

II. UHT (Ultra High Temperature) Yöntemiyle Sterilizasyon

Türk Gıda Kodeksi-Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş Sütleri Tebliği' ne göre –

UHT; oda sıcaklığında saklanabilen ticari olarak steril bir ürün üretmek amacı ile normal depolama şartlarında bozulmaya neden olacak tüm mikroorganizmaları ve sporlarını yok eden, **en az 135°C'de 1 saniyede**, uygun zaman sıcaklık kombinasyonunda yüksek sıcaklıkta kısa süreli sürekli akış altında uygulanan ısı işlemdir.

Çiğ sütün kimyasal, fiziksel ve duyusal özelliklerinde en az değişikliğe yol açarak, bozulma yapabilen tüm mikroorganizmaların ve bunların sporlarının UHT işlemi ile yok edilerek aseptik koşullarda dolun yapılması ile elde edilen içme sütüdür.

- Bakteri ve sporları üzerine öldürücü etki daha fazla
- Sütün kimyasal bileşiminde daha az değişiklik sağlanır.

- Belirli bir etki alanında mikroorganizmaları öldürmek için, uygulanan sıcaklık derecesi ile süre arasında logaritmik bir ilişki vardır.

Bu ilişki, her 10 °C lik sıcaklık artışının reaksiyonu kaç kat artıracığını gösteren **Q₁₀ değeri** ile ifade edilir.

- Bakteri sporlarını öldürmek için gösterilen $Q_{10} = 10$ değeri, 10 °C lik sıcaklık artışının sterilizasyon süresini 10 kat azalttığını ifade eder.
- Kimyasal değişimler için gösterilen $Q_{10} = 3$ değeri ise, 10 °C lik sıcaklık artışının reaksiyon süresini 3 kat artırdığını ifade eder.

- Klasik sterilizasyona göre 30 C lik artış, gerekli süreyi 1000 kat azaltmakta (yani 20 dk \longrightarrow 1.2 sn), kimyasal değişimlerde %3 civarında kalmaktadır.
- Bu ilişki, UHT sterilizasyonun beslenme fizyolojisi ve sütün fiziksel, kimyasal özellikleri açısından daha uygun olduğunu göstermektedir.
- UHT yöntemiyle sterilizasyon, **135-150°C'ler arasında 2-20 saniye** süreyle uygulanan bir ısı işlemidir.
- Direk ve İndirekt olmak üzere iki şekilde uygulanır.

A. Direkt UHT Sterilizasyon

Sütün doğrudan yani direkt buharla sterilizasyonunda iki farklı yöntem uygulanmaktadır.

Bu yöntemde kullanılan buhar, içme suyu kalitesindeki sudan üretilmiş olmalı ve hiçbir yabancı madde içermemelidir.

Buhar doğrudan şebekeden gelmemeli, paslanmaz çelikten yapılmış bir buhar üreticisinden ayrı olarak elde edilmelidir.

Buhar Enjeksiyon Yöntemi (Süte Buhar Püskürtme)

- Süt separatörlerde temizlenip, yağ standardizasyonu yapıldıktan sonra balans tankından plakalı ısı değiştiricide önce 75 °C ye sonra 2. ısıtma bloğunda 80°C'ye kadar ön ısıtmaya tabi tutulur.
- Daha sonra bir pompa vasıtasıyla buhar enjeksiyon bölümüne gönderilmekte ve burada basınç altında içine doymuş buhar enjekte edilmektedir.
- Bu bölümde su buharı, ısınıı çok kısa sürede süte vererek onu 135-150°C gibi yüksek derecelere kadar ısıtmaktadır.
- Buhar enjektörü en önemli ekipmandır.

- Buhar enjektörü ürün ve buhar fazlarını iyice karıştırarak sıcaklığın homojen ve kısa sürede iletilmesini sağlayarak istenilen sıcaklığa yükseltir.
- Süt, buhar enjektörü ile bu sıcaklıkta 2-4 saniye kadar bekletilmekte ve hemen vakum tankına alınarak ani bir genleşme ile içerisindeki su buharı buharlaştırılmaktadır.
- Süt burada ani genleşme ile soğur ve sütün sıcaklığı 80°C'ye düşer.

- Vakum tankındaki vakum ayarlanarak buharlaşan su miktarı, daha önce sütle karışan su miktarı ile eş değerdir.
- Vakum tankında suyun buharlaştırılmasıyla oluşturulan sıcak su, çiğ sütün ön ısıtması için kullanılmaktadır.
- Sterilize edilmiş süt 80°C'ye soğutulduktan sonra aseptik bir pompa ile aseptik homojenizatöre giderek 250-300 bar (25-30 MPa) basınçta homojenize edilir.
- Aseptik ısı değiştiricide paketlenme sıcaklığına (20 °C ye kadar) soğutulmakta ve aseptik olarak ambalajlanmaktadır.

