

Bakteriyofaj ve Süt Teknolojisinde Yarattığı Sorunlar

E.Ü. Ziraat Fakültesi — İZMİR

Doç. Dr. Erol ERGÜLLÜ

1 — GİRİŞ

Bakteriyofaj, Yunanca'dan çıkartılmış bir kavramdır ve «bakteri yiyen» anlamına gelmektedir. Bakteriyofajlar veya kısaca belirtildiği gibi fajlar, bakteriler için hastalık virüsleridir ve yalnız bakterilere karşı etkili olurlar. Bitki, hayvan ve insanlar gibi yüksek organizmalara karşı ise etkileri görülmez. Nasıl insanlar için tehlikeli virüsler (örneğin kuduz virüsü), insanların hücrelerinde parazit olarak çoğalabilirse, aynı şekilde bakteriyofajlarda yalnız bakteri hücrelerinde çoğalabilirler. Zira bu hücreler dışında, diğer tüm virüslerde olduğu gibi kendilerine özgü hiç bir metabolizma oluşturmazlar.

Bu nedenle virüsler bakterilerin zorunlu parazitleri olup, çoğalmaları için mutlaka canlı bakteri hücrelerine gereksinim duyarlar. Bakteriyofajları korsanlara benzetmek mümkündür. Nasıl korsanlar ele geçirdikleri gemi veya uçağı komutaları altına alırlar ve her şeyi kendi istekleri doğrultusunda yapılmasını zorunlu tutarlarsa, aynı şekilde bakteriyofajlarda bir bakteri hücrelerini ele geçirdiklerinde, hücreyi kendi istekleri doğrultusunda yönlendirmekte, yeni fajlar üretmeye zorlamakta ve daha sonrada hücreyi parçalamaktadırlar. Bu olay özellikle süt teknolojisinde kendisini göstermekte ve süt mamüllerinde starter (saf) kültürlerin kullanımında bakteriyofaj etkisi ortaya çıkarsa, süt asidi bakterilerinin faaliyetleri kısa sürede önlemediğinden, genellikle peynir, yoğurt ve tereyağ teknolojisinde çok büyük sorunlar ortaya çıkmaktadır.

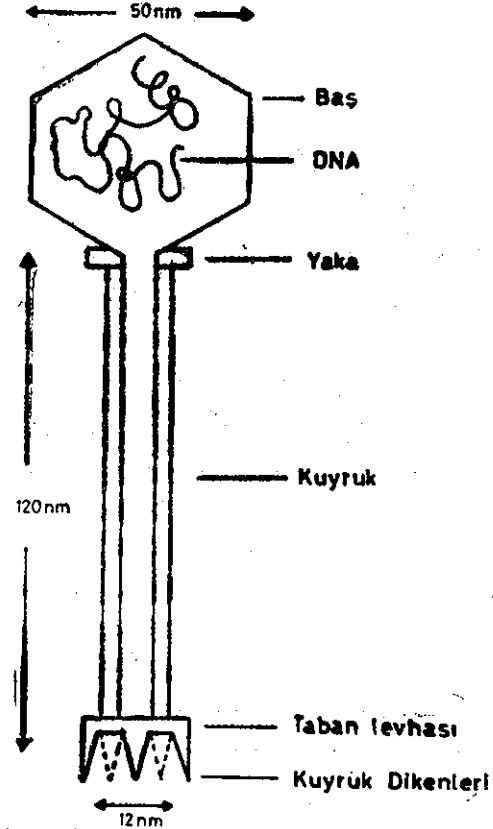
2 — BAKTERİYOFAJLARIN YAPISI

Bakteriyofajların kimyasal yapısını protein ve nükleik asit oluşturur. Fajların çoğunda DNA (desoksiribonükleik asit) bulunur. Ancak bazı fajlar yalnız RNA (ribonükleik asit) içerir. Fajların kuru ağırlığının yaklaşık % 60'ı protein, % 40'ı nükleik asittir ve fajların kalıtsal yapıları nükleik asidi üzerinde lokalize olmuştur (1, 16, 18).

Fajlar bakterilerden çok küçüktürler ve milimikron (nanometre=nm) veya Angström (Å) ile ölçülürler (1 nanometre (nm)=10⁻⁹ metre= 10 Angström). Bu nedenle ancak elektron mikroskopla görülebilirler. Orta büyüklükteki bir fajın hacmi, bakteri hücrelerinin ancak 1/1000'i kadardır.

