

SÜT FABRİKASI ARTIKLARI VE MİKROFLORASI

Müh. Şeminur TOPAL

Z.Y.M. - Ankara Gıda Kont. Eğit.
Araşt. Enst. Mikrobiyolojik
Kalite Kont. Laboratuvarı

GİRİŞ :

Süt ve mamulleri insan beslenmesi için çok elverişli birer gıda maddesidir. Bünyelerinde bulunan protein, yağ, laktoz, mineral maddelerin çokluğu nedeniyle toplum beslenmesinde olduğu kadar, mikroorganizmaların gelişmeleri ve yaşamaları için de son derece elverişli bir ortam ve besin kaynağıdır. Ancak bu özellikleri nedeniyle bulundurabildikleri mikroorganizmaların faaliyeti sonucunda çabuk bozulabilirler. Bu durumda ise, süt toplum sağlığı için bir tehlike kaynağı olarak karşımıza çıkar. İşte bunu önlemek amacıyla da süt, mamullerine işlenmektedir.

Sütte işlemenin esas amacı, bünyesinde değişmelere sebep olan ve onu sağlığı zararlı hale getirebilen mikroorganizmaları ortadan kaldırarak mamullerine dönüştürüp saklama imkânı sağlamaktır. Ancak amaca ulaşabilmek için temizlik konusunda titiz davranılmalı ve çeşitli sorunlar doğurabilen bulaşmalara meydan verilmemesine dikkat edilmelidir. Mamul kalitesinde işleme tekniği yanında; personel temizliği, alet tipi, uygulanan temizlik metodları, imalât yerinin durumu, binanın yapılış ve kuruluş şekli de geniş ölçüde etkilidir.

1. — SÜT FABRİKASI ARTIKLARININ TARİFİ, KAPSAMI VE ÖNEMİ :

Süt, mamullerine işlenirken bir takım artıklar meydana gelir ki, bunlar ekonomik ve hijyenik yönlerden büyük öneme sahiptirler. Süt sanayiinde yan ürün niteliğindeki artıklar yüksek oranlarda organik madde ihtiva etme-

leri nedeniyle, diğer artıklardan daha büyük bir problem teşkil ederler. Bunların yapılarını da ha çok süt yağı, kazein, laktoz oluşturur. Sütün işlenmesinden elde edilen artıklar çeşitli olup, miktarları işlenen sütün 1,5-2,5 katı kadardır. Bunlara kullanılan deterjan ve dezenfektan kalıntıları ile birlikte yıkama suyu ve boru sistemlerinden çıkan artıklar da dahildir. Ayrıca süt kalıntıları, valflerden ve borulardan sızan, çatlayan veya kırılan şişelerden akan sütü olduğu kadar şişe kırıklarını da ihtiva ederler. Süt fabrikalarına ait kesilmiş süt veya artık sular, yağ işlenen kısımlardaki yayık altı ve konsantre kalıntılar çok yüksek biyolojik oksijen ihtiyacına (B.O.D.)* sahiptirler. Bu ise mevcut mikroorganizmalar tarafından kullanılır.

Sütün mamullerine işlenmesi esnasında meydana gelen bu artıkları miktar olarak ele almak gerektiğinde, aşağıdaki değerler ortaya çıkar. Kaptan (1972)'a göre Mevcut süt üretimimizin % 45'i tereyağına işlenmektedir ki bu miktar; süt olarak 1.991.950 ton, elde edilen yağ 48.296 ton, yağsız süt 917.629 ton, yayık altı 289.777 ton şeklindedir. Yani tereyağ imalâtında randıman % 5 olup geri kalan kısım artıklara geçer. Tereyağ işleme tekniğine göre proteinin % 1,8'inin artığa geçtiği hesaplanmıştır ki, bu da toplam olarak 59.108 ton protein demektir. Peynir işlenen süt ise 858.600 tonla mevcut üretimimizin % 20'sini teşkil eder. Bunun da 194.466 tonu peynir su-

(*) B.O.D. (Biological Oxygen Demand) : Standart şartlar altında 20°C de 5 günde artıkların kullandığı oksijen miktarıdır.

yu olarak ayrılır. Peynir suyu bünyesinde ise % 2 yağ, % 0,1 protein, % 1,1 laktoz ve % 1,5 mineral madde bulunduğu düşünülürse, bu artıkların miktar ve kapsam olarak önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Ayrıca bir fabrikanın sadece temizlik için günlük kapasitesinin 2 katı kadar suya ihtiyacı vardır ve bu 30 ton kapasiteli bir fabrika için 60 ton su demektir ki bu miktar hergün yıkama suyu olarak fabrika dışına atılmaktadır. Böylece süt endüstrisinin geniş ünitelere yayılması, kendi çöp ve artıklarını yine kendisinin temizlemesi gereğini ortaya çıkarır.

