

UHT Süt Üretim Tekniği ve Araştırılan Bazı Sorunlar

Prof. Dr. Atilla KONAR, Ar. Gör. Nuray ŞAHAN

Ç.Ü. Ziraat Fakültesi TÜT Bölümü — ADANA

Anahtar sözcük : UHT Süt / Değişmeler / Sorunlar

1. UHT İŞLEMİ NEDİR

Birçok süt ürünü üretimi sırasında yüksek derecelerde ısı uygulamasına maruz kalır. Genellikle yüksek ısı uygularken sorun sıcaklığın artışıyla sütün pıhtılaşma riskinin artmasıdır. Buna rağmen ürünün raf ömrünün arttırılması için sterilizasyon kaçınılmazdır (KELY, 1981). Son yıllarda UHT tekniği ile sütlerin işlenmesi yöntemi hızla gelişmekte ve her geçen gün artan sayıda ve çeşitli süt ürünleri UHT ürünü şeklinde piyasaya çıkmaktadır.

UHT Ultra High Temperature yani «ultra yüksek sıcaklık» uygulaması kelimelerinin baş harflerinden oluşturulmuştur (KONAR, 1977). UHT işleminde ürünün dayanıklı hale getirilmesi ve soğutma istemeksizin depolanabilmesi için, 138-154°C arasında 2-8 saniye süre ile ısıtılma işleminden yararlanılmaktadır (RAMSEY ve SWARTZEL, 1984). Ülkemiz standartlarında bu değer 135-150°C'de 2-6 saniye olarak verilmiştir (TSE, 1978). PERKİN 1985, UHT işleminin, 140°C'de 2 saniyeden az olmayacak bir normda veya eşdeğer etkili başka normlarda da uygulanabileceğini belirtmiştir. İyi bir UHT normunun belirlenmesinde ise sıcaklığa en dayanıklı termofillerden **Bacillus stercorothermophilus** sporlarının 2 logaritma dönemi azalması baz alınır. Şekil 1'de iyi bir sterilizasyon için sıcaklık zaman ilişkisi verilmiştir.

Uygulamada kullanılan normlar, fabrikaların UHT işlemini direk veya indirek ısıtma sistemi kullanarak yapmasına bağlı olarak az veya çok değişiklik göstermektedir. Şekil 2'de direk (1) ve indirek ısıtma işlem uygulayan (2-3) fabrikalara ait kurveler verilmiştir. Bu fabrikalar arasında en kaliteli ürünün 1 nolu fabrikadan sağlanabildiği bildirilmiştir (PERKİN, 1985).

2. UHT İŞLEME YÖNTEMLERİ

Bir sürekli sterilizasyon sistemi olan UHT işleminde ticari olarak kullanılan yöntemler Şekil 3'deki gibi özetlenebilir. UHT işleminde ısıtma direk ve indirek olarak iki şekilde ya-

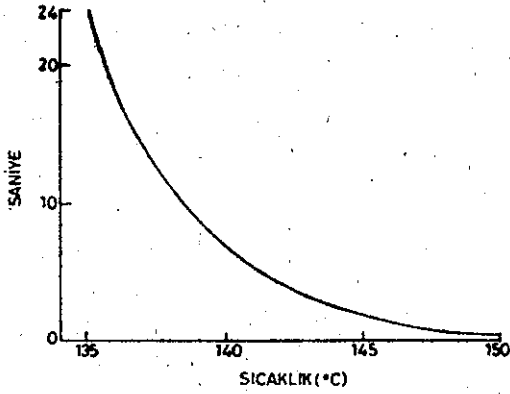
pılır. Direk sistemde ürünün ısıtılması sütün buhar ile doğrudan teması ile yapılmakta ve ürüne buharla verilen fazla nem sonradan özel vakum odasında ani bir soğutma ile süttten ayrılmaktadır. İndirek sistem ısıtmada ise bir plakalı ısı değişim yüzeyi kullanılmaktadır. Isıtıcı ortam olarak buhar veya basınçlı su kullanılabilir (RAMSEY ve SWARTZEL, 1984).

