

Süt Endüstrisinde Konsantre Dondurulmuş Starter Kültür Kullanımı (*)

Prof. Dr. Hasan YAYGIN

E.Ü. Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

ÖZET

İlk ticari starter kültür üretimi 1980 yılında Danimarka'da Chr. Hansen laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İlk önce sıvı kültür üretilmiş daha sonra liyofilize ve dondurulmuş kültür üretimine geçilmiştir. Son yıllarda büyük süt fabrikalarında 1 gramda 10^{11} - 10^{12} canlı aktif mikroorganizma içeren konsantre dondurulmuş kültür kullanımı hızla artmaktadır. Zira bu kültür direk olarak peynire, yoğurda işlenecek süte katılabilmekte veya işletme kültürü hazırlanmasında kullanılmaktadır. Böylece büyük işletmelerde hazırlama ve laboratuvarı sorunu ortadan kalkmaktadır.

ABSTRACT

Using of frozen concentrated starter culture in the dairy industry

The first trading starter culture production was realized in 1890 in Chr. Hansen laboratory in Denmark. The liquid culture has been first produced and then passed the freeze-dried and frozen culture production. Recently the using of frozen concentrated culture containing of 10^{11} - 10^{12} active m.o/gr. in high capacity dairy plants, is increased rapidly. Because this culture can be directly added in milk that will use for cheese and yoghurt production or used for the bulk culture preparation. Thus the preparation of culture and laboratories problems has been disappeared in high capacity factories. ve aromalarını sağlamak amacı ile kullanılan, bilinen özelliklere sahip mikroorganizma kültürlerine starter kültür veya saf kültür denir. Ticari olarak ilk starter kültür üretimi 1890 yılında peynir yapımı ve krema olgunlaştırılma-

sında kullanılmak amacı ile Danimarka'da Chr. Hansen laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Daha sonra Amerika Birleşik Devletlerinde, Fransa ve Almanya'da starter kültür üreten laboratuvarlar kurulmuş ve üretilen kültürler süt fabrikalarına gönderilmiştir. Süt mikrobiyolojisi konusunda yapılan çalışmaların ilerlemesi ile starter kültür üretimi teknolojisinde de yeni gelişmeler olmuştur. Günümüzde pekçok laboratuvar tarafından sıvı, liyofilize ve dondurulmuş olarak starter kültür üretimi ve pazarlaması yapılmaktadır.

Sıvı kültür, krema olgunlaşması, peynir ve yoğurt teknolojisinde ilk kullanılan kültür olmuştur ve halen birçok işletmede başarı ile kullanılmaktadır. Belirli özelliklere sahip bakteriler, yağsız süt tozundan hazırlanmış sterilize süte ekim yapılmakta, özel koşullarda inkübasyona bırakılmakta ve bakteri sayısının en fazla olduğu dönemde inkübasyona son verilmektedir. Böylece elde edilen kültür, 1 litreye kadar hacimdeki sterilize plastik veya cam şişelere doldurulup, izotermik ambalajlarda işletmelere gönderilmektedir. Bakterilerin aktivitelerini kaybetmemesi için 4°C 'de saklanması ve kültürün kısa zaman içinde kullanılması zorunludur. 1 ml kültürde 10^9 'a kadar canlı bakteri bulunabilmektedir. Sıvı kültürler 1970'li yıllarda Türkiye'ye de dışarıdan getirilmiş, bazı fabrikalarda kullanılmıştır. Fakat kısa zamanda kullanıma zorunluluğunun bulunması nedeniyle son yıllarda tüm dünyada tüketimi azalmıştır.

Liyofilize kültürler, sıvı kültürlerin -40 , -60°C 'lerinde dondurulup liyofilizatör adı verilen cihazlarda donmuş durumda toz haline getirilmiş şeklidir. Son yıllarda sıvı kültürler özel santrifüjlerle konsantre edildikten sonra liyofilize edildiğinden, kültürdeki bakteri sayısı artmıştır. 1000 grama kadar çeşitli miktarlarda ambalajlanıp işletmelere gönderilmektedir. 1 gram kültürde 10^{11} - 10^{12} canlı bakteri bulunmaktadır. Ambalaj buz dolabında kalırsa bak-

(*) 14-16 Eylül 1987 tarihinde yapılan 5. Kükem Kongresinde sunulan tebliğ.

teriler canlılıklarını uzun süre korurlar. Konsantre liyofilize kültürler direk olarak da mamüle işlenecek süte katılabilmektedir. Süt fabrikalarına gönderilmesi kolay olduğundan ve uzun süre muhafaza edilebildiklerinden tüketimi artmaktadır. Türkiye'ye ithal edilen kültürlerin tamamı liyofilizedir.

DONDURULMUŞ STARTER KÜLTÜRLER

Süt mikrobiyolojisi dalında yapılan bilimsel çalışmalar bakteri kültürlerinin -30 - 40°C 'lerinde uzun süre aktivitelerini muhafaza edebileceklerini göstermiştir. Bu araştırma sonuçları dondurulmuş starter kültür üretiminin esasını oluşturmuştur. Bu kültürlerin üretimi iki şekilde yapılmaktadır.