Gıda sanayii diğer sanayii kollarına göre, hijyenik şartların göz önüne alınması gereği ile ayrıcalık gösterir. Bu yüzden sütçülük tesisleri kurulurken dikkate edilecek faktörlerin en önemlisi hijyenik esaslardır ki; bu şartlar yaratılmadığında süt ve artıkları ile pek çok salgınlar meydana gelebilir. Çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan incelemelere göre; sütle meydana gelebilen salgınların 700'ü bulunduğu açıklanmıştır.

Bu genel bilgilerden sonra hijyenik şartların yaratılması problemi konuyla ilgili olarak fabrikaya giren, çeşitli amaçlarla kullanılan su ve fabrika artıkları yönünden incelenmeye çalışılacaktır.

Bir sütçülük tesisinde gerek işleme ve gerekse artıkların büyük bir kısmında direkt olarak manipülasyonu etkileyen esas unsur su olduğundan bu konuda suya öncelik verip, fabrika giriş ve çıkış suyunun mikroflorası üzerinde durmak gerekir. Fabrika giriş suyunun mikroflorası kaynaklarına ve kullandıkları yerlere göre önem taşır. Çünkü sudaki bakteri miktarı, genellikle süspansiyon haldeki organik maddelerin miktarına bağlıdır ve bakteriler bu organik maddeyi kullanarak gelişirler. Fabrikaya gelen sular kaynaklarına göre 3 grupta toplanabilirler.

a) Yüzey Suları : Bu suların esas florasını kromojenik bakterilerden mikrokoklar, pseudomonaslar, basiller ve spiraller teşkil eder. Bunlar göl ve nehir gibi bütün yüzey sularında bulunurlar ve besinlerinin kaynağını suda yaşayan veya ölmüş, çürümüş bitki ve hayvan artıkları oluşturur. Hayvanların ifrazat-

ları *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis*, *Clostridium welchii* gibi tipik barsak organizmalarını da sulara katacaktır. Salmonella gibi patojenlerin suya katılma ihtimali de her zaman söz konusudur. Bunlar toplam floranın bir kısmını teşkil etmekle beraber çok büyük önem taşırlar. Geniş ölçüde bir kirlenme veya ortamdaki bitki ve hayvanların aniden ölmesi bakteri adedinde bir artmaya sebep olabilir ki; bu da suyun oksijeninin tükenmesine yol açar. Bu takdirde anaerobik bakterilerin hem miktar adedinde hemde türünde bir artma meydana getirir. Yüzey sularında toprağın asit veya bazik karakterli oluşu da mikroflora yükünü etkiler.

b) Derin olmayan kuyular : Çiftlik suyunun en çok kullanılan kaynağı olup, çevredeki suların su geçirmez bir tabakaya gelince birikmesiyle oluşur. Derin olmayan kuyu sularında toprağın 180-400 cm. lik tepe kısmı su geçirir tabaka ise bu takdirde topraktan itibaren yıkanma söz konusudur. Bu sebeple böyle kuyuların çöplüklerden uzak olması gerekir ve etraflarının da beton yapılması tavsiye edilir.

c) Derin kuyular : Derin bir kuyu çiftlik veya fabrika suyunun kaynağı olarak tercih edilmelidir. Toprakta uzun bir mesafeden gelen suyu biriktiren bu kuyularda geçişin filtre tesiri olur ve bakteri yükleri genellikle düşüktür. Bunun yanında derin kuyuların sularının soğuk oluşu mikroorganizmaların suyun düşük ısısına dayanıklılık gösterenlerinin kalmasına sebep olur. Bu mikroorganizmaların çoğunluğunu *Pseudomonas* türleri teşkil ederler. Bulunan diğer mikroorganizmalar *Chromobacter*'ler (*Chr. violaceum*), *Flovabacter*'ler (*Fl agalactiae*) ve *Alkaligenes*'ler (*Al. viscolactis*) dir.

