

UHT YÖNTEMİYLE İŞLENMİŞ STERİLİZE SÜTÜN BESİN DEĞERİ

Dr. Emel SEZGİN
A. Ü. Ziraat Fakültesi
Süt Teknolojisi Bölümü - Ankara

1. GİRİŞ

Sütün bir gıda olarak değeri günümüzde artık çok iyi bilinmektedir. Özellikle ülkemiz gibi hayvansal proteinin az tüketildiği yerlerde, içinde ihtiyacımız olan besin elementlerinin hemen hemen hepsini yeterli ve dengeli bir şekilde bulunduran sütün önemi daha da artmaktadır.

Cetvel 1'de çiğ sütte bulunan önemli besin elementlerine ait ortalama değerler görülmektedir.

Cetvel 1 — 100 gr. çiğ süt içindeki önemli besin besin elementlerinin ortalama değerleri (Porter ve Thompson, 1972)

Yağ	3.6	gr	C Vitamini	2	mgr
Protein	3.25	gr	Thiamin	40	µgr
Karbonhidrat	4.7	gr	Riboflavin	180	µgr
Kalsiyum	0.12	gr	Nikotinik		
A vitamini	30	µgr	asit	80	µgr
Karoten	20	µgr	Pantoteknik		
D vitamini	0.02	µgr	asit	350	µgr
E vitamini	80	µgr	B ₆ vitamini	35	µgr
			Folik asit	5	µgr
			Biotin	2	µgr
			B ₁₂ vitamini	0.3	µgr

Bilindiği gibi sütün besin değeri tamamen sütün bileşimiyle ilgili bulunmakta ve bu da hayvanın, türü, ırkı, yem, laktasyon, mevsim ve benzeri faktörlerle geniş ölçüde değişmektedir.

Süt esas olarak protein, kalsiyum ve bazı suda eriyen vitaminler yönünden önem taşımaktadır. Örneğin, 0.5 L. süt 5 yaşındaki bir çocuğun protein ihtiyacının % 40'ını kalsiyum ve riboflavin ihtiyacının % 70'ini, thiamin, folik asit, A vitamini ihtiyacının 1/3'ü, B₁₂ vitamini ihtiyacının ise tamamını karşılayabilmektedir.

İnsanların beslenmesinde bu derece zengin bir besin kaynağı olan süt mikroorganizmalar içinde ideal bir ortamdır. Kendi haline bırakıldığı zaman içindeki mikroorganizmalar süratle gelişip, çoğalarak çabucak bozulmasına neden olurlar. Şayet içinde patojen bakteriler varsa durum daha da tehlikeli bir hal alır. İşte bütün bu nedenlerden ötürü, içindeki hastalık yapan bakterileri yok etmek ve dayanma süresini uzatmak için sütün tüketilmeden önce uygun bir ısı işlemine tabi tutulması gerekmektedir.

Diğer yandan yine bilinmektedir ki, ısı işlemi ısıya hassas bazı besin elementleri üzerine kötü etki yaparak sütün besin değerini düşürmektedir. Bu bakımdan ısının, sütün içindeki besin elementleri üzerine etkisini iyi bilmek ve sonuç olarak da sütün besin değerine en az zarar verecek, fakat buna karşılık mikrobiyolojik yönden de en emin ürünü sağlayacak ısıtma yöntemini seçmek gerekmektedir.

Sütün bileşimindeki maddelerin ısıya karşı stabiliteyi farklıdır. Örneğin, yağ, yağda eriyen vitaminler, karbonhidratlar ve mineral maddeler ısıdan hemen hemen hiç etkilenmedikleri halde, suda eriyen vitaminlerin bir kısmı

ve proteinler ısıtma yöntemine bağlı olarak bazı değişikliklere uğramaktadırlar.

Ülkemizde içme sütü sanayiinde, bugün için en yaygın olan işleme yöntemi pastörizasyondur. Bu yöntemde süt sadece patojen bakterilerin yok edildiği sıcaklık derecelerine kadar ısıtılmaktadır. Böylece, içinde bir çok termodürik organizmalarla, sporlar canlı kaldığından dayanma süresi, soğukta saklanmak kaydıyla, ancak bir kaç gün olmaktadır. Pastörizasyon işleminin sütün görünümü, tadı ve besin değeri üzerine önemli ölçüde bir zararı bulunmamaktadır.