Tipik bir faj, bir baş ve bir kuyruk olmak üzere 2 kısımdan oluşmuştur. Baş kısmı iplik şeklindeki nükleik asit moleküllerini (DNA) içerir ve nükleik asit molekülleri baş kısmında yumak şeklinde bir yapı oluştururlar (Şekil 1).

Nükleik asit molekülleri bir protein kılıfı tarafından sarılmıştır. Kapsit adı verilen bu protein kılıfı, prizma şeklinde bir yapı oluşturmak üzere bir araya gelen, birbirine benzer alt birimlerden meydana gelmiştir. Başın kesiti



Şekil 1. Streptococcus lactis fajının (morfolojik tip II) şematik görünümü

alındığında, genellikle altıgen bir görünüm ortaya çıkar (18).

Bilinen en küçük faj başının çapı 25 nm'dir. Bazı diğer fajlarda baş çapı 55 x 40 nm ile 100 x 70 nm arasında değişmektedir (2).

Fajın kuyruğu, değişik fajlara göre büyük farklılık göstermekle beraber, genellikle 50-100 nm uzunluğunda, 30 nm kalınlığındadır. Kuyruğun ucunda altıgen şeklinde olan terminal bir taban levhası (plâkası) bulunur. Bu levhaya kuyruk dikenleri ile iplikçikleri yapışmış durumdadır. Taban levhasından genellikle 6 kadar diken ve 6 kuyruk iplikçigi çıkar. Bazı fajlarda hem diken ve hem de iplikçikler birlikte bulunduğu halde, bazılarında yalnız diken veya yalnız iplikçikler bulunabilir. Fajlar kuyruğun uç yapılarına göre de değişiklik gösterirler. Bazı fajlarda hiç bir özgül uç yapısı olmadığı halde, bazılarında yumru veya topuz şeklinde görülen bir uç yapısı bulunur.

Kuyruklu fajlardaki kuyruk, adsorbsiyon organı olarak rol oynar. Bazı fajlarda ise bir kuyruk bölümü yoktur. Örneğin RNA fajlarında kuyruk bulunmaz ve bu fajlar yalnız bir kapsid'den oluşurlar.

Fajların baş zarındaki, kılıftaki ve kuyruk iplikçiklerindeki proteinlerin yapıları birbirinden farklıdır (2, 3).

3 — BAKTERİYOFAJLARIN ÇOĞALMASI

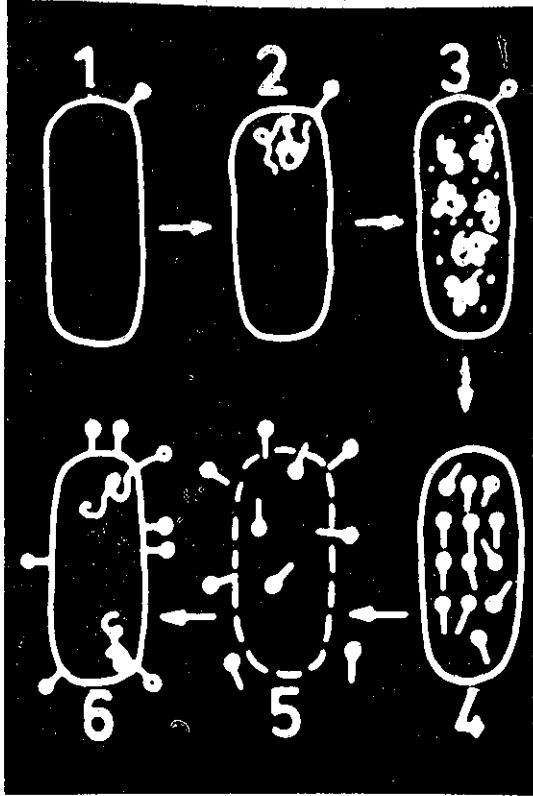
Bakteriyofajlar, kendilerine özgü bir metabolizmaya sahip olmadıklarından, çoğalmaları için canlı bir bakteri hücrelerine gereksinim duyarlar. Herhangi bir faj kendi konakçısı için çok özgül ise de, genellikle bilinen tüm bakteri türleri, bir veya bir kaç faj için konakçı rolü oynayabilmektedirler. Bakteriyofajlar kuyruk iplikçikleri yardımıyla, bakterilerin yüzeyindeki tutunma yerlerini veya özel alıcıları (rezeptörler) tanırlar ve moleküler hareketle kendileri için duyarlı bakteri hücrelerine tutunurlar. Fajların bakteri hücrelerine tutunmasına «adsorbsiyon» denir. Adsorbsiyon olayı fajın bakteriye dokunmasından yaklaşık 5 dakika sonra gerçekleşir. Bakteri hücrelerine tutunan faj çok komplike bir mekanizma ile, başta bulunan iplik şeklindeki kalıtım materyalini (DNA), kuyruğun ortasın-