İlk olarak 1949 yılında Hollanda'da kullanılan UHT yöntemlerinden direk sistemde veya bazen denildiği gibi «Üperizasyon» da bazı ülkeler açısından sorun bulunmaktadır. Mevzuat adı ile özetleyebileceğimiz bazı yasal zorunluluklara göre süttten hiçbir madde çekilmemesi veya süte başka madde katılmaması öngörülmektedir. Bu durum Üperize tekniğinde uygulanan ısıtmada ve süte buhar karışması ile bağdaşmadığı için bazı ülkelerde değiştirilmekte ve bazılarında da uygulama hoşgörü ile karşılanmaktadır. Zaten süte buhar aracılığı ile karışan fazla su yine sistemdeki bir uygulama sonucu tekrar süttten geri çekilmekte ve süt normal bileşim değerlerine kavuşmaktadır (KONAR, 1988).

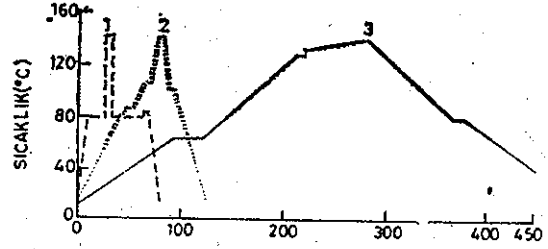
İndirek yöntemde genel olarak plakalı ve borulu sistemler yaygın kullanım alanı bulmuştur. Bu sistemde en önemli konu süttün temas ettiği her yerin, son derece temiz ve steril olmasıdır. Ayrıca tetrapak düzeni gibi aseptik doldurucular mutlaka olmalıdır.

Son yıllarda UHT işleminde elektrikli sistemlerden de yararlanılmaktadır. Bunlarda elektrik enerjisi rezistant elementleri vasıtasıyla radyant ısıtma veya içinden sütün geçtiği paslanmaz çelik borularda kondüksiyon ısıtma sağlamaktadır. Diğer bir sistemde ise bir stator ve elektrikli yüksek hızlı rotor arasında kalan dar kısımdan geçerken firiksiyonla ısıtılmaktadır.

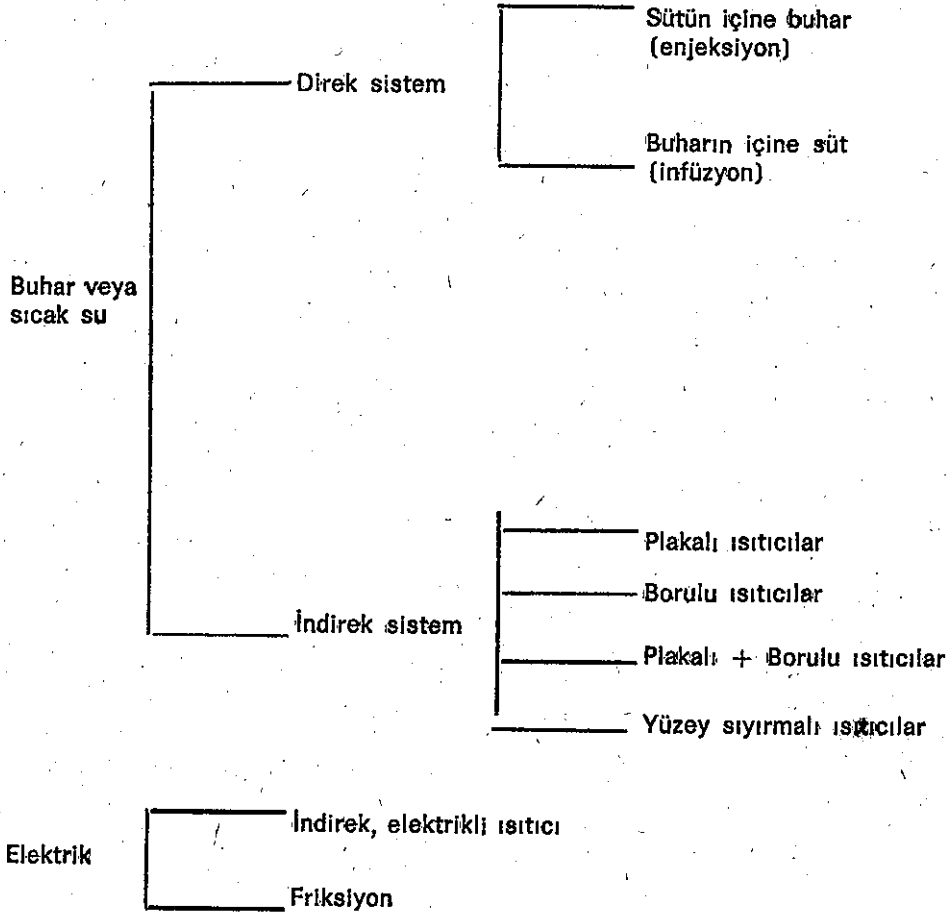
Ülkemizde halen üretimde bulunan UHT işlemleri direkt ve indirekt yöntemle süt işlenmektedir. Elektrikli sistemler mevcut değildir (SEZGİN, 1982).