Sütün daha uzun süre dayanmasını sağlamak için sterilize edilmesi gerekmektedir. Böylece içindeki tüm vejetatif hücreler ve sporların da hemen hemen hepsi yok olduğundan dayanmasını engelleyecek bütün etkenler ortadan kalkmış olmaktadır.

Sütün sterilizasyonunda ilk uygulanan yöntem şişede sterilizasyon işlemidir. Bu klasik yöntemde süt önce homojenize edilip, şişelere doldurulmakta, hermetikli olarak kapatılıp 110-120°C lerde 20-40 dakika ısı işlemine tabi tutulmaktadır. Ancak bu yöntem günümüzde gereçliliğini kaybetmiş olup çok az ülkede uygulanmaktadır. Çünkü süt bu işleme şeklinde yüksek sıcaklıklarda uzun süre tutulduğundan tadı, kokusu, rengi, yapısı ve özellikle besin değeri önemli ölçüde değişikliğe uğramaktadır. Besin değerindeki kayıpların, kullanılan sıcaklık derecesi ve süresine bağlı olarak değişmekle beraber yaklaşık olarak proteinlerin biyolojik değerinde % 6'ya, thiaminde % 30'a, C vitamini ve folik asitte % 50'ye B₁₂ vitamininde de % 90'a kadar bulunduğu söylenebilmektedir.

Daha sonraları süt sterilizasyonu için yeni bir yöntem geliştirilmiş ve bu işleme UHT (Ultra-high-temperature) sterilizasyonu adı verilmiştir. Bu sistemde süt çok yüksek derecelerde (135-150°C) bir kaç saniye tutularak sürekli olarak işlenmektedir. Direkt ve indirekt olmak üzere iki şekilde uygulanabilmektedir. Direkt sistemde süt doğrudan doğruya buharla temas ederek ısıtılmaktadır. Bu ya buharı süt üzerine, ya da sütü buhar üzerine pülverize ederek yapılmaktadır. İndirekt sistemde ise süt buharla direkt temasa gelmeden, boru veya

plakalar yardımıyla indirekt olarak ısıtılmaktadır.

Her iki sistemde de, sütün, çok yüksek derecelerde çok kısa süre tutulmasıyla bakteriyolojik kalitesi önemli ölçüde geliştirilirken, tadı, kokusu, rengi, yapısı ve besin değerinde klasik sterilizasyon yöntemine göre çok daha az değişiklikler olmaktadır. Daha basit bir ifadeyle sütün ısıtıldığı sıcaklık derecesindeki her 10°C artış sporları öldürme de 10-30, doğal niteliklerindeki değişmelerde ise 3 katı etkili olmaktadır.

Bu ilişkinin varlığı saptandıktan sonra, uygun aseptik ambalajın da bulunmasıyla, UHT yöntemi süt sanayiinde yaygın olarak uygulamaya başlanmıştır. Ülkemizde de son senelerde içme sütü endüstrisinde UHT yöntemine yer verilmektedir. Şu anda 5 işletmede içme sütü bu yöntemle işlenmektedir. Çok kısa sürede 10 işletmede daha aynı yöntemle süt işlenmeye başlanacaktır.

UHT sisteminde dikkat edilecek en önemli nokta, yukarıda da değinildiği gibi sütün, sterilizasyon işleminden hemen sonra aseptik olarak paketlenmesidir. Aksi takdirde UHT işleminin bir anlamı kalmamaktadır. Bu sütün soğutmaya bile gerek göstermeden uzun süre dayanabilmesi ancak aseptik şekilde ambalajlandığı takdirde mümkün olabilmektedir.

Son yıllarda ülkemizde de oldukça aktüel hale gelen UHT sütün besin değeriyle ilgili dış ülkelerde bir çok araştırmalar yapılmış ve yayınlanmıştır.

