

Isıl İşlemin Sütün Kimyasal ve Biyokimyasal Niteliklere Etkisi

Süt Proteinlerine Etkisi

- Kazein ve serum proteinlerinin ısıya karşı gösterdikleri duyarlılık birbirinden farklıdır.
- Kazeinler ısıya karşı dayanım gösterir.
 - Bunun nedeni yapısında yer alan prolin aminoasidi protein agregasyonu için gerekli olan hidrojen bağlarının oluşumunu önler.
 - Pastörize sütte kazein değişime uğramaz, kazeindeki değişimler 100 C'nin üzerindeki sıcaklıklarda meydana gelmektedir.

- Serum proteinleri ısıya duyarlı proteinlerdir.
 - Isıl işlemin şiddetine bağlı olarak değişen düzeylerde denatürasyona uğrarlar. Bunun nedeni;
 - Fosfor içermemeleri,
 - Kazeine kıyasla daha düşük prolin içermeleri,
 - Daha yüksek düzeyde sistin ve metiyonin aminoasiti bulundurmalarıdır. β B-laktoglobulinin yapısında serbest -SH gruplarına sistein de yüksek düzeyde bulunmaktadır.

- Başlıca serum proteinleri B-laktoglobülin, a-laktalbümin, sığır serum albümini ve immünoglobülinlerdir.
- Serum proteinlerinin ısıya karşı gösterdikleri duyarlılık bakımından azalan bir sıra ile; İmmünoglobülinler> sığır serum albümini> B-laktoglobülin> a-laktalbümin
- ısı ile denatürasyonu genellikle pH değerine bağlı bir değişim gösterir.
- B-laktoglobülin çoğunlukla pH değerindeki artışla birlikte düşük sıcaklık derecelerinde denatürasyona uğrar.
- a-laktalbümin denatürasyonu yaklaşık 100 ° C'ye kadar olan ısı işlemlerde % 80-90 geri dönüşümlüdür. Bunun nedeni;
 - a-laktalbüminin kalsiyum bağlayan bir protein olmasından ileri gelir.

- Termizasyon (65 °C/15 saniye) gibi orta şiddetli ısı işlem uygulamaları serum proteinlerinde herhangi bir denaturasyona yol açmamaktadır.
- Orta şiddetteki pastörizasyon uygulamalarında ~ %7 oranında bir denaturasyon meydana getirmekte, pastörizasyon şiddeti arttıkça bu oranda artmaktadır.
- UHT sterilizasyon işlemi klasik yöntemle göre daha az denatürasyona yol açmaktadır.

- Serum proteinlerinin denaturasyon oranı uygulanan ısı işlemin şiddetine bağlı değişim gösterir.
- (IDF)'nun önerisine göre, litrede en az 50 mg denatüre olmamış β -laktoglobülin içeren bir süt UHT sterilize ürün olarak sınıflandırılabilir.

Serum proteinlerinde ısıyla meydana gelen denatürasyonun süt ve ürünlerindeki sonuçları;