Şekil 1. İyi Bir Sterilizasyon İçin Sıcaklık - Zaman İlişkisi (PERKIN, 1985).



Şekil 2. Bazı Ticari UHT Ünitelerinde Sıcaklık Zaman Kurveleri (PERKIN, 1985).



Şekil 3. UHT Üretim Yöntemleri (PERKIN, 1985).

3. UHT İŞLEMİYLE SÜTTE OLUŞAN DEĞİŞMELER

UHT işlemiyle sütte oluşan değişmelerin başlıcaları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Mikroorganizma ve enzimlerin inaktivasyonu
2. Serum proteinleri ve kazeinin denatürasyonu
3. Lactulose oluşumu
4. Esensiel amino asitlerde, bazı vitaminlerde kayıplar
5. Kahverengileşme reaksiyonunun görülmesi
6. Tat değişiklikleri
7. Redox potansiyelinin düşmesi

Çiğ süttten UHT, süte en belirgin değişme mikroorganizma ve enzim içeriğindedir. UHT süttün mikrobiyel niteliğinde büyük ölçüde çiğ süte bağlı olması doğaldır. GILLIS ve arkadaşları (1985), yaptıkları araştırmada çiğ süt örneklerini mikroorganizma içeriği açısından dört gruba ayırmıştır. Bunlardan birincisi mililitrede 10^4 'e kadar mikroorganizma içeren

ler, ikincisi 10^4 - 10^5 arasında olanlar, üçüncüsü 10^5 - 10^6 arası olanlar, dördüncüsü ise 10^6 'dan daha fazla mikroorganizma içeren sütlerdir. Tüm örnekler 149°C 'de 3 saniye ısı uygulanmış ve örnekler 7.1°C 'de depolanarak belirli aralıklarla test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre özellikle proteolitik ve psikrofilik bakteri miktarları tamamen çiğ süt gruplarına bağlı olmuş ve gruplama proteoliz miktarını da etkilemiştir. Tüm örneklerde ısı işleminden sonra proteaz aktivitesi azalmıştır.

Bir diğer değişme ısı uygulamasının artmasıyla serum proteinlerinin denatürasyonunun artmasıdır. Çizelge 1'de en azdan en fazlaya doğru serum proteinleri denatürasyonuna neden olan ısı uygulamaları gösterilmiştir (MANJI ve KAKUDA, 1987). Serum proteinlerinin yanı sıra kazein denatürasyonu da gerçekleşmektedir (SEZGİN 1982).

Isı uygulamasıyla oluşan bir değişim lactulosedür. Lactulose kapsamındaki azalış ticari işletmelerden çok pilot tesislerde belirgindir (ANDREWS, 1987).