Genellikle araştırmacıların birleştikleri nokta, UHT işleminin sütün besin değeri üzerindeki etkisinin, mamülün depolanması sırasında meydana gelen bazı değişikliklerden ayrı incelenmesi gereğidir. Çünkü, bir çok araştırmalar sonucunda UHT işleminin ve depolanmanın birbirinden ayrı olarak sütün besin elementleri üzerine etkili oldukları saptanmıştır.

2. SÜTÜN BESİN DEĞERİ ÜZERİNDE UHT İŞLEMİNİN ETKİSİ

UHT işleminin sütün besin değeri üzerindeki etkisini açıklayabilmek için bu yöntemin sütün içindeki proteinler, lipitler, mineral maddeler, karbonhidratlar ve vitaminler gibi besin

elementlerini tek tek ne yönde etkilediğini gözden geçirmek gerekmektedir.

a) Proteinler üzerine etkisi :

Bir çok araştırmacılara göre UHT işlemi süt proteinlerinde çeşitli derecelerde denatürasyona sebep olmaktadır. Süt proteinlerinin % 80 gibi büyük bir kısmını teşkil eden kazein bu ısıtmadan çok az etkilendiği halde serum proteinlerinde ve özellikle ısıya karşı oldukça hassas olan β -laktoglobulinde bir kısım denatürasyon olmaktadır. Bu denatürasyonun direkt ve indirekt sistemlerde farklı derecelerde meydana geldiği, örneğin, direkt sistemde % 60-70, indirekt sistemde ise % 75-80 oranında olduğu yine bazı araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir. Ancak, burada hemen belirtilmesi gereken nokta, süt proteinlerinde meydana gelen bu değişikliklerin proteinlerin biyolojik değerinde bir azalmaya sebep olmadığıdır. Mikroorganizmalarla ve çeşitli deneme hayvanlarıyla yapılan araştırmalar sonucunda UHT sütlerin protein kaliteleri, çiğ ve pastörize sütlerden aşağı bulunmamıştır. Sonuç olarak, UHT işleminin süt proteinlerinin besin değerini azaltacak bir etki göstermediği, ancak, serum proteinlerinde bir kısım denatürasyona sebep olduğu için sütün depolanması sırasında, sediment teşekkülüne yol açtığı söylenebilir.

b) Lipitler üzerine etkisi :

Çoğunlukla UHT işleminin süt lipitleri üzerine önemli bir etkisi olmadığı belirtilmekle beraber, Rusya'da yapılan bir çalışmaya göre UHT işlemiyle süt içindeki diğliserit miktarında 2 katı bir artma görülmüş ve bunun da trigliseritlerin hidrolizasyonunu ifade ettiği açıklanmıştır. Yine aynı araştırmacılara göre UHT

işlemi sonucunda doymamış yağ asitleri miktarında bir azalma görülürken, doymuş yağ asitleri miktarında bir artma farkedilmiştir. Ancak bu değişikliklerin sütün besin değerini önemli ölçüde etkilemediği öne sürülmektedir.

c) Karbonhidratlar üzerine etkisi :

Bilindiği gibi sütün içindeki yegane karbonhidrat laktozdur. Laktozun yapısında yüksek sıcaklık derecelerinde bazı değişikliklerin olduğu malumdur. Ancak, bu değişiklikler sütün yüksek sıcaklıkta kalma süresiyle ilgili olduğundan UHT işlemiyle laktozda önemli bir değişiklik olmadığı, dolayısıyla besin değerinde de değişikliğin söz konusu olamayacağı belirtilmektedir.

d) Mineral maddeler üzerine etkisi :

UHT işleminin az da olsa iyon halindeki kalsiyum miktarını azalttığı ve sütün tuz dengesinde bazı değişiklikler yaptığı bilinmektedir. Ancak bu gibi olaylar sütün besin değerini etkilememektedirler.

e) Vitaminler üzerine etkisi :

Sütün içinde bulunan yağda eriyen vitaminler genellikle ısıya karşı dayanıklıdır. Bu bakımdan A, D, E, vitamini ve β -karotenin UHT işlemiyle çok az veya hiç değişikliğe uğramadığı bir çok araştırmacı tarafından saptanmıştır. Sistemin direkt veya indirekt olmasının da yağda eriyen bu vitaminler üzerine etkisi görülmemiştir. Gerçi bir kaç araştırmada A, D ve E vitaminlerinde bir miktar kaybın söz konusu olduğu belirtilmekte ise de, çoğunlukla araştırmacılar bu vitaminlerde önemli sayılabilecek bir kaybın bulunmadığını ileri sürmektedirler.

