeki şişmelere karşı kullanılır. Natamisin, sorbik asit ve tuzları ve propiyonik asit ise küflere karşı kullanılır. Ancak, bunlar gıda kodekslerinde izin verildiği takdirde ve izin verilen oranlarda kullanılabilirler.

f- Diğerleri

Peynir üretiminde, izin verilmesi durumunda, renklendiriciler (karotenler, klorofiller, annatto vb), enzimler (lipaz ve proteazlar vb), tat ve aroma maddeleri ile diğer katkı maddeleri kullanılabilir.

Peynir Yapım Aşamaları



Olgun peynir

Şekil 5.1. Peynir yapımında genel aşamalar

Çok fazla peynir çeşidi bulunmasına rağmen, her peynirin yapımı bazı temel aşamalar içerir. Bunlar, sütün pıhtılaştırılması, pıhtının kesilmesi ve peyniraltı suyunun ayrılması, pıhtının toplanması, birleştirilmesi ve şekillendirilmesi gibi aşamalardır. Bu aşamalar yanında tuzlama, olgunlaştırma gibi aşamalar da çoğu peynirlerin yapımında kullanılan yapım aşamalarıdır. Bunların yanı sıra, bazı peynir çeşitlerinin yapımında daha değişik işlem basamakları (örneğin; fermentasyon, haşlama vb) da bulunmaktadır. Bütün bunlar dikkate alınarak peynir yapımı aşağıdaki başlıklar altında incelenebilir.

- Sütün seçimi

Peynir her tür sütün yapılabilir. Fakat en yaygın kullanılan süt inek sütüdür. Peynire işlenecek sütün seçiminde 5.3.1' de verilen ölçütlerin dikkate alınması gerekir. Bu nedenle sütün bu ölçütler doğrultusunda duysal, teknik, fizyolojik ve hijyenik kalite özellikleri yönünden incelenerek uygun olanlar fabrikaya kabul edilir.

- Süte uygulanan ön işlemler

Fabrikaya kabul edilen sütün önce miktarı belirlenir. Sonra sütün, değişik süzgeçler veya filtreler kullanılarak önce kaba temizleme, ardından da klarifikatör adı verilen santrifüj separatörler yardımıyla gerçek temizleme işlemine tabi tutulurlar. Kaba temizleme işleminde saman, çöp vb büyük boyutlu kirler, klarifikatörlerle ise, epitel hücreler, kan pıhtıları, büyük bakteriler vb sütün ayrılır. Bu şekilde temizlenen sütün 6-8°C'ye soğutulurak çiğ süt depolama tanklarına alınır. Çiğ süt uzun süre soğukta depolanacaksa istenmeyen mikroorganizmaların çoğalmasını önlemek, ısıl işleme dayanıklı proteaz ve lipaz enzimlerinin oluşumunu engellemek amacıyla termizasyon işlemi (63-65°C'de 15-20 sn) uygulanabilir. Peynire işlenecek sütün yağ oranı, peynir kurumaddesinde bulunması istenen yağ oranı dikkate alınarak standardize edilir. Standardizasyon sütün kazein içeriği, genel olarak da protein içeriği dikkate alınarak gerçekleştirilir. Bu nedenle, değişik peynirler için, içerecekleri kurumaddede % yağ oranına göre, sütün % protein oranları da dikkate alınarak kazan sütünün standardize edileceği yağ oranlarını gösteren çizelgeler hazırlanmıştır.

Burada yapılması gereken, her peynir çeşidi için en uygun yağ/kazein oranının saptanması ve kazan sütünün yağ oranının buna göre standardize edilmesidir.

Standardizasyon işlemi, işlemeye hazır hale getirilmiş çiğ sütün ön ısıtmadan (50-60°C) sonra separatörlerden geçirilip, yağ oranlarının otomatik ya da yarı, otomatik olarak ayarlanmasıyla gerçekleştirilebilir. Bunun yanında standardizasyon işlemi, yağsız süt, krema, süt tozu vd kullanılarak da gerçekleştirilebilir.