Çizelge 1. Isıl İşlemlerin Serum Proteini Denatürasyonuna Etkisi (MANJI ve KAKUDA, 1987).

| Sıcaklık ($^\circ\text{C}$) | Eüre (saniye) | Sistemin adı | Denatürasyon İrânı |
|-------------------------------|---------------|--------------|--------------------|
| 63 | 30 x 60 | LTLT | en az |
| 80 | 30 | HTST | ↓ en çok |
| 142 | 3 | Direkt UHT | |
| 145 | 3 | İndirek UHT | |

Yapılan araştırmalarda çiğ ve pastörize sütlerde lactulose bulunamamıştır. UHT sütlerin hepsinde değişik oranlarda lactulose rastlanılmıştır. Aşağıdaki çizelgede farklı ısı uygulamalarının lactulose içeriklerine etkisi verilmiştir (PERKIN, 1985).

Süte uygulanan sıcaklık/süre oranına bağlı olarak esensiel amino asitlerde, B, vitamini gibi ısıya dayanıksız bileşenlerde kayıplar izlenebilmektedir. Kon (1959), Nagasava ve arkadaşları (1960), Hostettler (1965), Gregury ve Burton (1965), Ford ve arkadaşları (1969), Karlin (1969), Burton ve arkadaşları (1970) ile Horak (1980) B, vitamini kayıplarının % 0-3 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Buna karşın Lembke ve arkadaşları (1968), Görner ve Uherova (1980) ile Baylumi (1981) bu kayıpların % 20'ye kadar çıktığını bulmuş-

Çizelge 2. Farklı Isı Uygulamalarının Lactulose İçeriklerine Etkisi (PERKIN, 1985)

| Süt Örnekleri | Lactulose içerikleri mg/100 ml |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Çiğ süt | 0 |
| Pastörize süt | 0 |
| Direk ısıtılan UHT süt | 6-9 |
| İndirek ısıtılan UHT süt | 9-71.5 |
| Sürekli sterilize süt | 71.5 |
| Direk ısıtılan ticari örnek | 8 |
| Pilot tesis örneği (1) | 8 |
| Pilot tesis örneği (2) | 8 |

lardır; (KESLER ve FINK 1986). SEZGİN, 1982 bu kayıpları yaklaşık 10 olarak belirtmektedir. (LEMAQUER ve LACKSON 1983), UHT ve pastörize sütte vitamin A'nın da kayıplara uğra-

diğini saptamışsa da bunun minimal düzeyde olduğunu bildirmiştir. C vitamininde kayıplar ise % 20 düzeyinde bulunmuştur (SEZGİN, 1982).

UHT sütün işleme ve saklanması sırasında lizin kayıplarında oldukça farklı düzeylerde verilmektedir. Çizelge 3'de bazı araştırmacıların ısı işleminden sonra belirledikleri lizin kayıpları verilmiştir (KESLER ve FINK, 1986). Ayrıca bu ısı uygulaması ile sütün lactenin gibi germicidal aktivitesinin imhası da görülmektedir (SEZGİN, 1982).

Çizelge 3. UHT Süt İşleminden Sonra Lizin Kayıpları (KESLER ve FINK, 1986)

| Araştırmacı | Tarih | Lizin Kaybı (%) |
|----------------------|-------|-----------------|
| Finot ve arkadaşları | 1981 | 0 |
| Horak | 1980 | 1 |
| Blanc ve arkadaşları | 1980 | 0.4 - 0.8 |
| Mattor ve Naudts | 1979 | 4.3 - 6.5 |

Süte yüksek sıcaklık uygulaması kahverengileşme, maliard reaksiyonu, hidroksimetil furfrol gibi reaksiyon ürünleri oluşumuna neden olmaktadır. Mattor ve Naudts (1979), Renner ve Dorguth (1980), Konietzko (1981), Horak (1980), Zadow (1970), Mogensen ve Paulsen (1980) ile Bosset ve arkadaşları sütte UHT işleminin kahverengileşme HMF oluşumuna etkisini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre HMF değerinin belirlenmesi her zaman mümkün olmasada çiğ ve işlenmiş süt arasındaki farklılık belirgin olmuştur (KESLER ve FINK, 1986).

Çeşitli ısı işlemlerinin sütün tadına etkisi konulu araştırmada ısı normları 132.2°C, 143.3°C, 137.2°C ön ısıtmalı, 137.2°C ön ısıtmaz olarak 4 farklı şekilde uygulanmış ve UHT sütlerin hepsi ısı işleminden hemen sonra ve depolama süresince incelenmiştir.