Thiamin, C vitamini, folik asit ve B₁₂ vitamini UHT işleminden etkilenen vitaminlerdir.

Cetvel 2 — Sütün pastörizasyon ve sterilizasyon işlemleri sırasında kayba uğrayan vitaminleri ve meydana gelen kayıpların ortalama değerleri (%) (Porter ve Thompson, 1972)

	Pastörizasyon		Şişede sterilizasyon		UHT sterilizasyonu Direkt veya indirekt
	HTST Yüksek derecede kısa sürede	LTLT Düşük derecede Uzun sürede	115°C de 30 dak.	110°C de 15 dak.	
Thiamin	≤ 10	10	35	20	10
C Vitamini	10	20	50	40	10
Folik asit	0	0	50	40	15
B ₁₂ vitamini	0	10	90	60	≤ 10

Bu vitaminlerde değişik pastörizasyon ve sterilizasyon işlemleri sırasında meydana gelen kayıplar 2 nolu cetvelde karşılaştırılmalı olarak verilmektedir.

Cetvelin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi pastörizasyon ile UHT sterilizasyonu sırasında, vitaminlerde görülen kayıplar bakımından fark, sadece folik asit ve B₁₂ vitamininde, o da çok az bir miktarda görülmektedir. Buna karşılık klasik usulde şişede sterilizasyon işlemi esnasında, oldukça fazla kayıplar meydana gelmektedir.

Öte yandan bazı araştırmacıların belirttiklerine göre çiğ sütün içindeki C vitamininin bir kısmı süt fabrikaya ulaşıncaya kadar dehidro-askorbik asit şekline dönüşmekte; bu da ısıya karşı çok hassas olduğundan UHT işlemiyle % 100 kayba uğramaktadır.

3. UHT YÖNTEMİYLE İŞLENEN SÜTÜN BESİN DEĞERİ ÜZERİNDE DEPOLAMANIN ETKİSİ

Genellikle depolama sürecinde, sütün içindeki besin elementlerini etkileyen başlıca 3 faktör vardır. Bunlar, sıcaklık, ışık ve oksijendir.

Depolama sıcaklığının UHT sütün besin elementleri üzerine etkisi henüz tam olarak araştırılmış değildir. Ancak bilinen bir gerçek depolama sürecinde sıcaklık yüksek tutulduğunda UHT sütte meydana gelen bir takım kimyasal olayların hızının artacağıdır. Bu da UHT sütte sediment ve jel teşekkülünü hızlandırmakta ve dayanma süresini kısaltmaktadır. Fakat bu değişikliklerin sütün içindeki besin elementlerine ne gibi bir etki yaptığı yukarıda değinildiği gibi henüz araştırılmamıştır.

Işık sütün besin değerine etki yapan önemli bir faktördür. Çünkü, bilindiği gibi sütün içindeki bazı vitaminler ışığa karşı çok hassastır. Ayrıca ışığın, sütün tadında da bazı değişiklikler meydana getirdiği yine bir çok araştırmacı tarafından ileri sürülmektedir. Ancak hemen belirtmek gerekir ki, alüminyum foil ile kaplanmış Tetra-Pak tipi ambalajda (ülkemizde UHT süt için kullanılan ambalaj tipi) ışığın kötü etkisinden bahsetmek yersiz olacaktır. Zira, bu tip ambalajlar ışığı geçirmemek-

tedir. Fakat şişelerde satışa çıkarılan sütlerin ışığın kötü etkisinden korunması için gerekli tedbirler alınmalıdır. Şişede sterilize edilmiş ve uzun süre bekleyecek sütler için en azından ışık geçirgenliği az olan şişelerin kullanılması gerekmektedir.

