

İçme Sütü İşleyen Fabrikalarda Temizlik ve Sanitasyon

Erdoğan KÜÇÜKÖNER¹ İsmail S. DOĞAN¹

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Van.

Özet : Sanitasyon, süt ve süt ürünlerinin kalitesini muhafaza için süt teknolojisinde çok önemli bir basamaktır. Bu nedenle temizlik ve sanitasyon düzenli ve bir program dahilinde yapılmalıdır. Bu makalede çiğ ve sıcak süt ekipmanlarının sanitasyonu ve temizliği anlatılmıştır. Özellikle pastörizatör, homojenizatör, separatör ve diğer bazı ekipmanların sanitasyonunun ve temizliğinin nasıl yapılacağı açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sanitasyon, temizlik, içme sütü

Cleaning and Sanitation in Fluid Milk Plants

Summary : Sanitizing is one of the most important steps in maintaining quality of milk and dairy products. Therefore, sanitizing must be performed regularly according to a good schedule. In this article, the cleaning and sanitation was described for cold and hot milk equipments. Especially, principles of sanitation and cleaning for pasteurizing units, separators, homogenizers and some other equipments were described.

Key Words: Sanitation, cleaning, fluid milk

Giriş

Bakteriyolojik kalitesi yüksek olan, temiz süt ve süt mamülleri elde etmek için, süt ve mamülleri ile doğrudan veya dolaylı olarak temas eden ekipman yüzeylerinin çok iyi bir şekilde temizlenmesi ve sterilize edilmesi gerekir. İyi temizlenmemiş yüzeylerin sterilize edilmesi oldukça zordur. Çünkü kir ve süt kalıntıları, mikroorganizmaları dezenfektan maddelerin etkisinden koruyabilir ve dezenfektan olarak kullanılan maddeler kalıntılar tarafından inaktif hale getirilebilir. Temizlik ve sanitasyon birbirini tamamlayan iki önemli işlemdir. Temizlik işleminin tam olarak yapıldığından emin olmak için, temizlenmiş yüzeylerde bulunan bakterilerin öldürülmesinde bir sanitize edici kullanılmalıdır (1).

Süt işletmelerinde, süütün bileşimini oluşturan maddeler, organik tuzlar ve diğer sudaki arzu edilmeyen kalıntılar, alet ve ekipmanlardan gelen kirler ile bakteri, küf ve mayaların gelişmesiyle oluşan kirler başlıca bulaşma kaynaklarını oluştururlar. Bunlara havadan kaynaklanan tozlar, çalışanların bulaştırdığı kirler, temizlik ve sanitize edici maddelerden geriye kalan kalıntılarda dahil edilebilir (2). Etkili ve düzenli bir sanitasyonla kirler ve mikroorganizmalar temizlenir. Bunun yapılmasında genellikle kimyasal sanitize ediciler kullanılır (3). Tam ve etkili bir sanitasyonun yapılabilmesi için suyun, temizlik malzemelerinin, sanitasyon ekip-

manlarının ve sanitize edicilerin çok iyi seçilmesi gerekir (4,5,6). Temizliğin ve sanitasyonun yapılacağı yerde bulunan kirlerin cinsi ve miktarı çok iyi bilinmelidir. Bundan dolayı süt işletmelerinde esas kirlenme süütün bileşenlerinin bilinmesi gerekmektedir. Süütün bileşimini oluşturan maddelerin oranları ineklerin cinsine, yemlenmesine, sağım zamanına ve diğer bazı faktörlere bağlı olarak değişmesine rağmen, tablo 1'de belirtilen sınırlar içerisinde (7).

Kirlerin Temizliğinde Kullanılacak Suyun Özellikleri

Bunlardan birincisi suyun sertliğidir. Genel olarak normal sularda suyun sertliğini veren iki önemli iyon kalsiyum ve magnezyumdur. Bunlar sularda bikarbonat tuzları (geçici sertlik) veya sülfat ve klorid tuzları (kalıcı sertlik) şeklinde bulunur. Süt işleyen fabrikalarda yaygın olarak alkali temizleyiciler kullanılır. Yüksek sıcaklığın uygulandığı durumlarda geçici sertliği oluşturan su tuzları çoktuğu halde, alkali şartlar altında hem geçici hemde kalıcı su sertliği oluşturan tuzlar çöker. Bundan dolayı kullanılan suyun sertliğinin tesbit edilmesi ve şayet su sertliği yüksek ise giderilmesi gerekir. Yine temizlikte kullanılacak sular mikroorganizmalardan arındırılmış, aynı zamanda renksiz ve kokusuz olmalıdır. Hiç bir patojen bakteri içermemelidir (3).