daki boşluktan bakteri hücreleri içerisine enfekte eder. Protein kılıfı (kapsit) ile kuyruk ise dışarıda kalır. Bakteri hücrelerine giren kalıtım materyali, bakteri hücrelerinin metabolizmasını değiştirir ve kendi idaresi altına alır. Bu sırada bakteri hücrelerinin kalıtım materyali çözülür ve faj DNA'sı şekline dönüştürülür. Bakteri'nin kendine özgü protein sentezleme düzeni, faj DNA'sının sarılması için gerekli baş ve kuyruk proteinlerini yapmaya başlar. Böylece bakteri hücreleri yalnız yeni fajlar üretmeye devam eder (Şekil 2). Fajın bakteri hücrelerine girmesi ve yeni fajların oluşumuna kadar geçen süreye «latent periyod» denir ki, bu süre yaklaşık 20 dakika kadar devam eder. Oluşan fajlar, enfekte olan bakteri hücreleri içerisinde toplanırlar. Daha sonra faj genleri tarafından bir protein sentezlenir ki, buna faj «lizozimi» adı verilir. Bu enzim bakterinin hücre çeperindeki mürein katını etkiler ve şeker molekülleri arasındaki bağları hidrolize eder. Bunun sonucu olarak bakteri hücrelerinin çeperi zayıflar ve iç ozmatik basınca dayanmayarak yırtılır. Bakteri hücreleri içerisinde oluşmuş fajlar (150 - 200 kadar), parçalanarak hücreden çıkarak, yeni bakteri hücrelerini tutarlar (1, 15, 16, 18).

Yapılan çalışmalar her fajın her bakteriye tutunmadığını, hücre çeperinin faja uygun olması halinde bu durumun söz konusu olduğunu ortaya koymuştur (8). Keza ortamda NaCl, CaCl₂ v.s. gibi inorganik tuzların bulunması, faj tutunmasını kolaylaştırmaktadır. Bu maddelerin bakteri ile fajın negatif elektrik yüklerini nötralize ettiği ve tutunmayı sağladığı kabul edilmektedir. Ortamda inorganik tuzların bulunmaması halinde faj bakteriye tutunsa dahi, bakterinin erimesi söz konusu olmamaktadır (1).

4 — BAKTERİYOFAJLARIN SÜT TEKNOLOJİSİNDE YARATTIĞI SORUNLAR

Teknolojinin tüm bilim dallarında hızlı bir gelişim göstermesi ve teknolojik işlemlerde yeni yöntemlerin uygulamaya sokulması, bazı sorunları da beraberinde getirmektedir. Süt teknolojisinde de saf kültür adını verdiğimiz starter kültürlerin, süt mamulleri teknolojisinde kullanılmaya başlanılmasından sonra, bu kültürlerin çok büyük olumlu etkileri görülmüş ve süt mamullerinde standart bir kalite ve arzu edilen

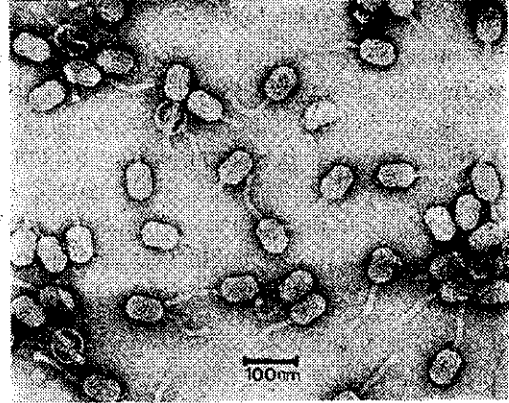


Şekil 2. Bir bakteriyofajın bakteriye tutunması ve yeni fajların oluşum süreci.