Oksijen, UHT sütün depolanması sırasında bazı vitaminler üzerine etki eden belki de en önemli faktördür. Örneğin, sütün içinde erimiş halde bulunan oksijenin, askorbik asitin dehidro-askorbik aside oksidasyonunu nasıl hızlandırdığı uzun zamandan beri bilinmektedir. Yine yapılan bazı araştırmalar sonucunda içindeki oksijen oranı çok düşürülmüş olan sütlerde C vitamininin uzun sürelerde, süt ışığa maruz bırakılsa bile stabil kaldığı saptanmıştır. Diğer yandan bazı araştırmacılara göre folik asidin stabilitesi de oksijensiz ortamda çok daha artmaktadır. Nitekim Burton, yaptığı bir araştırmada direkt ve indirekt UHT yöntemleriyle işlenmiş sütleri karşılaştırmış ve depolama sürecinde, indirekt sistemle işlenen sütlerde soğutma, plakalı soğutucuda yapıldığı için, sütün içinde kalan oksijen miktarı ortalama 5 ppm kadar olduğundan askorbik asit ve folik asidin 30 gün içinde tamamen yok olduğunu tesbit etmiştir. Buna karşılık direkt sistemle işlenen sütte ise soğutma evaporatörde yapıldığı ve böylece sütün oksijen miktarı 0,1 ppm'e kadar düşürüldüğü için bu vitaminlerde kayıp çok az görülmüştür. Araştırmanın ikinci kısmında indirekt sisteme bir deaeratör eklenerek sütün oksijen miktarı azaltılmış ve böylece askorbik asitle, folik asit miktarlarında direkt sistemin aynı neticelerini elde etmek mümkün olmuştur. Bu araştırmadan da UHT sütün depolanması sırasında bazı vitaminlerin oksijenden ne derece etkilendikleri açıkça görülmektedir.

Tetra-Pak ambalajlı UHT sütlerin depolanmaları sırasında kayba uğrayan vitaminler, B₆, B₁₂, askorbik asit ve folik asittir. Bu vitaminlerde görülen kayıplar, sütün içindeki oksijen düzeyi ile ilgili olarak 3.nolu cetvelde görülmektedir.

Cetvel 3 — Tetra-Pak ambalajı içinde UHT sütlerinde depolama sürecinde kayba uğrayan vitaminler ve meydana gelen kayıpların oksijen miktarıyla ilgili olarak ortalama değerleri (Porter ve Thompson, 1972)

	Süt içindeki oksijen miktarı (ppm)	Depolama süresi (gün)	Kayıp (%)
B ₆ vitamini	0,1	60	40
	1-2	60	40
	8	60	40
B ₁₂ vitamini	0,1	60	60
	1-2	60	60
	8	60	60
Askorbik asit	0,1	60	20
	1-2	14	90
	8	7	100
Folik asit	0,1	60	0
	1-2	60	5
	8	14	100

Cetvelde genellikle 2 aylık süre içinde meydana gelen kayıplar görülmektedir.

Cetvelin incelenmesinden de kolayca anlaşıldığı gibi B₆ vitamininde 2 ay süre içinde oksijen miktarına bağımlı olmadan % 40 kadar bir kayıp olmaktadır. Yine bazı araştırmalara göre bu kayıp 3 ayın sonunda % 50 yi bulmaktadır. Ancak bunun sütün işleme yöntemiyle ilgili olmadığı, çünkü, -30°C de saklanan çiğ sütlerde bile aynı derecede bir kayıp görüldüğü belirtilmektedir.

B₁₂ vitamininde de oksijene bağımlı olmadan 2 ay sonunda % 60 oranında bir kayıp cetvelden izlenebilmektedir.

UHT sütün askorbik asit ve folik asit miktarlarında depolama süresinde görülen kayıpların, sütün içinde bulunan oksijen miktarıyla ne derecede ilgili olduğu cetveldен açıkça görülmektedir.