Sert suların, temizleme programlarında oluştuğu istenmeyen sonuçlar çok iyi bilinmektedir. Bunların başında sert suyun sütteki proteinlerle birleşip süt taşı oluşturması gelir. Bunlar, zamanla yüzeyde ince bir film tabakası oluşturur. Bu film tabakaları genellikle yüksek oranda inorganik tuzları içerirler. İnorganik tuzlar süt proteinlerini ve yağı da içine alıp süttün temas ettiği yüzeylerde süt taşı olarak birikir. Bu filmler içerisinde proteinlerin ve yağların bulunması, bakteriler için iyi bir besi yeri özelliği gösterir ve buralarda bakteriler gelişebilir. Süt taşı, bakterileri sterilizasyon maddelerinden koruyan, mükemmel bir gizlenme yeri teşkil eder. Şayet bunlar temizlenmezse daha sonra işlenecek sütlerde kalite problemlerine neden olur (3). Bilindiği gibi bu filmler esas olarak inorganik tuzlardan oluşmuşlardır ve bunlar asitle çözünürler. Asit temizleyicilerin kullanılması bunların oluşumunu engeller. Temizlik tamamlandıktan sonra asitle durulama, toplam temizlik programının bir parçası olup gelecekte oluşacak bu tip filmlerin oluşumunu engeller (5).

Çiğ Süt Ekipmanlarının Temizliği

İçme sütü işleyen fabrikalarda çiğ süt, kirlenmenin asıl kaynağıdır. Bununla ilgili olarak süt nakil tankerleri, süt depolama ve soğutma tankları, süttün aktarıldığı borular v.b önemlidir. Çiğ süttün temizliği de en kolay olanıdır. Çiğ sütle ilgili kısmın temizlenmesinde kullanılan temizlik metodları ve maddeleri aşağıdaki gibidir.

Sıcak Su Çiğ süttün taşınmasında ve depolanmasında kullanılan ekipmanlar içerisinde, süt soğuk olarak bulunur. Şayet bu ekipmanlar ılık su ile durulursa bunlarda bulunan kirler yüksek oranlarda temizlenmiş olur.

Alkali Yıkama: Alkali çözelti sütte bulunan yağ ile kimyasal reaksiyona girer. Alkali ve yağ arasındaki bu reaksiyona sabunlaşma denir. Bunun sonucu olarak suda çözünmeyen yağın büyük bir kısmı suda çözünür hale gelir ve bu oluşum yağ ve proteinlerin temizliğine yardımcı olur, bu da sabunun ıslatıcı ve emülsiyacı edici özelliğinden dolayıdır. Bu uygulama için alkali solüsyonun (NaOH) kon-santrasyonu 1.000-1.500 ppm arasındadır (2, 8). Soğuk süt ekipmanlarının alkali yıkama sıcaklığı ve süresi genellikle 57-71°C'de 6-20 dakika arasındadır (4).

Klorin Genellikle klorin, proteinin oluşturduğu kirlerin temizlenmesine yardımcı olması için alkali yıkamada ilave edilir. Yüksek pH şartlarında klorinin bakterilere karşı etkisi azaldığı gözlenmiştir. Bu nedenle, burada klorinin yıkamada kullanılması sanitasyon için değil, sadece kirlerin temizliği içindir (8).

Şelat Ajanları (Chelating agents) Suyun sertlik derecesine bağlı olarak bir şelat ajanı alkali yıkama çözeltisine ilave edilmelidir. Bunun ilavesindeki amaç kalsiyum ve magnezyum tuzlarının çökmelerini önlenmesidir. Kullanılacak şelat ajanının konsantrasyonu, suyun sertlik derecesinin seviyesine bağlıdır. Alkali yıkama solüsyonuna bakıldığında bulanıklık ve çökme yoksa yeterince şelat ilave edildiği anlaşılır (4, 9).

Katılacak kimyasal maddelerin miktarı suyun sertliğine bağlı olmakla beraber, 100 lt suya 100-150 g trisodyum fosfat veya 50 ile 100 g herhangi bir polifosfat katılması genellikle iyi sonuç verir. Bu fosfatlar kullanıldığı zaman meydana gelen kalsiyum ve magnezyum bileşiklerinin çökmesi, kostik soda ve soda külü sebebiyle oluşan bileşiklerin çökmesine nazaran daha zararsızdır. Çünkü bu çözümler süt taşı oluşturmak yerine yıkama suyu ile kolayca yıkanıp atılabilen kümeler meydana getirir. Sodyum metasilikat kullanımı halinde aynı tip çökme olur (2, 8).

