

Sütün Pastörizasyonu

Pastörizasyon

Sütte bulunabilen patojen mikroorganizmaların halk sağlığı açısından yol açabileceği tehlikeleri önlemek amacıyla,

- üründe en az kimyasal, fiziksel ve duysal değişimlere yol açacak şekilde,
- ısıtma yoluyla,
- bir ürüne uygulanan işlemdir.

Pastörizasyonun ek amacı

Patojen olmayan, fakat sütün asitliğini geliştiren, protein stabilitesini bozan veya tadını değiştiren ve böylece bozulmasına yol açan mikroorganizmaların sayısında bir azalma sağlayarak kalitenin daha uzun süre korunmasıdır.

Sütteki en önemli patojen bakteri *Mycobacterium tuberculosis*'dir ve sütün pastörizasyonunda uygulanan en düşük ısıl işlem koşulları, sütte bulunabilecek herhangi bir *M. tuberculosis*'in inaktivasyonunu sağlayacak şekilde tesis edilmiştir. Pratikte bu amaca yönelik olarak başlıca iki pastörizasyon şekli geliştirilmiştir.

Bunlardan ilki, sütün yığın halinde nisbeten uzun bir süre tutulduğu "LTLT" sistemi,

ikincisi ise sürekli akış halindeki süte nisbeten kısa sürede yüksek sıcaklığın uygulandığı "HTST" sistemidir. Uygulanan sıcaklık-süre koşulları, LTLT sisteminde 63°C'de 30 dakika ve HTST sisteminde 72°C'de 15 saniyedir.

Isının Rejenerasyonu

Pastörizasyonun yukarıda sayılan amaçlarına ek olarak enerji tüketiminin ve ekipmanın yatırım maliyetinin optimize edilmesi diğer önemli hedeflerdir. Bu yüzden hemen hemen tüm modern pastörizasyon ekipmanlarında, sisteme giren soğuk sütün ön ısıtılmasında pastörize sütün ısısından yararlanır. Isı rejenerasyonu ya da ısının geri kazanımı olarak adlandırılan bu yöntemle aynı zamanda pastörizatörü terkeden süt de bir miktar soğutulmuş olur. Böylece su ve enerjiden tasarruf sağlanır.

Modern pastörizasyon işletmelerinde, rejenerasyon etkinliği genellikle %93-95 arasındadır. Buna göre, çiğ sütün sıcaklığını pastörizasyon sıcaklığına getirmek için gerekli toplam ısının %93-95'i sistemi terk eden süttten, geri kalan %3-7'lik kısmı ise sıcak sudan sağlanır. Rejenerasyon etkinliğinin hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılabilir:

Rejenerasyon etkinliği = indeks x 100

$$\text{Rejenerasyon indeksi} = \frac{T_r - T_ç}{T_p - T_ç}$$

T_r = Rejenerasyon sıcaklığı

$T_ç$ = Çiğ sütün sıcaklığı

T_p = Pastörize sütün sıcaklığı

Pastörizasyon sıcaklığına ısıtma

- Pastörizasyon sıcaklığı, bekletme süresine ve diğer faktörlere bağlı olduğundan, önce pastörizasyon sıcaklığının belirlenmesi gerekir. Homojenize edilmeyecek sütlerde ortalama bekletme süresi 20-25 saniyedir. Bu bekletme süresinde 72°C'de uygulanacak bir pastörizasyon işlemi ile negatif fosfataz testi sonucu sağlanabilir. Homojenize edilecek olan, ayrıca yüksek bakteri içeriğine sahip olan sütlere 74-76°C'ler arasında bir pastörizasyon sıcaklığı uygulanmalıdır.
- Sürekli akışlı bir pastörizatör, kontrollü koşullarda, hızlı ve tüm süt kitlesinde eşit bir ısıtma sağlamalıdır. Bunun için de, süt akışının ve ısı iletiminin düzgün bir dağılım göstermesi gerekir. Süt teknolojisinde yararlanılan ısı değiştiricilerde iyi bir akış dağılımı mevcuttur.

Isı iletiminin düzgün bir dağılım göstermesi amacıyla, sütün ön-ısıtma sıcaklığından pastörizasyon sıcaklığına ısıtılmasında çoğunlukla sıcak sudan yararlanılır. Sütünkinden 1.2-2 kat daha fazla debiye sahip ve pastörizasyon sıcaklığından 2-3°C daha yüksek sıcaklıkta su kullanımı ile ısı sütün her noktasına eşit bir şekilde iletilir. Vakumlu buharla ısıtmak suretiyle de iyi bir ısı iletimi sağlanabilir.

-

Pastörizasyon Sıcaklığında Bekletme

Pastörizasyon sıcaklığına erişildikten sonra, mikroorganizmaların sayısında istenen oranda azalma sağlamak ve enzimlerden de özellikle fosfatazı yeterli düzeyde inaktif hale getirmek için, süt bu sıcaklıkta bir süre bekletilir.

Bekletme bölümü, plakalı ısı değiştiricinin içinde yer alabilir veya ısı değişticinin dışında, genellikle spiral veya zigzag şekilli bir borudan ibarettir.

Bekletme borusunun boyutları, belirli bir akış hızında belirli bir bekletme süresine göre belirlenir. Borunun üzeri, çalışan kişilerin boruya değerek yanmalarını önlemek amacıyla, metal bir örtü ile kaplanmıştır.

Sütün bu bölmede bekletilmesi ile istenen etkinin sağlanması için aşağıdaki koşullar gereklidir:

- Bekletme borusunun girişinde, sıcaklık değişimi en az düzeyde olmalıdır.
- Sütün akış hızı fazla değişim göstermemelidir.
- Bekletme bölgesinden geçiş sırasında sütün alıkonma (bekletme) süresi fazla bir değişim göstermemelidir.
- Bekletme bölgesinden geçiş sırasında sıcaklıktaki azalma sınırlı düzeyde olmalıdır.

Soğutma

- Soğutma, sürekli akışlı bir pastörizasyonun ayrılmaz parçasıdır. Bekletme bölgesinden geçen süt ilk olarak plakalı ısı değiştiricinin rejenerasyon bölümünde soğutulur.
- Rejenerasyon etkinliği %94-95 olan sistemlerde sütün sıcaklığı yaklaşık 8-9°C'ye kadar düşürülebilir. Süt 7°C'nin altına soğutulacaksa buzlu sudan yararlanılabilir.
- Sütü bu dereceden daha düşük sıcaklıklara soğutmak için salamura veya alkol çözeltileri kullanılmalıdır, böylece soğutma ortamının donma riski engellenmiş olur.