Süt memeyi terkettiği andan itibaren süratle havadan oksijen almaktadır. İlk soğutma ve çiğ süt tankındaki depolamaya kadar geçen bir kaç saatlik sürede sütün içindeki oksijen mik-

tarı 5 katı artarak, işlenmeye alınırken yaklaşık 8 ppm'i bulmaktadır. UHT yöntemi direkt sistemle tatbik edilirse süt içindeki oksijen miktarı 0,1 ppm'e kadar düşürülebilmektedir. İndirekt sistemde ise sütün içinde kalan oksijen miktarı değişiklik göstermektedir. Şöyle ki, indirek soğutma (plakalı) yapılırsa oksijen miktarı, çiğ süttenden pek fazla farklı olmamakta, buna karşılık, ısıtmadan önce deaeratör kullanıldığında veya evaporatif soğutma uygulandığında oksijen miktarı 1 ppm'in altına düşürülebilmektedir. Sütün içinde oksijen miktarı ne kadar az olursa askorbik asit ve folik asit depolama sürecinde o kadar stabil kalabilmektedir.

4. SONUÇ

Görülüyor ki UHT sütün besin değeri klasik yöntemle sterilize edilmiş süte kıyasla çok yüksektir. Pastörize sütle karşılaştırıldığı zaman çok az bir farklılık göze çarpmaktadır. O da B₆, B₁₂, vitaminleri folik asit ve askorbik asit miktarlarında görülmektedir. Ancak UHT süt işlenirken içinde oksijen kalmamasına, gaz ve ışık geçirgenliği olmayan ambalajlarda paketlenmesine dikkat edildiği zaman bu farklar daha da azalmaktadır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Burton, H., Ford, J.E., Perkin, A.G., Porter, J.W.G., Scott, K.J., Thompson, S.Y., Toothill, J., Edwards-Webb, J.E. (1970) Comparison of milks processed by the direct and indirect methods of ultra-high-temperature sterilization. *J. Dairy Res.* 37, 529-533.
- Burton, H. (1972) A comparison of the direct and indirect heating ultra high-temperature processes for milk sterilization. *Dechema-Monographien* 70, 405-424.
- Burton, H. (1973) Ultra-high-temperature processed milk. *World Animal review* 5, 27.
- Ford, J.E., Porter, J.W.G. (1966) The availability of some essential amino acids in commercial sterilized milk. *XVII Int. Dairy Congr.* B 357-60.
- Ford, J.E. (1967) The influence of the dissolved oxygen in milk on the stability of some vitamins towards heating and during subsequent exposure to sunlight. *J. Dairy Res.* 34-239.
- Ford, J.E., Porter, J.W.G., Thompson, S.Y., Toothill, J., Edward-Webb, J. (1969) Effect of UHT-processing and of subsequent storage on the vitamin content of milk. *J. Dairy Res.* 36, (3), 447-54.

- Lembke, A., Frahm, H., Wegener, K.H. (1968)** Nutritional studies of UHT milk. Kieler Milchw. Forschber. 20 ,(4), 331.
- Porter, J.W.G., Thompson, S.Y. (1972)** The nutritive value of UHT milk. International Dairy Federation, Annual Bulletin Part V. Bruxelles, 58.
- Sokolova, T. V., Seleznev, V. I., Yusupova, I. U., Belova, S. M. (1974)** Changes in glyceride and fatty acid contents of milk fat during sterilization and storage of the milk. XIX Int. Dairy Congr. 1 E, 213-214.
- Thompson, S. Y. (1970)** Nutritional aspects of UHT processed products. Ultra-high-temperature processing of dairy products. Soc. of Dairy Techn. London, 46.
- Van Eeckelen, M., Heijne, J. J. I. G. (1965)** Nutritive value of sterilized milk. Milk Sterilization FAO agric. stud 65, 33.
- Zadow, J. G. (1975)** Ultra-heat treatment of dairy products. CSIRO Food Research Quarterly. 35, (2), 41-47
- (1969)** Modern sterilization methods for milk processing. United Nations Industrial Development Organization, Food Industry Studies No. 4. New York, VIII + 43.