Asitle Durulama Alkali yıkama işleminden sonra pH'sı 4-5 arasında bir asitle durulama yapılır, bu işlem alkali kalıntıların nötrale eder ve bunun yanında süt taşı oluşumunu önlemeye yardımcı olur (3).

Sıcak Süt Ekipmanlarının Temizliği

İyi bir sanitasyon ve temizlik işlemi, kaynamış süt ve süt ürünlerinde kullanılan ekipmanların temizlenmesi için gereklidir. Bir çok durumda her ikisi de sıcak asit ve sıcak alkali solüsyonları gerektirir, bunların kullanımı ürünün tipine ve prosese bağlı olarak değişir (2, 4).

Seperatörler: Süt seperatöre gitmeden önce yaklaşık 43°C ye ısıtılır. Seperatörler temizleneceği zaman buradaki kirlerin yüksek miktarda kalsiyum ile düşük konsantrasyonda yağ, protein, lökosit hücreleri ve çiğ sütte bulunan diğer bazı maddeler olduğu bilinmelidir. Yüksek konsantrasyondaki kalsiyumun temizliğinde asitle yıkama kalsiyum tuzlarını çözünür hale getirmek için kullanılır. Bunu takiben kalan kirleri, özellikle yağları ve proteinleri, temizlemek için alkali yıkama yapılır. Buna karşın seperatörlerin temizlenmesinde ilk olarak alkali deterjanla yıkama bunu takiben de asitle yıkama yapılır. Burada bulunan kirlerden dolayı (kalsiyum tuzları, yağlar ve proteinler) hem asit hemde alkali yıkama gerekir (8).

Yüksek Sıcaklık Kısa Zaman (HTST) Pastörizasyon Ünitesi Burada yüksek sıcaklığın uygulanması farklı tipte kirin oluşmasına neden olur. Bunlar pişmiş yağlar, proteinler ve bazı kalsiyum birikimleridir. Bu kirlerin temizlenmesi çiğ ve soğuk süt ekipmanlarının temizliğinden çok daha zor ve

kompakttır. Kırın yapısından dolayı temizlik programlarında kalsiyum birikimini çözücü için asit yıkama uygulanmalıdır. Asitli yıkama genellikle 71-77°C de 15-45 dakika süre olarak uygulanır (4). Asitli yıkamayı alkali yıkama takip eder ve bu yıkamada genellikle keşirgin konsantrasyon 8000 ppm dir. Yıkamanın süre ve sertliği asitli yıkama ile yaklaşık olarak aynıdır. Yüksek konsantrasyonda alkali yıkamada amac, pişmiş protein ve yağların çözdürülmesi ve temizlenmesidir. Alkali yıkama solüsyonuna kopuklanmayı önleyici maddeler de katılabilir. Su sertliğinin derecesine ve tipine bağlı olarak şelat ajanı ilave edilir, şayet demir varsa şelat keskinlikle ilave edilmelidir. Alkali yıkama dev-resinden sonra istenilen sıcaklığa soğutucuya kadar soğuk suyla taziykle yıkama yapılır. Soğuk-mada kullanılan suyun geçişi sertlik derecesi yüksek ise soğutulan sıcak yüzeylerde ince bir tabaka birikimi olabilir. Bunu önlemek için suya pH sı 4-5 civarında olan bir asit ilavesi gerekir (2).

Homojenizatör : Homojenizatörlerde HTST ünitesinde kullanılan asit ve alkali yıkamalarının aynı su uygulanır. Bununla beraber kır durumu (yağ, protein ve pastörize süitten gelen bazı kalsiyum tuzları) HTST ünitesinden çok daha az olduğu için asit ve alkali yıkamanın uygulama süresi HTST ünitesinde uygulanan süreden çok daha azdır. Örneğin, asit yıkama HTST ünitesine uygulanırken son 10 dakikasında homojenizatöre uygulanır. Yine alkali deterjanla HTST ünitesi yıkamırken ilk 10 dakikasında bu deterjanın homojenizatörden geçmesi ve bunu yıkaması sağlanır. Alkali deterjan uygulamasından sonra (10 dak) homojenizatör uygun şekilde soğutulur (3, 8).