1. -30 , -40°C 'lerde dondurularak hazırlanan kültürler

İlk dondurulmuş starter kültür üretimi özel olarak elde edilen kültürlerin -30 , -40°C 'lerinde dondurulması ile elde edilmiştir. Bu uygulama halen iki şekilde yapılmaktadır.

Bilimsel çalışmalar aktif starter kültürün, steril süt ile karıştırılıp -30 , -40°C dondurulması halinde, buradaki bakterilerin birkaç ay aktivitelerini koruyabileceklerini göstermiştir. Bu araştırma sonucu pratik uygulamaya konmuştur. Laboratuvarda belirtilen şekilde hazırlanmış özel ambalajlar içinde dondurulan kültürler, kuru buz ile örtülmüş ambalaj içinde süt fabrikalarına gönderilir. Kültürdeki bakteriyi aktif hale getirmek için, ambalaj önce buz eriyinceye kadar 20°C 'lik su banyosunda bekletilir, sonra mesofil bakteriler için 30°C 'de termofil bakteriler için 42°C 'de inkübasyona bırakılır. Kültürlerdeki asitlik istenilen düzeye gelince inkübasyona son verilir. Bir gece buzdolabında bekletilen kültür, ana kültür, ara kültürü olarak çoğaltıldıktan sonra kullanılır.

Diğer bir üretim tekniği ise, hazırlanan sıvı kültürlerin özel ambalajlara konduktan sonra -30 , -40°C 'lerinde dondurulup pazarlanmasıdır. Önce yağsız süt tozundan hazırlanmış ve içine bazı besin maddeleri ilave edilmiş, % 10 civarında yağsız kurumadde içeren fermentasyon tankındaki sterilize süte, bakterilerle ekim yapılır. İnkübasyon sırasında pH'yı sabit tutmak için zaman zaman fermentasyon tan-

kına NaOH gibi kalavi maddeler katılır ve böylece bakterilerin daha uzun süre çoğalmaları ve kültürde canlı bakteri sayısının artışı sağlanır. Daha sonra donma sırasında bakteri ölümünü azaltmak amacıyla kültüre koruyucu (kriyogenik) maddeler katılır. Bu amaçla sodyum sitrat, gliserol gibi maddeler kullanılmaktadır. Steril ambalajlara konan kültür -30 , -40°C 'lerinde dondurulur ve özel ambalajlarda kuru buz içinde süt fabrikalarına gönderilir. İşletmelerde 20°C 'lik suda buz eritilen kültürler ana kültür, ara kültür ve işletme kültürü olarak çoğaldıktan sonra kullanılır.

Bu şekilde dondurulan kültürlerde bulunan bakterilerin sayısı ve aktiviteleri birçok faktöre bağlı olarak değişir.

2. Sıvı azotta (-196°C 'de) dondurulan kültürler.

Sıvı kültürün dondurulması sırasında uygulanan sıcaklık derecesi düştükçe donma sırasındaki bakteri ölümü azalmakta ve bakteriler donmuş halde daha uzun süre canlılıklarını korumaktadır. Donma sırasında kültürde buz kristalleri oluşmaktadır. Sıcaklık düştükçe oluşan buz kristali küçülmekte ve bakterilere olan tahribatı azalmaktadır. Ayrıca kültür donarken, donma ambalajın kenarından başlamaktadır. Donma yavaş olduğu zaman kültürdeki erimiş durumda olan laktoz, mineral tuzlar, gibi maddeler ambalajın ortasına hareket ettiğinden, kültürün ortası erimiş maddelerce yoğunlaşmaktadır. Bu durum osmotik basıncın değişmesi nedeniyle, difüzyon ile hücre duvarından suyun dışarı çıkmasına; protoplazmanın, bakteri hücreleri ve enzimlerinin denaturasyonuna, özelliklerinin değişmesine neden olmaktadır. Bu yüzden dondurulmuş starter kültür üretiminde uygulanan sıcaklık derecesinin mümkün olduğu kadar düşük olması gerektiği belirlenmiştir. Dondurulmuş kültür üretiminde birçok yerde şimdi sıvı azottan (-196°C) yararlanılmaktadır. -196°C 'de dondurulan kültürlerde canlı mikroorganizma sayısı artmakta ve kültürler aktivitelerini uzun süre koruyabilmektedir.

Bu yöntemde de, biraz önce belirtildiği şekilde önce sıvı kültür elde edilir. Kültür içine kriyogenik maddeler katılır. Aseptik koşullarda ambalajlarına konan kültürler sıvı azotta don-

durulur. Kùltürler süt fabrikasına özel ambalajlarda kuru buz içinde gönderilir. Bu kùltür 20°C'lik suda buz eritildikten sonra ana kùltür, ara kùltür ve işletme kùltürü olarak çoğaltılır.