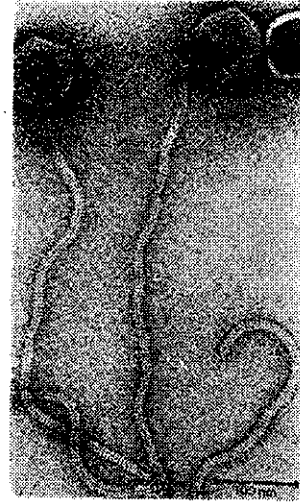
- 1 — Bakterinin hücre çeperindeki özel alıcılara (rezeptörler) bakteriyofajın tutunması.
- 2 — Bakteri hücrelerine faj kalıtım materyalinin (DNA) enfekte edilmesi.
- 3 — Faj tarafından, bakteri metabolizmasının faj DNA'sı ve faj proteinlerinin yapımına yönlendirilmesi.
- 4 — Bakteri hücresi içerisinde yeni fajların oluşumu.
- 5 — Fajın kendine özgü enzimi (lyozym) ile konakçı bakteri hücrelerinin parçalanması ve olgunlaşmış fajların serbest hale geçmesi.
- 6 — Oluşan fajların diğer bakterilere tutunması.

tat ve aroma sağlanmıştır. Ancak saf kültür kullanımının yaygınlaşmasından sonra, ortaya çok büyük sorun çıkmıştır ki bu sorun «Bakteriyofaj» sorunudur.

Bakteriyofaj sorunu 20. yüzyılın başlarında ilk olarak Avusturalya ve Yeni Zelanda'da kendisini göstermiş ve bu ülkelerde peynir yapılacak süte katılan saf kültürlerin, peynirlerde gerekli asitliği oluşturmadığı ve buna bağlı



Şekil 3. *Str. lactis* (tip 1) fajının elektron mikroskopundaki görünümü.



Şekil 4. *Str. lactis* (tip V) fajının elektron mikroskopundaki görünümü.

olarak arzu edilen tat ve aromanın meydana gelmediği peynir kalitesinin çok düşük olduğu görülmüştür. Bu konu üzerine eğilen araştırmacılar, peynire işlenecek süte saf kültür olarak katılan bakterilerde gelişmenin kısa sürede sona erdiğini, hücre zarlarının parçalandığını saptamışlar ve bunun etmeni olarak da «bakteriyofaj» denilen bakteri virüslerini ortaya koymuşlardır.

Bakteriyofaj sorunu, bugün özellikle peynir, yoğurt ve tereyağ yapımında ortaya çıkmakta ve kültür kullanımının söz konusu olduğu bu şekildeki süt mamullerinde çeşitli zararlar görülmektedir.

a — Peynir Teknolojisinde

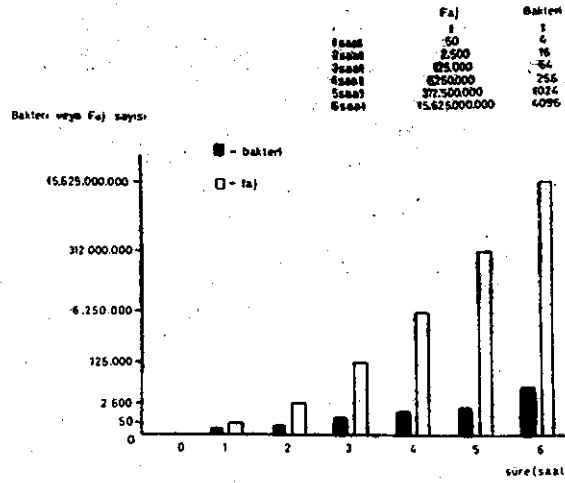
Fajlara süt mamulleri işleyen tüm işletmelerde rastlamak mümkündür. Hatta bazı tipleri bir saprotif bakteri gibi yerleşim bulmuştur. Özellikle peynir yapılan yerlerde fajın bulunmadığını düşünmek olanaksızdır. Bu konuda İsviçre'de yapılan bir araştırmada süt mamullerinin % 64'ünde bakteriyofaj bulunduğu ve bunların da çok farklı tipte olduğu belirlenmiştir (17).

KRUSCH'a (8) göre saf kültürlerin kullanılmasıyla elde edilen süt mamullerinde ortaya çıkan hataların % 70 ile % 80'i fajların etkisi nedeniyle olmakta ve bu hataların en fazlası peynir teknolojisinde görülmektedir. Bilindiği üzere, peynirlerde asitliğin kısa sürede ve düzenli bir şekilde artması bir yandan tat ve aroma oluşmasına, diğer yandan da peynirde bulunabilecek patojen mikroorganizmaların veya çeşitli hatalara neden olabilen diğer mikroorganizmaların ortadan kalkması için gereklidir. Faj nedeniyle asitlik artışının yavaşlaması veya tamamen durması, peynirlerde hem arzu edilmeyen tat ve aroma oluşturmada, hem de olgunlaşma sırasında diğer zararlı mikroorganizmaların kolaylıkla gelişimi söz konusu olabilmektedir.