Pastörize Sütün Taşındığı Borular ve Depolandığı Tankların Temizliği

Buradaki kırler çığ süütün taşındığı borulardakine çok benzer ve bunlar yağ, protein birikimleri ve bazı kalsiyum tuzlarıdır. Bununla beraber pastörizasyondan sonra süütün kalitesini ve güvenilirliğini sağlamak için alet ve ekipmanların temizliği ve sanitasyonu çok iyi yapılmalıdır. Alkali yıkama solüsyonunun konsantrasyonu çığ süütün geçtiği borulardakine göre daha yüksektir ve bu 3000-3500 ppm arasındadır. Borular ve tank için genellikle önce ilik su ile yıkama ve bunu takiben 74°C de 30 dakikalık bir alkali yıkama yapılır. Suyun sertliğini gidermek için alkali solüsyonuna yaklaşık 100 ppm klorin katılabilir (8). Daha öncede bahsedildiği gibi alkali yıkama solüsyonu genel olarak yağların sabunlaşmayla temizlenmesini sağlar ve ilave edilen klorin ise proteinlerin temizlenmesini sağlar. Alkali yıkama sirkülasyonundan sonra kalan herhangi

bir mineral birikimini temizlemek için pH sı 4-5 civarında olan bir asitle durulama yapılmalıdır (8, 12, 13).

Krema ve Kondens Süt Depolama Tankları ve Transfer Boruları Temizliği

Buralardaki kırler de çığ sütekinde benzer, fakat buşeridern oranı oldukça farklıdır. Örneğin kremadaki yağ oranı yüksek ve protein oranı çığ süte göre düşüktür. Kondens süt hem yüksek oranda yağ ve hemde yüksek oranda protein içerir. Tankların ve transfer borularının temizliğinde çığ sütekinde göre daha yüksek alkaliye sahip (2000 ppm) çözücü kullanılmaktadır. Yüksek miktardaki kırden dolayı alkali yıkama süresi çığ süte göre 2-3 kat daha uzun olmalıdır. Alet ve ekipmanlardaki proteinlerin temizlenmesi için yıkamada yaklaşık 50 ppm civarında klorin ilave edilir. Bunun yanı sıra yıkama suyuna şelat ilave edilir ki suda bulunan mineralien bağlasın (3, 12, 13).

Doldurucular: Burada bulunan kırler, yağlar, proteinler ve bazı mineralierdir. Bunlar doldurulan süt ürünlerine göre değişir. Daha önce bahsedildiği gibi klorlu alkali temizleyicilerle yağ ve protein temizlenir. Daha sonra uygun sanitize edici ile sanitize edilir.

Sanitasyon temizleme prosesinin en son safhasıdır ve bununla canlı bakteri sayısı güvenli seviyeye indirilir. Sütün transfer edildiği borular üretime bağlanmadan kısa bir süre önce sanitize edilir. Süt toplama tankerlerinin sanitasyonu ise tanker fabrikadan ayrılmadan önce yapılır.

Aranılan spesifik özelliklere sahip hiç bir sanitize edici madde mevcut değildir. Bundan dolayı istenilen özelliklere en yakın olanlar seçilir veya özel olarak hazırlanır. Son yıllarda pazarlayıcı firmalar farklı gıda işleyen işletmeler için uygun olabilecek sanitize edicileri kendileri hazırlamaktadırlar (10).

Ekipmanların sanitasyonu, kimyasal ve ıtsal olarak gerçekleştirilebilir. Süt işletmelerinde kimyasal sanitasyonda yaygın olarak kullanılan sanitize ediciler, Klorlu bileşikler, iyodoforlar, Quaternary amonyum bileşikleri (QAC) ve asitlerdir (11, 9). Klorlu bileşikler ucuz, bakteriyel etkinliği yüksek ve yan etkileri olmadığı için fazla tercih edilirler. 140-400 ppm uygulanması ile ekipmanın sanitasyonu gerçekleştirilebilir. QAC bileşikler, klorlu ve iyotlu sanitize edicilere göre antibakteriyel etkileri daha yavaş olmaktadır. Bunların en büyük avantajı korozif olmamalarıdır. Tablo 2' de çeşitli temizlik işlemleri için kullanılan temizleyici ve sanitize edicilerden klorlu deterjan ve klorinin konsantrasyonları özel olarak verilmiştir. Burada verilen değerler yaklaşık değerlerdir ve sanitasyonun uygulama programına

göre değişebilir (4, 11, 12). Isısal sanitasyon, sıcak su ve buhar kullanılarak yapılan işlemlerdir. Ancak maliyeti kimyasal sanitize edicilere göre son derece daha pahalı olduğundan yaygın olarak kullanılmamaktadır (4, 12). Tablo 3'de süt ve süt ürünleri işleyen işletmelerde temizlik ve sanitasyonda kullanılan kimyasallar ve kullanım konsantrasyonları verilmiştir.