Bu su içme suyu olarak kullanılacaksa, filtre edilmek ve klorlanmak suretiyle bir muameleye tabi tutulur ki; böylece mikroorganizma yükü çok hafifler ve çok az miktarda saprofitler kalabilir.

Sütçülük ünitelerinde çok fazla suya ihtiyaç vardır. Ancak boruların durumu ve gelen suyun sıcaklığı soğutma işlemi için kullanılacak suyun durumunu etkiler. Genellikle borulardaki suyun sıcaklığı 21°C ye ulaşmaktadır,

bu durumda sudaki saprofitler rahatlıkla gelişebilir. Tipik su saprofitleri bir çok sütlerde renk bozulması, ekşime, proteoliz, gaz, kokuşma ve pıhtılaşmaya sebep olur. Suda yapılan testler kirlenmeyle meydana gelebilecek bozulmayı kapsar. Bunun sonuçlarına göre de suda tespit edilen mikroorganizma cinsi; bulaşma yeri ve zamanı hakkında kabaca bilgi edinmek mümkündür. Örneğin koliform grup varsa ve özellikle *E. coli* bulunmuşsa pislikle bir bulaşma olmuştur denebilir ve bunların yaşama süresi 2-3 haftadır. Yani kontaminasyonun o zaman meydana geldiği anlaşılır. Yine *Str. faecalis*'in varlığı kirlenmenin hemen yakında olduğunu, *Cl. welchii*'nin varlığı ise kirlenmenin aylarca önce olduğunu gösterir. Ancak oranları değişiktir. Diğer ülkelerde bu miktarlar standartlaştırılmıştır. Buna göre kullanılan sular standart bir durum gösterirler. Ancak fabrikaya gelen su imalâta ve temizlikteki kullanımı ile kirlenir ve diğer artıklardaki mikroflora ile yüklenir.

2 — SÜT FABRİKASI ARTIKLARININ SINIFLANDIRILMASI VE MİKROFLORA DURUMLARI :

Süt fabrikalarında işlemeden sonra elde edilen, ekonomik ve mikrobiyolojik yönden büyük öneme sahip yan ürün niteliğindeki artıkları esas olarak 3 grupta toplamak mümkündür.

2.1. İşleme ve mamul artıkları : Bunlar separatör artıkları, peynir suyu, yavan süt (imansız süt), yayık altı ve ayrandır.

Separatör artıkları; fabrikaya gelen sütteki pislikleri, kirleri ve birlikte ihtiva ettikleri mikroorganizmaların büyük bir kısmını santrifüj kuvvetinden yararlanarak ayırmak için kullanılan separatörlerden gelen artıklardır ki miktar ve çeşit bakımından en yüklü mikroflorayı da taşırlar. Bu grup artıkların bünyesinde çiğ süttten geçen pekçok patojen ve patojen olmayan mikroorganizmalar vardır. Bu artıklardaki patojen mikroorganizmaların bir kısmı hayvansal orijinli olduğu halde bir kısmı da insanlardan süte geçen mikroorganizma niteliğindedirler. Hayvansal orijinli olan bazı patojen mikroorganizmaların isimlerini ve yol açtıkları hastalıkları şöyle sıralamak mümkündür :

Mycobacterium tuberculosis var. bovis — Tüberküloz

Streptococcus agalactiae — Mastitis

Brucella abortus — Brusella

Bacillus anthracis — Antraks

Coxiella burnetii (Rickettsia burnetii) — Q humması

Virus — İnek frengisi, ağız ve boğaz enfeksiyonları.