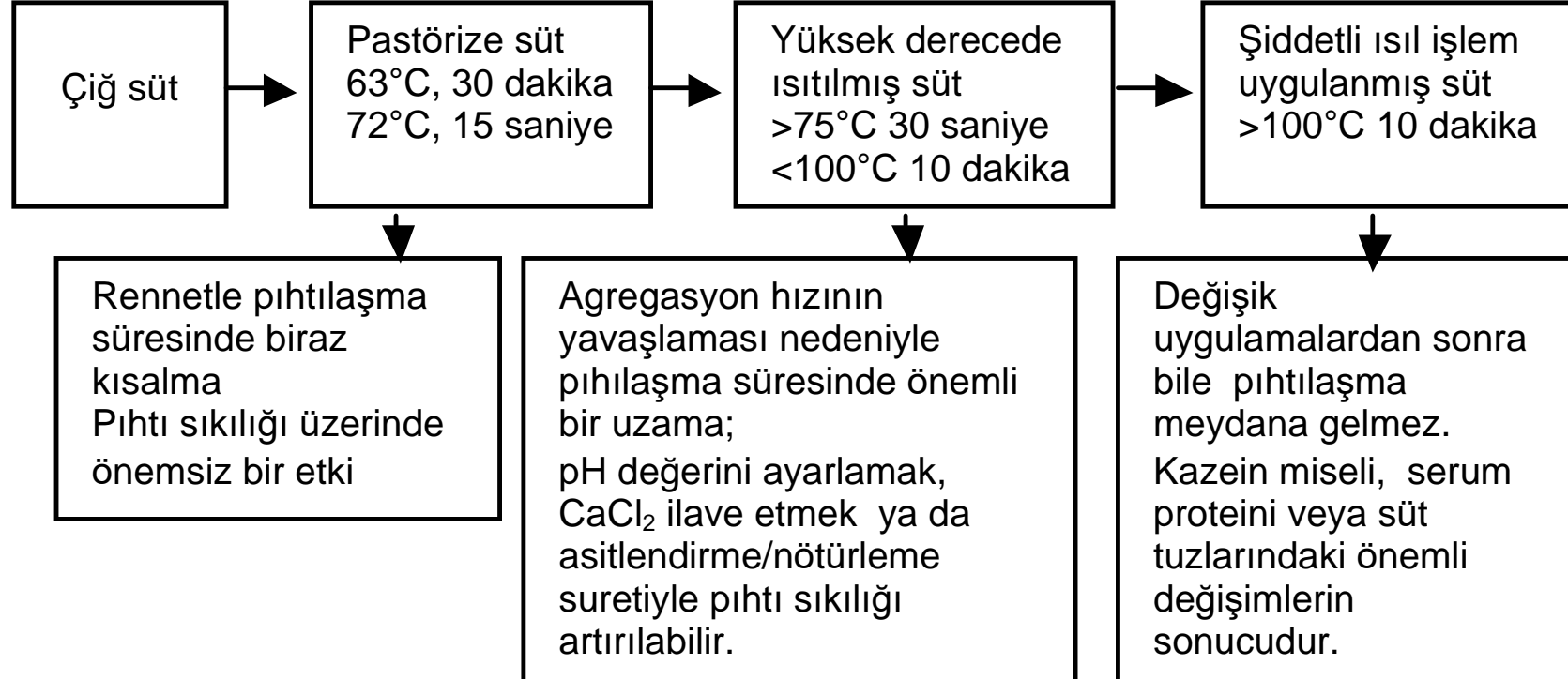
- İçme sütlerinde pişmiş tat gelişimi ve antioksidan maddelerin oluşumu,
- Koyulaştırılmış sütlerde ısı stabilitesinin artması,
- Fermente ürünlerde pıhtı yapısının düzenlenmesi ve serum ayrılmasının azalması,
- Peynirde rennetle pıhtılaşma özelliğinin bozulması.

- 80°C'nin üzerinde ısı işlem uygulanan sütlerde denatüre serum proteinleri kazein miselleri ile kompleks oluşturabilir. Kompleks oluşumu esas olarak β -laktogloblinle κ -kazein arasında gerçekleşmektedir.
- 90°C'nin altında ve UHT sterilizasyon koşullarında α -laktalbümin, β -laktogloblinle kompleks oluşturabilmekte ve bu yolla β -laktoglobülin/ κ -kazein kompleksinde yer alabilmektedir.
- Ayrıca, UHT sterilizasyon işleminden sonra α_{s2} -kazeinin de β -laktogloblinle kompleks oluşturduğu belirlenmiştir. Denatüre serum proteinlerinin κ -kazeinle kompleks oluşturmaları UHT yöntemiyle sterilizasyon sırasında sütün ısıleme karşı stabilitesinde artış sağlamaktadır.

- Denatüre serum proteinleri ile kazein miselleri arasındaki interaksiyonun düzeyi ısıtılmanın siddetine ve sütün iyonik bileşimine göre değişmektedir.
- Kalsiyum iyonları varlığında da kazein miselleri ile interaksiyona giren serum proteini oranı artmaktadır.
- Sütün ısıtılmadan önceki pH değerine göre, β -laktoglobülin/ κ -kazein kompleksinin sütteki yeri değişmektedir.
- Sütün 6.8'den düşük pH değerlerinde ısıtılması halinde β -laktoglobülin/ κ -kazein kompleksi kazein miselinin yüzeyinde yer almakta, pH değeri 6.8'den 7.3'e doğru arttığında serum proteini/ κ -kazein kompleksi serumda kalmaktadır.