Peynire işlenecek süte uygulanan ön işlemlerden birisi de homojenizasyon işlemidir. Yalnız, homojenizasyonun neden olduğu olumsuzluklar, yararlarından daha fazla olduğu için peynir teknolojisinde kullanımı sınırlıdır. Daha çok taze tüketilen peynirlerle yumuşak peynir çeşitlerinin üretiminde kullanılır. Bazen, ultrafiltrasyon tekniğinin olumsuzluklarını gidermek amacıyla da kullanılabilir. Homojenizasyon işlemi, yağın peynir kitlesinde daha homojen dağılmasını sağlayarak, düzgün bir yapıya, bazı peynir çeşitlerinde (Roquefort, Gorgonzola vb) ise istenen tat ve aromanın oluşmasına yardımcı olur. Ayrıca, yağ sızmasını önler, beyaz renk oluşumunu sağlar, peyniraltı suyuna geçen yağ miktarını azaltarak randıman artışına neden olur. Bunların yanında homojenizasyon, yumuşak, yetersiz sıklıkta ve fazla su tutan bir pıhtı oluşumuna neden olmaktadır. Homojenizasyon, aynı zamanda maliyeti yükseltmekte, bazı peynirlerde çeşitli tat ve koku kusurlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu yüzden peynir teknolojisinde daha çok kısmi homojenizasyon yöntemi kullanılır.

- Süte ısıl işlem uygulanması

Geleneksel peynir üretiminde, peynirler çiğ sütün yapılmakta idi. Bu uygulama yaygın bir şekilde

1940'lara kadar devam etmiştir. Bugün bile, Avrupa'da bazı önemli peynir çeşitleri çığ sütten yapılmaktadır. Yalnız, çığ sütün direkt olarak peynir yapımında kullanılması, hem halk sağlığı yönünden, hem de peynirde oluşabilecek kusurlar yönünden sakıncalıdır. Çünkü, çığ sütten yapılan peynirlerde patojenler bulunabileceği gibi, değişik kusurların (şişme, renk değişimi, acıma vb) ortaya çıkmasına neden olan mikroorganizmalar da bulunabilir. Bu yüzden peynire işlenecek sütlerin istenmeyen mikroorganizmalardan arındırılması gerekir. Bunun için kullanılan en yaygın yöntem ise, peynire işlenecek süte ısıtma işlemi uygulanmasıdır. Isıtma işlemi uygulamasının esas olarak üç amacı vardır. Bunlar;

- Çığ sütte bulunması muhtemel patojenlerle, diğer istenmeyen mikroorganizmaların vejetatif formlarını inaktif hale getirmek. Böylece, peynir yapımında kullanılacak starter kültürler için de uygun bir ortam hazırlanmış olur.
- Peynirin enzim ve mikroorganizma içeriğini belirli düzeylerde kontrol altına alarak, standart kalitede peynir üretimi gerçekleştirmek. Ayrıca, peynirlere belirli bir raf ömrü kazandırmak.
- Randımanı artırmak. Isıtma işlemi, serum proteinlerinin denatürasyonuna, pıhtının yağ tutma yeteneğinin artmasına ve minerallerin bir bölümünün çözünmez duruma geçmesine neden olarak, peynir randımanının % 3-4 dolayında artmasını sağlar. Yalnız bunun için ısıtma işleminin belirli bir düzeyin (70 °C) üzerinde olması gerekir. Bu nedenle, randıman artışı sağlayan uygulamalar, daha çok taze olarak tüketilen peynirlerin yapımında görülür. Burada olduğu gibi, birinci ve ikinci amaçların gerçekleştirilebilmesi için, süte uygulanan ısıtma işlemi normunun alkali fosfataz enzimini inaktif hale getirecek düzeylerde (72 °C /20 sn, 63-65 °C/ 30 dk, 68 °C / 10 dk) olması gerekir.

Ancak, peynire işlenecek çığ süte ısıtma işlemi uygulamasının bazı sakıncaları da vardır. Bunlar ;

- Isıtma işlemi normuna bağlı olarak değişik düzeylerde meydana gelen serum proteini denatürasyonu ve denatüre serum proteinleri (özellikle β -laktoglobulin) ile k-kazein arasındaki interaksiyon, sütün peynir mayası ile pıhtılaşmasında enzimatik ve enzimatik olmayan fazları olumsuz yönde etkiler. Bu etki denatürasyon oranının % 15'in üzerine çıkmasıyla belirginleşir.
- Isıtma işleminin diğer olumsuz etkisi ise, çözülmüş fazdaki kalsiyumun azalmasına neden olmasıdır. Isıtma işleminin etkisiyle çözülmüş halde bulunan kalsiyum fosfat koloidal hale dönüşür. Bunun sonucunda pıhtılaşmanın özellikle enzimatik olmayan aşamalarında olumsuzluklar ortaya çıkar.