Fajların gelişme ve çoğalmaları, ortam koşullarına bağımlı olmakla beraber, fajlar bakterilere göre çok kısa sürede ve süratle çoğalabilmekte ve peynire işlenecek süte katılan saf kültürlerin gelişimi önlediğinden peynirde asitlik artışı durmaktadır. Bu konuda yapılan bir çalışmaya göre, latent periyodu 1 saat olan bir faj ile generasyon süresi 30 dakika olan bir bakterinin gelişimleri karşılaştırılırsa (4), faj sayısının 6 saat içerisinde milyarlara ulaştığı, buna karşın bakteri sayısının çok düşük düzeyde kaldığı görülmektedir (Şekil 5).

Şekilde de görüldüğü üzere başlangıçta bakteri ve faj sayısı 1 olduğunda, faj sayısı 1 saat sonra 50'ye, bakteri sayısı ise 4'e ulaşmaktadır. Daha sonraki sürelerde faj sayısı süratle artış göstermekte, buna karşın bakteri sayısındaki artış çok yavaş seyretmektedir. 6 saat sonra faj sayısı 15 milyarın üzerine çıktığı halde, bakteri sayısı ancak 4096'da kalmaktadır.

Faj sayısının bu denli süratli artışı, buna karşın bakterinin çok yavaş gelişim göstermesi



Şekil 5. Bakteriyofaj (latent süresi 1 saat) ve bakterinin (generasyon süresi 30 dakika) çoğalmaları.

sonucu, asitliğin ilerlemesi, söz konusu olmadığından peynirlerde çeşitli hatalar ortaya çıkmaktadır. Fajlar saf kültür katılarak yapılan peynirlerde zararlı etki göstermekte, fakat direkt olarak çiğ süttten veya pastörize edilen, ancak saf kültür katılmayan süttten yapılan peynirlerde büyük sorun ortaya koymamaktadırlar. Zira bu durumda ortamdaki tüm bakterilerin faj etkisine kalabilmeleri söz konusu olmadığı gibi, çiğ sütte çeşitli bakteri türleri ve hatta bu türlerin farklı suşlarının bulunması faj etkisini ortadan kaldırmaktadır.

b — Yoğurt teknolojisinde :

Yoğurt teknolojisinde faj etkisi yine büyük sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Yoğurt kültürü olarak bilinen *Lb. bulgaricus* ve *Str. thermophilus* bakterilerine faj bulaşması halinde, bu bakterilerin oranları değişmekte, asitlik artışı durmakta ve tat ve aromadan yoksun bir yoğurt ortaya çıkmaktadır. Bakteriyofaj etkisinin oranına bağımlı olarak inkübasyon süresi uzamakta ve ileri düzeydeki bir etkide yoğurt yapımı söz konusu olmamaktadır (12, 13). Hatta bazen yoğurdun sakız gibi uzadığı ve lücuzi bir durumu aldığı görülmektedir (7).

c — Tereyağ teknolojisinde :

Tereyağ yapımında kremanın olgunlaşması ve arzu edilen tat ve aromanın oluşması için, genellikle *Str. cremoris*, *Str. lactis var. diacetilactis* ve *Leuc. citrovorum* gibi asit ve aroma oluşturan bakteriler kullanılır. Bu bakterilerin

herhangi bir şekilde bakteriyofaj etkisi altında kalmalarında, kremada asitlik artışı durmakta, olgunlaşma yavaşlamakta ve ayrıca aroma oluşmamaktadır. Bazı hallerde tereyağın kendine özgü tat ve aroması yerine, bir malt aroması ortaya çıkmaktadır (7).

5 — BAKTERİYOFAJLARA KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Bakteriyofajlar doğada çok yaygın olarak bulunabilirler. Toprakta, gübrede, havada, kirli sulara ve sütte çok fazla sayı ve tipte bakteriyofaja rastlamak mümkündür. Bu nedenle faj içermeyen bir süt işletmesini düşünmek imkânsızdır. Diğer bir varsayımla, bakterilerin bulunduğu her yerde faj saptanabilir. İşletmelerde faj nedeniyle ortaya çıkan hataları önlemek ve faj bulaşmasını bir dereceye kadar sınırlandırmak için çeşitli yöntemler ortaya konulmuştur. Bu yöntemleri şu şekilde sıralayabiliriz.

a — Kimyasal maddelerle dezenfeksiyon

Yapılan araştırmalar, fajların en büyük bulaşma kaynağı, işletmelerde ortaya çıkan peynir suyunun oluşturduğunu ortaya koymuştur (10).