İnsanlardan süte geçen patojen mikroorganizmalar ve yol açtıkları hastalıklardan bazıları ise şunlardır :

Salmonella typhosa — Tifo

Salmonella paratyphi, Salmonella schottmuelleri — Paratifo

Streptococcus scarlatinae — Kızıl

Streptococcus epidermis — Ağız ve boğaz iltihapları

Corynebacterium diphtheriae — Difteri

Vibrio comma — Kolera

Shigella dysenteriae — Dizanteri

Ayrıca çiğ süttten separatör artıklarına geçen ve patojen olmayan mikroorganizmalar vardır ki bunlar da çeşitli bozulmalara yol açabilirler. Bunlara örnek olarak aşağıdaki mikroorganizmalar ve meydana getirdikleri değişiklikler verilebilir :

Streptococcus lactis, Lactobacillus bulgaricus, Lactobacillus acidophilus — Asit oluşumu.

E. coli, Aerobacter aerogenes — Gaz oluşumu

Bacillus subtilis, Proteus vulgaris — Proteoliz oluşumu

Shigella alcaligenes, Pseudomonas fluorescens — Alkalilik artışı

Clostridium perfringens, Cl. butyricum, Cl. putrifermens — Pis koku oluşumu

Pseudomonas synxantha (Mavi süt), **Serratia marcescens** (Kırmızı süt), **Ps. aeruginosa** (Mavi-yeşil süt), **Flavobacterium synxanthum** (Sarı süt) — Pigment oluşumu

Alcaligenes viscolactis, Aerobacter aerogenes — Sünme oluşumu.

İnert bakteriler - Değişiklik yapmayanlar.

Peynir suyu; peynir florasındaki mikroorganizmalar doğal olarak peynir suyunda da bulunur. Ayrıca peynir suları gaz yapan mikroor-

ganizmalarla da yüklü bulunmaktadır. Halk arasında beyaz peynirlerin yüksek derecede pastörize edilen veya kaynatılan süttten yapılması istenmez. Çünkü pastörizasyon sıcaklığını biraz aşınca peynire esas strüktürünü veren kazein kuagule olarak bünyedeki Ca ile birleşir ve Ca-kazeinat halinde çöker ki, bu durum peynirin cıvık ve şekilsiz bir hal almasına yol açar. Bu problem nedeniyle beyaz peynirlerin genellikle çiğ süttten yapılması tercih edilmektedir, böylece de çiğ süttün bünyesindeki pekçok patojen mikroorganizmalar peynire ve peynir suyuna geçerler. Örneğin Brucella'lı inek süttü ile yapılan peynirlerde bu hastalık etmeni olan **Brucella abortus** peynire ve peynir suyuna da geçebilir. Bu konuda araştırma yapan bazı araştırmacılar, bu mikroorganizmanın peynirde 6 ay süreyle canlılıklarını koruyabildiklerini ancak 1 yıl sonra tamamen öldüklerini ispatlamışlardır. Yine Fabian (1964), peynirlerin **Salmonella typhosa**, **Salm. schottmuelleri**, **Brucella melitensis** ve **Br. abortus**'tan oluşan enfeksiyonlar ve **Clostridium botulinum**'dan oluşan besin intoksikasyonlarına sebep olduğunu ileri sürmüştür. Bunların yanında **Bacterium acidi propionici**, **Mycobacterium tuberculosis**, **Oospora caseovorans**, **Oospora lactis**, **Penicillium camamberti**, **Penicillium roqueforti**, **Rhizopus nigricans**, **Pichia fermentas**, **Bacillus bifermentas**, **Bacillus brevis**, **Bacterium linens**, **Candida lypolyticum**, **Saccharomyces delbruckii**, **Saccharomyces fragilis**, **Streptococcus lactis**, **Streptococcus faecalis**, **Streptococcus thermophilus**, **Thermobacterium bulgaricum**, **Thermobacterium helveticum**, **Lactobacillus brevis**, **Lactobacillus plantarum** da peynir suyu mikroflorasında bulunabilir.

Bir de haşlama suyu vardır ki; kaşar peyniri imalatında elde edilir ve işleme sırasında sıcaklık 60-65°C ye ulaştığı için ancak termofilik mikroorganizmaları ihtiva eder.

