

## **SİNEREZ**

Kesim olgunluğuna gelen pıhtı PAS nun ayrılması ve istenilen şeklin verilmesi için bıçaklar yardımıyla değişik boyutlarda kesilir. Küçük işletmelerde basit ve elle kullanılan bıçaklardan yararlanılır. Büyük işletmelerde ise bıçaklar peynir teknesinin bir parçasının oluşturur ve otomatiktir.

Kesim işlemi kalite ve randımanı direk etkilediğinden dikkat gerektirir. Değişik şekillerde yapılabilir. Yumuşak peynirde genel olarak bir defada gerçekleştirilirken sert peynirlerde süreklilik gösterir. Bıçakların hızları iyi ayarlanmalıdır. Kesme işleminin yapılması sırasında kırıntı oluşmaması (pıhtının tozlanması) gerekir.

Sinerez işlemi peynir üretiminin temel aşaması olarak düşünölmekle birlikte; yoğurt, krem peynir ve quark gibi ürünlerde istenmeyen bir aşamadır. Sütün pıhtılaştırılmasıyla normal koşullarda oluşan pıhtılar başlangıçta stabil ve tek faz gibi görünür. Bunun nedeni pıhtının tankın iç yüzeyine yapışık gibi görünmesinden (hapsedilmiş) olmasından kaynaklanır. Buna karşın enzim pıhtısı kendiliğinden kasılma eğilimindedir ve sonuçta pıhtıdan PAS ayrılır. Bu şekilde pıhtı hacminin 2/3'ü kadar PAS pıhtıdan ayrılır. Dışardan basınç uygulandığında ise bu miktar % 90'lara kadar çıkabilmektedir.

Pıhtının süzölmesi/drenaj iki aşamada gerçekleşir.

- 1) Sinerezis: parakazein matriksinin kasılması büzölmesi
- 2) PAS'ın pıhtıdan ayrılması: sinerezis sonucunda PAS'ın dışarı atılması

Aslında süzölme sinerezisin bir sonucudur. Bazı çalışmalar bu iki farklı olay birlikte değerlendirilmekte parakazein matriksindeki kasılmalar sonucu PAS'ın ayrılması sinerez olarak tanımlanmaktadır. Bazı durumlarda pıhtılaşıma ile sinerez arasında kesin bir ayrımın

olmadığı sinerezisin pıhtılaşmanın bir devamı olarak değerlendirilmesine neden olmaktadır.

Peynir üretimindeki önemi:

- 1) Peynirin su içeriğinin düzenlenmesi sinerez ile sağlanmaktadır. Peynir rutubeti mikroorganizma ve enzim faaliyetlerini dolayısıyla da olgunlaşmanın biyokimyasını etkilemektedir. Su içeriğinin yüksek olması hızlı olgunlaşmaya, sonucunda da istenmeyen tat ve aroma gelişimine neden olur. Bu durumun ürünün raf ömrünü kısaltma riski bulunmaktadır. Bu nedenle sinerezisin kontrolüyle peynir bileşimi ve kalitesi standart hale getirilir.
- 2) Pıhtıdaki su oranına göre peynirler sert, yumuşak, yarı sert gibi sınıflara ayrılmaktadır. Bu nedenle sinerez oranı asitlik proteoliz gibi değişimlerin de katkısıyla peyniri kompozisyonunda ve sınıflandırılmasında etkili bir faktördür.
- 3) Sinerez oranı PAS ile olan yağ ve proteini kayıplarını etkiler. Peynir üretimi; yağ ve kazeinin konsantre edilmesi işlemidir. Bu nedenle laktoz, serum proteinleri ve çözünen tuzlar PAS ile ortamdan ayrılır. Buna ilaveten çok az da olsa yağ ve kazein kayıpları da görülebilir. Bu nedenle PAS ile olan kayıpları belirleyen önemli bir faktördür.
- 4) Sinerez temel olarak pıhtı tanelerinde oluşmaktadır. Bu nedenle taneciklerden ayrılan su miktarı tanelerin kıvamını etkiler bu durum da doğrudan pıhtı tanelerinin birleşip kaynaşmasında başka bir deyişle kalıplama olgunluğunda etkilidir.
- 5) Sinerez pıhtının şekillendirilmesinden sonra da görülebilir, bu duruma bağlı su kaybı dikkate alınmalıdır.