Yalnız peynir yapan bir işletmeden 25 km uzaklıktaki havada dahi süt asidi bakterilerinin fajlarına rastlandığı, üretime kapatılmış bir peynir işletmesinde yıllarca sonra bakteriyofaj saptandığı göz önüne alınırsa, peynir yapan bir işletmenin fajdan arındırılmasının olanaksız olduğu ortaya çıkmaktadır (8). Kaldığı işletmeye gelen çiğ sütlerde genellikle laktik streptokokları ve bunların fajlarını içerebilirler. Fajlar da düşük derecelerde yapılan pastörizasyondan etkilenmezler. Araştırmalar bazı fajların 65°C'de 10 dakikada, bazılarının ise ancak 75°C'de 12 dakikada inaktif hale geçtiklerini göstermiştir (6).

Fajların aktifliği üzerine pH değerinin de önemli ölçüde etkili olmadığı ve pH 2.5 ile 11.8 arasında faj etkisinin görülebildiği belirlenmiştir. Bu nedenlerle işletmeye gelen çiğ sütte faj bulunması söz konusu olduğunda, elde edilen peynir suyunda da fazla miktarda faj kalabileceği ortaya çıkmaktadır. Bu konular göz önüne alınarak, teknolojik işlemlerin tamamlanmasından hemen sonra, peynir imalat odalarına klorin

püskürtmek, kullanılan kapları 200 - 300 ppm/lt klorlu suda bırakmak, 100 ppm/lt veya 200 ppm /lt amonyum bileşikleri içeren sulu çözeltileri borulardan ve diğer ekipmanlardan geçirmek yapılması gereken ilk işlemler olmalıdır. Ayrıca alet ve ekipmanlar üzerinde süt taşı birikimleri önlenmeli, peynir tekneleri günlük üretim aralarında temiz su ile iyice temizlenmeli ve fajların katı parçacıklara takılması veya süt taşı kalıntıları içerisine gömülmesi önlenmelidir. Aksi takdirde iyi temizlenmemiş yüzeylere yerleşen fajlar dezenfektan maddelere karşı daha dayanıklı olabilmektedir. Peynir teknelerinin yüzeyinde özellikle köşelerde oluşabilecek birikimler, haftada bir defa ultraviyole ışını ile kontrol edilmeli ve parlayan yerler tekrar temizlenmelidir. Süt taşı ve madensel birikimler, alkali maddelerle çıkartılamayacağından, bunların temizlenmesinde organik veya inorganik asitler ve periyodik olarak kullanılmalıdır.

Fajlar bakterilerin aksine, lipit ihtiva eden membran yapısına sahip olmadıklarından, dezenfektan maddelere karşı oldukça dayanıklıdır. Bu nedenle dezenfeksiyonda kullanılacak maddelerin seçimi önemli rol oynamaktadır.

b — Kültür hazırlanmasında gerekli hijyenik koşulların sağlanması :

İşletmelerde kültürün hazırlanması sırasında gerek havadan ve gerekse temiz olmayan kaplardan, starter kültürlerine fajların bulaşması söz konusu olabilir. Bu nedenle gerekli hijyenik koşulların yerine getirilmesi, kültür hazırlama odalarının titizlikle temizlenmesi şarttır. Kültür hazırlama yerlerinin peynir yapım yerlerinden uzakta bulunması ve kültür hazırlanırken aseptik koşullar altında çalışılması, ortamda süt ve peynir suyu artıklarının bulunmaması faj bulaşmasını önemli ölçüde önleyecektir. Ana kültürün ve işletme kültürünün aseptik koşullar altında hazırlanabilmesi için özel inkübatörlerin kullanılması ise en idealidir. Bu şekilde havadan veya çevreden faj bulaşması söz konusu olmayacaktır. Zira yapılan çalışmalar 10 ton süte, ml'sinde 10⁸ faj içeren 1 litre sütün karışmasında, bakteri popülasyonunun 90 dakika içerisinde tamamen parçalanabildiğini göstermiştir (10).

c — Kültür rotasyonunun uygulanması :

Son yıllarda ortaya konulan sonuçlar tüm bakterilerin faj taşıyabildikleri görüşünde birleşmektedir. Bu nedenle hijyenik koşullar altında, çalışmak yanında, diğer bazı yöntemlerinde birlikte uygulanması faj bulaşmasını önlemek veya düşük düzeye indirmek açısından yararlı görülmektedir. Bu önlemler arasında en önemlisi, kültürlerin rotasyonla kullanılmasıdır. Kültür değişimi her 2 yada 3 günde bir olmalı ve hatta en iyisi her gün uygulanmalıdır. Bu şekilde fajların kendilerine özgü konakçı bakteriyi bulmalarını bir ölçüde sınırlandırılmış olacaktır.