Sonuç: Temizlik ve sanitasyon, kalitesi yüksek süt ve süt ürünleri üretimi için bir esas teşkil etmektedir. Bu nedenle düzenli ve dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Temizlik ve sanitasyonda uygun maddeler seçilmelidir. Suyun sıcaklığı, temizlik maddesi, sanitize edicinin konsantrasyonu ile uygulama sıcaklıkları ve süreleri, temizlenecek kirlerin bulunduğu yüzeye, kirlilik derecesine ve cisine bağlı olarak ayarlanmalıdır.

Tablo 1. Sütün Bileşimi ve Yaklaşık Olarak (%) Oranları

Su	% 85-88
Yağ	% 3.5-5
Protein	% 3.3-4
Laktoz	% 4.5-5
Mineraller	% 0.7-1

Tablo 2. Çeşitli Temizlik İşlemlerinde Genel Olarak Uygulanan Konsantrasyonlar

Temizlik İşlemi	Konsantrasyon (ppm)	
	Alkali Temizlik Bileşikleri	Klorin Sanitize Edici
Süt depolama ve taşıma tankları	1500-2000	30-50
Krema, kondens süt ve dondurma depolama tankları	2500-3000	30-50
Orta sıcaklıktaki işleme ekipmanları	4000-5000	50-100
Ağır yanmalarda	% 0.75-1 (kostik)	Asit yıkama pH 2-2.5

Tablo 3. Temizlik ve Sanitasyonda Kullanılan Bazı Kimyasallar ve Kullanım Konsantrasyonları.

Kimyasallar	Kullanım Konsantrasyonu	Uygulanma Amacı
Alkaliler		
Sodyum Hidroksit	% 0.02-% 0.5	Sabunlaştırıcı
Sodyum meta sülfit	% 0.02-% 0.5	Emülsifiye edici
Sodyum hipoklorit	% 0.02-% 0.5	Sanitize edici
Fosfatlar		
Sodyum tetra fosfat	% 0.005-% 0.2	Sertlik giderici
Sodyum tripoli fosfat	% 0.005-% 0.2	Korozyon önleyici, emülsifiye edici
Anyonik bileşikler		
Alkil Sülfatlar	% 0.02-% 2	Temizleyici, emülsifiye edici
Katyonik bileşikler		
Quaterner amonyum bileşikler	% 0.02-% 2	Sanitize edici
Amfoterik bileşikler		
Alkilamino karboksilik asit	% 0.02-% 2	Temizleyici, emülsifiye edici
Asitler		
Fosforik asit	% 0.02-% 0.5	Mineral çözücü
Nitrik, formik, asetik asit	% 0.02-% 0.5	Mineral çözücü

Kaynaklar

1. **Lopes, J. A. (1986):** Evaluation of Dairy and Food Plant Sanitizer Against *Salmonella typhimurum* and *Listeria monocytogenes*. *J. Dairy Sci.* 12:2791.
2. **Anonymous, (1993):** Cleaning and Sanitation Supply for Food Processing Plants. West Aera, Kansas City, MO.
3. **Feldman, E. B. (1984):** Programmed Cleaning Guide for the Environmental Sanitarian. The Soap and Detergent Association New York, NY.
4. **Marriott, N. G. (1985):** Principles of Food Sanitation. AVI Publishing Copm, Inc. Westport, Connecticut.
5. **Forwalter, J. (1980):** Cleaning and Sanitizing Compounds. *Food Processing* 41:40.
6. **Demirci, M. (1983):** Süt İşletmelerinde Temizlik ve Dezenfeksiyon. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Ziraat Der. Cilt 14 Sayı 3-4.
7. **Campbell, J. R. and Marshall, R. T. (1975):** The Science of Providing Milk for Man. McGraw-Hill Book Company, New York, NY.
8. **Anonymous, (1994):** The Fundamentals of Cleaning or LACT WINS. Diverse Corp. Wanted, MI.
9. **Akyüz, N. (1984):** Süt Endüstrisinde Kullanılacak Dezenfektanlar ve Uygulama Metodlarının Seçimi. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Ziraat Der. Cilt:15 Sayı 1-2.
10. **Stenson, W. S., and Forwalter, J. (1978):** Selection guide cleaning and sanitizing compounds. *Food Processing* 39:34.
11. **Giese, J. H. (1991):** Sanitation: The Key to Food Safety and Public Health. *Food Tech.* 12:37.
12. **Küçüköner, E. (1995):** Sanitation and Sanitizers Used in Dairy Plants. Food Science Semi-nar. Mississippi State University (unpublished).
13. **Wilson, P. W., and Nelson, P. E. (1979):** Improving the Efficiency of Chemical Sanitizer Used in Milk Storage Tanks. *J. Food Sci.* 44:251.