Buhar İnfüzyon Yöntemi (Buhara Süt Püskürtme)

Bu sistemler sütün buharla karışma şekli dışında diğer yönlerden enjeksiyon sistemlerine benzerlik göstermektedir.

Sütün basınçlı buharla karışması infüzer yardımıyla gerçekleştirilmektedir.

Homojenizasyon işleminin ardından sütün buhar içine ya ince film halinde püskürtülmesi veya püskürtülerek saġnak halde verilmesidir.

B. İndirekt UHT Yöntemi

- Sütün direkt buhar ile teması pastörizasyonda olduğu gibi ince paslanmaz çelik bir yüzey ile kesilerek sterilizasyon sağlanır. Plakalı ve borulu ısı değiştiriciler veya her iki tipin kombinasyonu kullanılır.
- Borulu ısı değiştiricilerin kullanıldığı indirekt sistemler daha uygundur.
- Borulu ısı değiştiricilerde 40-60 bar gibi yüksek basınçta 2.5 m/sn yüksek akış hızına çıkılabilir.
- Plakalı ısı değiştiricilerde düşük basınçta yaklaşık 6 bar da çalıştığı için 0.25-0.35 m/sn gibi düşük akış hızı elde edilir.

Plakalı Isı Değiştiricide UHT yöntemi ile Sterilizasyon

Isıtma ortamı ile süt arasına paslanmaz çelik plaka konularak süt sterilize edilir.

- Önce sistem 140 °C deki su ile 30 dk sterilize edilir ve sonra üretim sıcaklığına soğutulur.
- Sütün sıcaklığı 135 °C ye kadar çıkarılır. Genellikle yüksek basınçta sıcak su veya buhar kullanılır.
- Çiğ süt balans tankından santrifüj pompa ile plakalı ısı değiştiricinin re jenerasyon bölümüne gelir ve burada sterilize süt ile karşılaşarak sıcaklığı 77 °C ye çıkarılır

- Enerji tasarrufu yüksek düzeydedir
- Sütün gazı vakumla uzaklaştırılır. Genleşmeden dolayı sıcaklığı 70 C ye düşer Buharlaşan su vakum kabı ile ilişkili kondenserde yoğunlaştırularak süte geri verilir. (bu ünite sistemde olmayabilir)
- Homojenizasyon ısıtma işleminden önce yapılabilir.
- Süt sonra pompa ile ısı değiştiricinin UHT bölümünde gelir. Sıcak su ile ters akışla 140 °C de 2-4 sn tutulur.
- Sütün sıcaklığı soğutucuda önce 105 °C ye sonra 76 °C ye düşer.

- Aseptik homojenizatöre gönderilir. Homojenizasyondan sonra 20 C ye soğutulur ve steril tankta depolanır.
- Süre alet tipine göre değişmekle beraber 60-120 sn arasındadır.

Borulu Isı Değiştiricili UHT Düzenerinde Sütün İndirekt Sterilizasyonu

- Kıvamlı viskoz ürünlerin sterilizasyonda yararlanır.
- Protein stabilizasyonu için üretim hattında yaklaşık 95 °C de 60-90 sn ön ısıtmaya uygun bir ünite eklenir. Bu işlem sırasında denature olan serum proteinleri çöktürölür.
- Borulu ısı değiştiricilerin çalışma prensibi plakalı ısı değiştiricilerle aynıdır.

- Balans tankından süt santrifüj pompa ile ön ısıtma (rejenerasyon) bölümüne gelir. Sterilize süt ile ters akışla karşılaşarak 75 C ye ısınır.
- Homojenizatre gider.
- Sonra 95 °C ye ısıtılır ve 60-90 sn bu sıcaklıkta tutularak protein stabilizasyonu sağlanır.
- UHT nitesine pompalanarak sıcak su ile 137 C de 4 sn bekletilir.
- Daha sonra rejenarasyon dönüş hattına girer ve soğutulur.
- Oda sıcaklığına soğuyan süt aseptik ambalajlama makinesine gönderilir yada steril tankta depolanarak daha sonra ambalajlanır.

UHT İçme Sütün Ambalajlanması

- Uzun ömürlü süt ambalajlarının aseptik ambalajlamaya elverişli oksijen ve ışık geçirmeyen nitelikte olması gerekir.
- UHT sütler genellikle çok katlı malzemedен yapılmış ve arasında alüminyum folyonun bariyer katman olarak kullanıldığı kutularda ambalajlanır.
- Cam veya polikarbonat (PC) şişelerden de yararlanır.
- Ambalajda sterilize edilen sütlerde ise, HDPE (yüksek yoğunluklu polietilen) şişeler kullanılır.
- PC şişler HDPE şişelere göre daha uygundur fakat daha pahalı bir ambalaj materyalidir.