Asitlik değeriyle eriyebilir oksijen miktarı ve bayat tad gelişimi arasında çok yakın bir ilişki ortaya çıkmıştır. Farklı ısı normları uygulanması buharlaşabilen bileşenlerin konsantrasyonu ve UHT sütlerin tadı üzerine etkisi az olmuştur. 2 - heptanon, 2 - hexanon, 2 - pantanon, n - hexanal, prapanol, acetaldehit konsantrasyonu bayat tatla paralel olarak artmıştır (RERK-

RARI ve ark., 1987). UHT sütler hangi metotla yapılırsa yapılısın tad değişikliğinin özellikle depolama sırasında sülfidrit grupları, O₂ miktarı, folik asit ve askorbik asit miktarındaki düşüşe bağlı olduğu saptanmıştır (PERKIN, 1983).

4. UHT SÜTTE SORUNLAR

UHT sütte depolanmayı sınırlayıcı faktörlerden en önemlisi spor yapan bozucu bakterilerdir. Ayrıca psychrotrophic mikroorganizma enzimleri, yağ seperasyonu, sedimentasyon gün-demde olan diğer sorunlardır (RAMSEY ve SWARTZEL, 1984).

Sterilize süttten spor yapan aerob organizmanın çoğunluğu Bacillus cinsine bağlıdır. Çalışmalar *B. steorothermophilus*'un sığağa en dayanıklılardan olduğunu göstermiştir (YÖNEY, 1974). Çiğ sütün spor içeriği ile sterilize edilmiş son ürünün depolama süresi arasında bir ilişki varsa da Davis (1975), UHT bozukluklarının daha çok ısı işlem sonrası kontaminasyona bağlı olduğunu bildirmektedir. Deneysel bir çalışmanın yayınlanmamış sonuçlarına göre bir Bacillus türünün 130°C'de 5 sn dayanabilen ısıya dirençli proteaz salgıladığı ve aynı enzimin kuvvetli proteolitik aktivite gösterdiği saptanmıştır. Böylece bu grupta olan mikroorganizmaların önemi bir kat daha artmıştır.

Çiğ sütün uzun süre düşük sıcaklıkta bekletilmesi psychrotrophic bakterilerin üremesine ve gelişmelerine neden olmaktadır. Taze sütte bulunan psychrotrophic bakterilerin salgıladığı proteazlar sütün bozulması yanında tad ve koku hatalarına da neden olmaktadır. Ayrıca UHT sütte jel formantasyonuna ve acı tada sebep olurlar. Psychrotrophic mikroorganizmaların büyük bir kısmı ısıya duyarlıdır ve pastörizasyon sırasında yıkıma uğrarlar fakat oluşan enzimler yağ globul membranının (phospholipazlar), süt yağının (lipazlar) ve süt proteininin (proteazlar) parçalanmasına neden olurlar. Bu enzimlerin ısıya dirençli olmaları ve aktivitelerinin UHT işlemine bile dayanabilmesi UHT sütte 2. sorun olarak karşımıza çıkar (YAVUZ, 1987).

UHT sütte 3. sorun yağ seperasyonudur. Eğer sterilizasyondan önce sütteki fazla hava alınmıyorsa yağ oksidasyonu ve onun yol aç-

tığı ransit bozukluklar hissedilebilir (YÖNEY, 1974). Genellikle yetersiz homogenizasyon, yağın uygunsuz dağılımı ve son yağ globüllerinin redüksiyon ölçüsünde uygunsuzluk sonucu oluşan yağ seperasyonu tam homogenizasyon ile kontrol altına alınabilir. Mattar ve Moermans (1981) ile Thome ve arkadaşları (1964) homogenizasyon basıncının artmasının sedimentasyonu arttırması nedeniyle yağ seperasyonunu önlemede kısıtlı kullanılabilineceğine dikkati çekmiştir.