d — Kültür ortamında bakteriyofaj gelişimini önlemek :

Bakteriyofaj etkisini ortadan kaldırmak için bir diğer yöntem, kültür ortamında faj üremesini önlemektir. Yapılan çalışmalar fajların büyük bir kısmının gelişmeleri için madensel tuzlara ve özellikle kalsiyuma gereksinim duyduklarını ortaya koymuştur (4, 6, 8, 9, 10, 14, 17). Kültürün hazırlandığı süte kalsiyum oranını indirgeyen katkı maddelerinin ilavesi ile, faj çoğalması önenebilmektedir. Bu konuda yapılan bir çalışmada yağsız süt kullanılarak hazırlanan kültürde $1 - 5 \times 10^8$ /ml bakteri sayısı elde edilmesine karşın, kalsiyum bakımından fakir, fosfat bakımından zengin besi ortamı kullanılarak hazırlanan kültürde $2 - 5 \times 10^9$ /ml bakteri elde edildiği saptanmıştır. Bu şekilde hem bakteri aktivitesinin artışı sağlanmakta ve hem de kalsiyum azlığı nedeniyle faj gelişimi engellenmektedir.

e — Çok suşlu ve faja karşı dayanıklı kültürleri kullanmak

Daha önce belirtildiği üzere fajlar, bakterilerin buldukları her ortamda ortaya çıkmakta ve üretimde büyük sorunlar yaratmaktadır. Bu nedenle starter kültürlerin seçiminde izlenecek yol faj bulaşmasını önlemek açısından önemli olmaktadır. Özellikle peynir ve yoğurt teknolojisinde kullanılan starter kültürleri bileşim bakımından 2 tipte olmaktadır. Tek suşlu kültürler, yani bir bakteri türünün tek suşunu içeren kültürler. Faj tek suşlu kültüre bulaştığı zaman tamamını yok edebilmektedir. Bu nedenle çok suşlu kültürler tek suşlara göre, faj etkisine karşı daha büyük emniyet sağlarlar. An-

cak bu şekildeki kültürlerin, birbirlerine karşı antagonistik etki göstermeleri zorunludur. Çok suşlu kültürlerde bir suş genellikle dominant rol oynar. Bunun enfekte olması halinde, üretim sırasında asitliğin artmadığı görülebilir. Eğer enfekte olan suş aroma yapıcı ise, üretimde asitlik normal şekilde seyretmesine karşın, mamulde tat ve aroma oluşması önlenmektedir. Bu nedenle kültürlerin rotasyonla kullanılması yanında, faja karşı dayanıklı kültürlerin seçilmesi gereklidir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda fajlara karşı dayanıklı ve faj içermeyen süt asidi bakterilerinin izole edilmeleri ve üretilmelerine yönelik olmaktadır. Ancak şimdiye kadar bu konuda elde edilen veriler umut verici olmamıştır. Zira bakteriler gibi, bakteriyofajlar da kendiliklerinden veya dış etkiler nedeniyle sürekli olarak mutasyona uğramakta ve kalıtım materyallerini değiştirmektedirler. Özelliklerini uzun süre değiştirmeyen bakteri mutantlarının üretilmesi ise ileri yıllarda yapılacak çalışmalara bağlı olacaktır. Görüldüğü üzere fajlara karşı şimdiye dek kesin bir önlem ortaya koymak mümkün olmamıştır. Bakteriyofaj etkisini bir dereceye kadar önlemek için halen en geçerli yöntemler olarak geriye şu öneriler kalmaktadır.

- 1 — Hijyenik koşullar altında çalışmak
- 2 — Kültür rotasyonunu sağlamak
- 3 — Kültürdeki bakteriyofaj gelişiminin önlendiği özel ortamlarda geliştirmek.