Bu iki olumsuz etki sonucunda peynire işlenecek sütün peynir mayasıyla pıhtılaşma niteliğinde gerileme meydana gelir, pıhtılaşma süresi uzar, elde edilen pıhtı zayıf (gevşek) olur, pıhtıdan peyniraltı suyunun ayrılması zorlaşır. Sonuçta, peynir kalitesi olumsuz yönde etkilenir. Bu nedenle, özellikle peynir mayasıyla yapılan peynirlerde ısıtma işlemi uygulamalarının pastörizasyon düzeyinde (72 °C' de 15 sn) tutulması önerilir.

Ayrıca, ısıtma işlemi alternatif uygulamalar da mevcuttur. Yalnız aşağıda belirtilen bu uygulamalar peynir teknolojisinde yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bunlar; santrifüjal (baktöfugasyon) yöntemi, hidrojen peroksit ilavesi ve mikrofiltrasyon yöntemidir.

- Süte starter kültür katılması

Peynire işlenecek sütün asitliğinin, ısıtma işleminden (pastörizasyon) sonra, pıhtılaşma aşamasına geçmeden önce, belirli bir düzeye (genel olarak 6,3 pH-6,5 pH) getirilmesi gerekir. Asit pıhtılarında sütün asitliği daha aşağı pH değerlerine (4.6 pH ile 6.0 pH) çekilir. Bu nedenle pastörize edilip, mayalama sıcaklığına (28-34 °C) soğutulan süte starter kültür katılır. Çünkü ısıtma işlemi, peynir sütünün bakteriyolojik kalitesini standardize eden bir uygulama değildir.

Bu işlem sırasında sütteki, peynir olgunlaşmasına yardımcı olabilecek bir çok bakteri yok olmakta, bazı enzimlerde inaktif duruma gelmektedir. Bu durumda, peynire işlenecek süte ısıtma işleminden sonra starter kültür ilavesini zorunlu hale getirmektedir. 5.3.2.2'de de belirtildiği gibi starter kültürlerin temel işlevi laktik asit oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, starter kültürler, peynirlerin istenilen tat, aroma ve yapıyı kazanmasını da sağlarlar.

Peynir teknolojisinde kullanılan starter kültürlerin içeriği peynir çeşidine göre değişir. Kültürlerin işlevleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıklar dikkate alınarak her peynir çeşidine özgü kültür kombinasyonları oluşturulmaktadır. Örneğin; Beyaz peynir üretiminde kullanılacak starter kültürler, *Str. lactis*, *Lb. casei*, *Lb. plantarum*, *Lb. brevis* gibi bakteriler arasında farklı kombinasyonlar oluşturularak hazırlanmaktadır.

Starter kültürlerdeki bakteri kombinasyonlarının asit oluşturma hızları farklı (yavaş, orta ve hızlı) olabilir. Genel olarak, sert ve yarı sert peynirlerin üretiminde yavaş asit oluşturan, yumuşak peynirlerin üretiminde ise hızlı asit oluşturan starter kültürler kullanılır. Asit oluşumunun hızı ve düzeyi süte ilave edilecek starter kültür miktarıyla da kontrol edilebilir. Örneğin; sert ve yarı sert peynir üretiminde kullanılacak starter kültür miktarı % 0.2- % 1.0 düzeyinde olurken, yumuşak tip peynirlerin üretiminde bu oran % 2.0'lere çıkabilir.

- Kalsiyum klorür katılması

Peynire işlenecek sütlere, kalsiyum, özellikle de iyonize kalsiyum eksikliği söz konusu olduğu durumlarda (örneğin; ısıtma işlem uygulandığı durumlarda) 5.3.2.3'de belirtilen amaçlar doğrultusunda kalsiyum klorür ilave edilir. Katılacak miktar, 100 kg ya da 100 litre süte 10-20 gr kadardır. Bu amaçla kalsiyum klorür çözeltileri kullanılabilir. Pastörize edilerek mayalama sıcaklığına soğutulan sültere ilave edilen kalsiyum klorür miktarı % 0.02'yi geçmemelidir. Çünkü, fazla kullanıma durumunda hem pıhtı sıklığı azalmakta, hem de peynirde acı tat oluşabilmektedir.

- Süte ilave edilen diğer katkılar

Peynire işlenecek süte, mayalamadan önce, kalsiyum klorür, starter kültür yanında gereksinim duyulduğunda koruyucular (nitrat, lizozim, nisin), renklendiriciler ve değişik tat ve aroma maddeleri de katılabilir.

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.
- Bintnis, 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 Microbiology. Vol I. Aspen Publishers Inc. 200 Orchard Ridge Drive Gaithersburg, MD 20878. 601 s.
- Fox, P.F. 1999. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. 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 Publishers 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.