Yavan sütt : Sütt yağının ayrılması ile artakalan yağsız süttür. Genellikle süttün pastörizasyonu sırasındaki yağ ayarlaması, yağsız sütt tozu ve yoğurtların yapımı gibi gayelerle kullanılabilir. Buna karşılık bazı yerlerde artık olarak nitelendirilebilir ki bu takdirde çiğ süttün ihtiva ettiği mikroorganizmaların tümünü bünyesinde taşıyabildiği unutulmamalıdır. Çünkü süttün bünyesindeki besin maddelerinin

den yağ hariç diğerlerini ihtiva ettiği için mikroorganizmalara sütt kadar elverişli bir zemin teşkil eder. Seperatör artıkları incelenirken çiğ süttteki mikroflora durumundan bahsedildiği için bu grupta tekrar ele alınmamıştır.

Yayık altı; Bu artık da tereyağ imalatında kremanın yayıklanması sonucu artakalan kısımdır. Bu yüzden tereyağının bünyesindeki mikroorganizmaları büyük bir çoğunlukla ihtiva eder. Eğer krema pastörize ise yayık altında patojen olmayan mikroorganizmalar bulunurken, pastörize edilmemiş krema kullanıldığında patojen mikroorganizmalar da yayık altında rahatça bulunabilir. Bu mikroorganizmaların bir kısmının kokuşma (pütrifikasyon), hidroliz vs. gibi yan tesirleri de olabilir. Yayık altında bulunan mikroorganizmaları özetlemek gerektiğinde şunlar sıralanabilir; **Streptococcus lactis**, **Bacillus putrificus**, **Bacillus sporogenes**, **Lactobacillus acidophilus**, **Clostridium butyricum**, **Pseudomonas fluorescens**, **Serratia marcescens**, **Streptococcus paracitrovorus**, **Torula cremoris**, **Torula spherica**, **Oidium lactis**, ve **Flavobacterium** cinsleri. Aynı grup artıkta bulunabilen patojen mikroorganizmalar da şunlar olabilir. **Mycobacterium tuberculosis**, **Streptococcus agalactiae**, **Salmonella typhosa**, **Brucella abortus**, **Bacillus anthracis**, **Clostridium welchii** (**Cl. perfringens**).

Ayran; Yoğurttan tereyağı imalatı sonucunda elde edilir. Bünyesindeki asitliğin yüksek oluşu bir kısım mikroorganizmaları elemine etmiştir. Bu artık genellikle tereyağ imalatını böyle yöntemlerle yapan küçük işletmeler için söz konusu olup fabrikalarda fazla bir önem taşımaz.

2.2. Temizlik işlemi sonundaki artıklar :

Bunlar yıkama suları, personel temizlik ve ihtiyaç yerlerinin artıklarıdır ki direkt kanalizasyon sularına karıştıkları veya septik çukurlara atıldıkları için hem miktar hem de toplum sağlığı ve hijyeni konusunda büyük sorunlar yaratabilirler.

Yıkama suları; Bu grup artıklar içersinde alet ekipman ve sütt kaplarının temizlenmesi sırasında kullanılan sular bulunmaktadır. Bu sular da geniş ölçüde kontamine olmuşlardır. Örneğin güğümlerde çiğ sütt taşınabileceği için

yukarıda sayılan pek çok patojen olan ve olmayan mikroorganizmalar bunların artıklarının bünyesine geçer. Ayrıca uzun zaman kirli kalan güğümlerde kuruyan süt pek çok mikroorganizmayla bulaştığı gibi yayılmalara da neden olur. Yine pastörize edilmeyen kremadan yapılmış tereyağın yayıklandığı yayıklar veya böyle süttten yapılmış peynirlerin imalinde kullanılan ekipmanlar bol sayıda kokutucu, pislik indeksi, patojen, sündürücü ve çeşitli anormal fermentasyona neden olan mikroorganizmaları bünyelerinde ihtiva ederler ki bunlar yıkama suyuna da olduğu gibi geçerler ve üremelerine de kısmen devam ederler. Söz konusu mikroorganizmalar içersinde çeşitli streptokoklar, basiller, maya ve küfler, saprofit mikroorganizmalar bulunabilir. Saprofit streptokoklardan büyük bir kısmı süt sanayiinde faydalı olabildiği gibi patojen ve hemolitik türleri insan ve hayvan sağlığı yönünden tehlikelidir.