6 — SONUÇ

Ülkemizde süt endüstrisinin son yıllarda büyük bir aşama göstermesine ve yeni işletmelerin üretime açılmasına karşın, süt mamulleri yapımında birkaç büyük işletme dışında saf kültür kullanımı söz konusu değildir. Ancak kaliteli ve standart mamullerin yapımında saf kültür kullanımının kaçınılmaz bir gerçek olduğu bilinmektedir. Her ne kadar saf kültür kullanımı yaygın bir düzeyde değilse de, gelişen teknolojiye bağımlı olarak ileri yıllarda ülkemizde de kültür kullanma alışkanlığının yerleşeceği söz konusudur. Hatta saf kültür üretimi ile ilgili olarak çeşitli araştırma müesseseleri büyük atılım içerisindedirler ve kültür kullanımının en küçük işletmelere kadar yaygınlaştırılması için yoğun bir gayret göstermektedirler. Kültür kullanımının başlamasıyla bir-

likte faj sorununun ortaya çıkacağı ise bir gerçektir. Bu nedenle kültür kullanımını yaygınlaştırmak için yapılan girişimler yanında, ortaya çıkacak faj sorunu için de gerekli önlemleri

şimdiden almak, bu konuda çalışmalar yapmak, faj konusunda üreticiyi bilinçlendirmek, sütçülüğümüzün arzu edilen düzeyde gelişmesine katkıda bulunacaktır.

K A Y N A K L A R

- 1 — AKMAN, M. (1977) : Bakterigenetiği, Teorik - Pratik. Cumhuriyet Üniversitesi. Yayın No. 1. Sivas.
- 2 — AKMAN, M. ve GÜLMEZOĞLU, E. (1976) : Tıbbi Mikrobiyoloji, Hacettepe Üniversitesi Yayınları. A - 15.
- 3 — BRESCH, C und HAUSMANN, R. (1972) : Klassische und molekulare Genetik. 3. Auflage. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- 4 — BUSCH, G.J. und HUNGER, W. (1979) : Verhinderung von Bakteriophagenbefall durch mikrobiologische Verfahren. Molkereitechnik, Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen Buer. Band 45, 123 - 127.
- 5 — CİBLİS, E. (1966) : Bekämpfung eines Bakteriophagen von Streptococcus thermophilus. XVII Int. Milchw. Kongr. C, 395 - 400.
- 6 — ENGEL, G. (1975) : Untersuchungen zum weiteren Charakterisierung von Streptococcus lactis und cremoris Bakteriophagen. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte, 27, 91 - 100.
- 7 — KELLERMANN, R. (1972) : Milchwirtschaftliche Mikrobiologie. Heinrichs Verlag KG. Hildesheim.
- 8 — KRUSCH, U. (1979) : Vorkommen und Nachweis von Bakteriophagen in Betrieb. Molkerei technik. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen - Buer Band 45, 103 - 110.
- 9 — LEMBKE, I. (1979) : Identifizierung von Bakteriophagen im Forschungslabor Molkereitechnik. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen - Buer, Band 45, 112 - 118.
- 10 — LOMPE, A. (1979) : Verhinderung von Bakteriophagenbefall. Molkereitechnik Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen - Buer. Band 45, 119 - 122.
- 11 — PELCZAR, M.J., REID, R.D. and CHAN, E.C.S. (1977) : Microbiology. Mc Graw-Hill Book Company. New York.
- 12 — RASIC, J.L. and KURMANN, J.A. (1978) : Yoghurt. Vol. 1. Distributed by Technical Dairy Publishing House. Copenhagen, Denmark.
- 13 — ROEDER, G. (1954) : Grundzüge der Milchwirtschaft und des Molkereiwesens. Verlag Paul Parey. Hamburg - Berlin.
- 14 — SANDINE, W.E. (1979) : Lactic starter culture technology. Pfizer Inc. New York.
- 15 — SCHLEGEL, H.G. (1969) : Allgemeine Mikrobiologie. George Th. Verlag.
- 16 — SMITH, K.M. (1967) : Biologieder Viren. Verlag Paul Parey. Berlin - Hamburg.
- 17 — SOZZI, T. (1972) : Etude sur l'exigence en calcium des phages des ferments lactiques. Milchwissenschaft. 27, 503 - 507.
- 18 — TEUBER, M. (1979) : Was ist ein Bakteriophage. Deutsche Milchwirtschaft. 28, 1036 - 1037.

DİZDARER

Analitik Kimyevi Maddeler

Bakteriyolojik Hazır Kültür Vasatları

Mikrobiyolojik Standard Reaktifler

Antibiyotik Diskler

Herçeşit Laboratuvar Cihazı ve Malzemesi

Kalitatif - Kantitatif Filtre Kağıtları

Modern Çarşı, No. 207, Ulus/ANKARA, Tel : 11 57 70 - 11 76 3

P. K. 644, Telex : 42870, Telg. : DİZDARER