### **Sinerezi Ölçme Yöntemleri**

Sinerezisin ölçümünü gerçekleştirebilmek için geliştirilmiş birçok yöntem Walstra ve ark. (1985) tarafından değerlendirilmiştir. Yöntemlerin olumlu ve olumsuz yönleri ayrı, ayrı

incelenerek bunlardan önemli olanlar belirlenmiştir. Sinerezisin ölçümünde kullanılan bu yöntemler aşağıda verilmiştir.

- Pıhtının kesiminden sonra, Standard koşullarda pıhtıdan ayrılan PAS miktarının (hacim olarak) belirlenmesi. Bu ölçüm direkt veya indirekt olarak yapılabilir.
- PAS dışına alınan pıhtı parçalarının su içeriklerinde, hacimlerinde, yoğunluklarında ve boyutlarında meydana gelen değişiklikleri zaman, zaman belirlemek.
- Pıhtının elektrik direncindeki değişimlerin ölçülmesi. Buradan su içeriğinin belirlenmesi.

### **Sinerezisin Mekanizması**

Sinerezisin oluşumunda farklı mekanizmalar söz konusudur.

- Pıhtıyı oluşturan materyalin çözünürlüğünün ya da su tutma kapasitesinin azalması
- Parakazein misellerinden oluşan ağ yapısının yeniden düzenlenmesi (temel neden)
- Parakazein misellerinin oluşturduğu pıhtı parçacıklarının kasılması

Kazein misellerinin bileşimindeki değişimler önce pıhtılaşmayı ve devamında sinerezisi etkiler.  $\alpha$ - kazein ve  $\kappa$ -kazein miktarındaki değişim önemsiz görülürken,  $\beta$ -kazein miktarındaki artış sinerezisi önemli ölçüde artırır.

B-kazein ve ona bağlı olan fosfor tanecikleri pıhtı oluşumu ve sinerez sırasında miseller arası etkileşimde doğrudan yer alır ve  $\beta$ -kazeinin misel yüzeyine yöneliminde fosfat tanecikleri

önemli rol oynar. Bundan dolayı misellerden kısmi olarak fosforun ayrılması (defosforilizasyon) pıhtılaşmayı ve sinerezisi olumsuz etkiler.

Pıhtılaşma sırasında kazeinin parakazeine dönüşmesi sırasındaki su tutma kapasitesindeki azalmanın (dehidrasyon) sinereze neden olduğu belirtilmektedir. Dehidrasyon esas olarak kazein kompleksinden glikomakropeptidin seruma geçmesiyle oluşmakta ve parakazeinin su tutma kapasitesinde % 10 oranında azalmaya neden olmaktadır.

Parakazein moleküllerinden oluşan ağ yapısının yeniden düzenlenmesi sinerezinin en önemli nedenidir. Parakazein molekülleri jel içerisinde birbiriyle 2-4 arasında sınırlı bağ oluşturur. Ancak bu yapıdaki parakazein molekül yüzeylerinin pek çok reaktif bölgeler içerdiği ve yüzeylerinin büyük bir bölümünün diğer yüzeylerle temas etmediği tahmin edilmektedir. Bu moleküllerin daha sıkı bir yapı içerisinde yeniden düzenlenmesi bağ sayısını artırarak toplam serbest enerjiyi artıracaktır. Ancak moleküller böyle bir ağ yapısı içerisinde hareketsiz olduklarından kolayca sıkı bir bir konfigürasyon oluşturamazlar. Diğer bir ifadeyle yeni bağların oluşması için ağ yapısında değişiklik olması gerekmektedir. Miseller arasındaki bağ sayısının artmasında ise aşağıdaki faktörler etkili olmaktadır:

Moleküller arasındaki uzun mesafeli çekim kuvvetleri

Misel deformasyonları

Miseller üzerindeki ipliksi uzantıların termal hareketleri

Özellikle deforme olmuş miseller ve ipliksi uzantıların ısıya bağlı hareketleri aktif ise yeni bağlanma noktaları oluşacak, bunlar da gerilme kuvvetine yol açarak ipliksi yapıda kırılmalar oluşturacaktır. Bu kırılmalar da yeni bağların oluşmasına olanak sağlayacaktır. Gerçekleşen tüm bu değişimler ile ağ yapısı (tüm sistem) kasılma ve büzülme eğilimine girmektedir. Ağ yapısı içerisindeki bloklar kasıldığında tüm ağ yapısı buna bağlı olarak kasılacaktır. Sonuç olarak ağ yapısının yeniden düzenlenmesi sıkı bir yapının oluşmasına ve sinereze neden olmaktadır.