Friberg 1976'da çift homogenizasyonun ve ya çok yüksek basınçlı homogenizasyonun UHT sütte yağ seperasyonunu önlemede gerekliliğini vurgularken Chenk ve Gelda 1975'de iki kez homogenize edilen % 10 krema içeren sütte yağ seperasyonunda önemli bir azalma olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte çift ho-

mogenizasyonun protein stabilitesini olumsuz etkilediğini de açıklamıştır (RAMSEY ve SWARTZEL, 1984).

UHT sütte karşılaşılan diğer bir sorunda sedimentasyon miktarıdır. Thoma ve arkadaşları 140-150°C arasında sterilize sıcaklığının artmasının sedimentasyonu arttırdığını ve ürün de en fazla sedimentasyon miktarının 4 saniye ısı uygulamasıyla olduğunu açıklamışlardır. Samuelson ve Holm sedimentasyon miktarını direk ve indirek ısıtılan sütlerde işlemden sonra ve depolamadan sonra test ettiğinde indirek ısıtılan sütlerde daha fazla sediment olduğunu göstermiştir. CORRADINI ve arkadaşları tetrapak kutuda paketlenen direk metotla işlenmiş sütlerde daha fazla sediment içerdiğini bularak bunu yalanlamıştır (RAMSEY ve SWARTZEL, 1984).

KAYNAKLAR

- ANDREWS, G.R. 1987. Variation in the lactulase Content of UHT Milk During the Running of a Pilot and a Commercial Indirectly Heated Plant. *Journal of the Society of Dairy Technology* **40** 1 8-10.
- GILLIS, W.T., M.F. LARTLEDGE, J.R. RODRIGUEZ, E.S. SUAREZ 1985. Effect of Raw Milk Quality on Ultra - High Temperature Processed Milk. *Journal of Dairy Science* **68** 2875 - 2879.
- KELLY, P.M. Heat-Stable Milk Powders. *Journal of the society of Dairy Technology*, **34** 4 157 - 161.
- KESSLER, H.G., FINK, R. 1986. Changes in Heated and Stored Milk with on Interpration by Reaction Kinetics. *Journal of Food Science* **51** 5 1105 - 1111.
- KONAR, A. 1977. UHT Süt İşleme Tekniğinde Yeni Gelişmeler. *Gıda Dergisi*, No 4. 118-121.
- KONAR, A. 1988. Süt Teknolojisi Ders Kitabı. Ç.Ü.Z.F. Yayınları No: 63 ADANA.
- LEMAGUER, I., H. ZACKSON. 1983. Stability of Vitamin A in Pasteurized and UHT Processed Milks. *Journal of Dairy Science* **66** 2452 - 2458.
- MANJI, B., Y. KAKUDA. 1987. Determination of Whey Protein Denaturation in Heat Processed Milks; Comparison of Three Methods. *Journal of Dairy Science* **70** 1355 - 1361.
- PERKIN, A.G. 1985. Review of UHT Processing Methods. *Journal of Society of Dairy Technology* **38** 3 69-73.
- RAMSEY, J.A., K.R. SWARTZEL. 1984. Effect of UHT Processing and Storage Conditions on Rate of Sedimentation and Fat Separation of Aseptically Packaged Milk. *Journal of Food Science* **49** 257 - 262.
- PERKRAI, I., J. JEON, R. BASSETTE 1987. Effect of Various Direct Ultra - High Temperature Heat Treatments on Flavor of Commercially Prepared Milks. *Journal of Dairy Science* **70** 2046 - 2054.
- SEZGİN, E. 1981. İçme Sütü Teknolojisi, Süt ve Mamulleri Teknolojisi Kitabı SEGEM Yayınları, Yayın No 103 ANKARA.
- TSE, 1978. UHT Yöntemiyle İşlenen Sterilize Süt. TS 1192 ANKARA.
- YAVUZ, N. 1987. Çiğ Sütün Mikrobiyolojik Kalitesinin UHT Sütünün Dayanıklılığına Etkisi. *Gıda Dergisi* No 4. 225 - 227.
- YÖNEY, Z. 1978. İçme Sütü Teknolojisi. A.Ü. Z.F. Yayınları, Yayın No 674 ANKARA.