Personel temizlik ve ihtiyaç yerlerinin artıkları; Zemindeki suyun mikroflorasına geniş dışına çıkarılacak suyun mikroflorasına geniş ölçüde etkili bir faktör de fabrika içinden hela ve personel temizlik yerlerinin durumudur. Çünkü buralar fekal kökenli koliform ve patojen mikroorganizma gruplarını bol miktarda bulundurlar. Buralarda fabrika zeminine dolayısıyla yıkama suyuna vs. ye bu mikroorganizmalar işçilerin ayakları, hava, sinek ve haşerelerle kolayca geçebilir, buralarda yayılır ve gelişirler. Bu tip yerler fabrika artıklarının mikroflora yüklerini geniş ölçüde çeşitlendirip,

artırarak sağlık açısından önemli sorunlar yaratabilir.

2.3. Diğer artıklar : Bu bölümde kirli şişelerden kalan kırıklar ve bunlardaki kurumuş kalıntılar ile dökülme, kırılma ve fire artıkları sayılabilir. Kirli şişeler içindeki kurumuş kalıntılar mikroorganizmaların gelişmesi için son derece elverişli ortamlardır. Bunlara havadan, insanlardan, v.s. den pekçok mikroorganizma bulaşıp yayılabilir. Bunlar içersinde küfler geniş bir bölümü tutarlar. Örneğin *Oospora lactis* kolonileri rahatca gelişip yayılabilen ve bu bölüm artıklarının mikroflorasını etkileyen önemli bir kültür. Dikkatsizlik sonucunda meydana gelen dökülme, kırılma ve fire artıkları miktar olarak da çok önemlidirler.

Her üç grup artık da fabrikadan uzaklaştırılırken pekçok patojen olan ve olmayan mikroorganizmaları bulunduracağından gerekli tedbirler alınmadıkça her an bir bulaş ve hattâ salgın kaynağı olarak rol oynayabileceklerdir. Süt fabrikası artıklarına gerekli önem verilerek ele alınması, bir kısmının (mamül artıkları) yeniden işlenip kazein, laktöz v.s. gibi yan ürünlerin elde edilmesi ekonomik bir yol olduğu gibi sağlık açısından da yararlı bir tedbir olacaktır. Değerlendirilemeyen artıkların işe (temizlik işlemi sonundaki artıklar, dökülme, fire ve kırılma artıkları) toplum için en zararsız yolla temizlenerek atılması gerekir. Böyle bir yol toplum sağlığı ve ekonomisi açısından kaçınılmaz olup büyük yararlar sağlayacaktır.

L İ T E R A T Ü R

- Adam, R. Cemil. 1964. Sütle Geçen Hastalıklar. E.Ü.Z.F. Yayını - İzmir
- Adam, R. Cemil. 1968. Süt Mikrobiyolojisi E.Ü. Z.F. Yayını - İzmir
- Adam, Nahide. 1960. Ankara Sütlerinde Laboratuvar ve Fabrika Pastörizasyonunda Önce ve Sonra Tesbit Edilen Mikrop grupları - Ankara
- Akman, Muvaffak. 1964. Su, Süt ve Türevlerinde Rutin Bakteriyolojik Muayeneler - Ankara
- Breed, R.S., E.G.D. Murray, N.E. Smith. 1957. Bergeys Manual of Determinative Bacteriology. 7 th, Ed. The Williams Comp. Baltimore. 1094.
- Kaptan, Nesrin. 1972. Süt Artıkları ve Değerlendirilmesi. (Ders notları) - Ankara
- Köşker, Ömer. 1972. Süt ve Mamulleri Mikrobiyolojisi ve Hijyeni. (Ders notları) - Ankara
- Omurtag, A. Cemal. 1966. Süt ve Mamulleri ile Margarin ve Sıvı Yağların Fiziksel, Kimyasal, Mikrobiyolojik, Serolojik ve Biyolojik Analiz Metodları - Ankara
- Özkan, Nurettin. 1969. Sütçülükte Temizlik ve Dezenfeksiyon. (W. Mohr, R. Junger, H. Ritterhoff'dan çeviri). Ayyıldız Matbaası. - Ankara. 208 s.
- Uraz, Tümer. 1972. Süt Tesisleri Kuruluş ve Organizasyonu. (Ders ve tatb. notları) - Ankara
- Sealman, A. 1963. Bacteriology for Dairy Students. London.