- Sütün rennetle pıhtılaşma yeteneğini ve pıhtı sıklığını etkileyen en önemli faktör; yüzeyi serum proteini ile kaplanan yeni kazein misellerinin oluşumudur.
- Sütün 72-74°C'de 15 saniye süreyle pastörizasyonu pH değerini bir miktar düşürmekte ve rennetle pıhtılaşma süresini biraz kısaltmaktadır.
- Pastörizasyon işleminden sonra yaklaşık %5 oranında serum proteini kazein miselleriyle biraraya gelerek peynir randımanında bir miktar artışa yol açmaktadır.

Isıtmanın sütün rennetle pıhtılaşma yeteneği üzerine etkileri



- Isıl işlem şiddetindeki artışla birlikte rennetle pıhtılaşma süresi uzamaktadır. Genellikle, pıhtılaşmanın sekonder fazının enzimatik faza göre ısıl işlemde daha çok etkilendiği kabul edilmektedir. Kazein misellerinin yüzeyindeki denatüre serum proteinleri, rennetin etkilediği misellerin agregasyonunu geciktirmekte ve böylece maya ile pıhtılaşma süresini uzatmaktadır.
- Denatüre serum proteinlerinin kazein misellerine tutunması, ağ şeklindeki jelin bütünlüğünü parçalayarak pıhtı sıkılığını da azaltabilmektedir. Denatüre serum proteinleri kazein misellerinin birbirlerine yaklaşmasını ve birbirleriyle temasını önleyerek çapraz bağların oluşumunu azalttığından gevşek bir ağ yapısı oluşmaktadır.

- Şiddetli ısıtıl işlem uygulanmış sütlerin rennetle pıhtılaşma özelliklerindeki olumsuzluklar aşağıdaki yollarla düzeltilebilir;
 - pH değerini 6.2-6.0'a ayarlamak.
 - Düşük konsantrasyonda kalsiyum klorür ilave etmek.
 - pH değerini 5.8 ve altındaki değerlere ayarlayıp ya hemen ya da 16-20 saat beklettikten sonra yeniden 6.7'ye ayarlamak.

- Çok yüksek derecelerde, örneğin 120°C'de 10 dakika ısıtılan bir süt, yukarıda belirtilen işlemler uygulansa bile pıhtılaşmamaktadır. Bunun olası nedenleri, proteinlerin defosforilasyonu, kazein misel boyutunun büyümesi ve kolloidal kalsiyum fosfatın kalsiyum hidroksiapatit $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ haline dönüşmesidir.
- Direkt ve indirekt UHT sterilizasyon işlemleri sütün rennet ya da diğer pıhtılaştırıcı enzimlerle pıhtılaşma yeteneğini önemli derecede azaltmaktadır. Bu sütlerde rennetle pıhtılaşma süresinin çiğ süte göre 4-10 kat uzadığı saptanmıştır.

Kazeindeki Değişimler

- İkincil ve üçüncül yapılarının yeterli düzeyde olmaması nedeniyle kazein normal pastörizasyon koşullarında değişime uğramamaktadır.
- Sütün 80-150 °C arasındaki sıcaklıklarda ısıtılmasıyla kazeinde meydana gelen değişimler;
 - Kazein misellerinin agregasyonu ve disosiasyonu nedeniyle misel boyutlarının değişmesi.
 - Misellerin zeta potansiyelinin ve hidrasyon düzeyinin değişmesi.
 - Kazeinin defosforilasyonu.
 - Kazeinin proteolizi.
 - Polimerizasyon.

- Bu değişimler;
 - Sütün ısıyla pıhtılaşmasına,
 - UHT sterilize sütün depolama sırasında jelleşmesine,
 - UHT sterilize dűzenlerinde sűt tařları oluřumu gibi olumsuzluklara neden olmaktadır.

- Normal kurumadde oranındaki bir sütte kazein miselleri pH 6.7'de 140 °C'de gözle görülür bir pıhtılaşma olmaksızın 20 dakika ısıtma işlemine dayanabilir.
- Sütün yüksek derecelerde ısıtılması sırasında serum proteinleri, mineral maddeler, laktoz ve eğer varsa yağda da değişimler olabilmekte ve bunların tümü birbirleri ile interaksiyona girerek kazeindeki değişimleri dolayısıyla sütün niteliklerini etkileyebilmektedir.