KONSANTRE DONDURULMUŞ KÜLTÜR NEDİR

İşletmelere alınan sıvı, liyofilize ve dondurulmuş kùltürlerin ana kùltür, ara kùltür ve işletme kùltürü olarak çoğaldıktan sonra kullanılması, işletmeler için bazı sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Endüstri geliştikçe, büyük kapasiteli süt fabrikalarının sayısı hızla artmıştır. Bu fabrikaların en önemli hedefi standart kalitede mamul üretimi olmuştur. Alınan starter kùltürlerin birkaç kez çoğaltıldıktan sonra mamule işlenecek süte katılması, standart üretimde bazı zorluklar yaratmıştır. Bu durum standart üretim için sorun olmaktadır. Ayrıca işletmelerde kùltür üretiminin de bazı zorlukları bulunmaktadır. Bu nedenle direk olarak mamule işlenen süte katılan kùltür üretiminin yolları aranmıştır.

Konsantre dondurulmuş starter kùltür, özel koşullarda elde edilen, aseptik koşullarda sant. rifülden geçirilerek bakteri konsantrasyonu artırılan sıvı kùltürün, ambalajlanıp sıvı azot gazında dondurulmuş şeklidir. Bu kùltürler sıvı azot veya kuru buzda özel ambalajda işletmelere gönderilirler. 1 gramda 10^{10} - 10^{12} aktif canlı mikroorganizma içermeleri nedeniyle doğrudan doğruya mamule işlenecek süte katılırlar veya işletme kùltürü hazırlanmasında kullanılırlar.

Konsantre dondurulmuş starter kùltür kullanımının bazı avantaj ve sakıncaları bulunmaktadır. Avantajlarını şöyle sıralamak mümkündür.

1 — Konsantre dondurulmuş kùltürler mamule işlenecek süte katılacağından bakteriler arasındaki denge laboratuvarında hazırlandığı şekildedir. İşletmelerde gelen kùltür ana kùltür, ara kùltür ve işletme kùltürü olarak çoğaltıldığı zaman bu denge bozulmaktadır. Bu durum standart üretim için çok önemlidir.

2 — Kullanılması kolaydır. Kullanımı sırasında işletmelerde özel alet, ekipman ve personele ihtiyaç göstermez.

3 — Bakteriyofaja karşı dayanıklı kùltürlerdir. Mevcut suşlar, sürekli olarak rotasyona tabi tutulduğundan kùltürler bakteriyofaja karşı korunmuş olurlar.

4 — Günlük iş hacmine uyum gösterecek şekilde stok yapılabilir.

En önemli sakıncaları şunlardır :

1 — İşletmeler için kùltür maliyeti yüksektir.

2 — Sıvı azotta dondurulduğundan kùltürlerin muhafazası ve işletmelere taşınması zordur.

3 — Yoğurt yapımında kullanıldığı zaman inkübasyon süresi biraz uzar.

Konsantre dondurulmuş starter kùltür ilk kez 1965 - 1970 yılları arasında Amerika Birleşik Devletlerinde Boll-Hansen ve Marshall-Miles laboratuvarlarında üretilip pazarlanmıştır. Fakat gıda endüstrisi yeni teknikleri hemen uygulamadığı için, bu kùltürlere olan talep de son derece az olmuştur. Bununla beraber çalışmalar durmamıştır. Avrupa'da ise ilk üretim ve pazarlama 1970 yılında Boll laboratuvarı tarafından Fransa'da gerçekleştirilmiştir. Fakat kullanımın yaygınlaşması 1976 yılından sonra olmuştur. 1978 yılında da direk olarak mamule işlenecek süte katılacak kùltür üretilip pazarlanmıştır. Belirtilen avantajları nedeniyle bu kùltüre olan talep hızla artmıştır. Çizelge 1'de görüldüğü üzere 1983 yılında endüstriyel üretim yapan Fransa'daki süt fabrikalarında kullanılan kùltürün bazı peynirlerde % 80'ini konsantre dondurulmuş kùltür oluşturmuştur.

Önümüzdeki yıllarda Fransa'da tüm endüstriyel kuruluşlarda peynir imalinde kullanılan kùltürlerin % 45'inin konsantre dondurulmuş kùltür olacağı tahmin edilmektedir. Amerika Birleşik Devletlerinde pazarlanan konsantre dondurulmuş starter kùltürlerin % 30'unun, direk olarak mamule işlenecek süte katıldığı; % 70'inin ise işletme kùltürü hazırlanmasında kullanıldığı bildirilmiştir. Halen ticari olarak konsantre dondurulmuş kùltür üreten ve pazarlayan Amerika Birleşik Devletlerinde 3, Avrupa'da 6 adet laboratuvar bulunmaktadır. Bu nedenle Amerika Birleşik Devletleri ve birçok Avrupa ülkelerinde, arzu edildiği zaman istenilen

Çizelge 1: 1983 yılında Fransa'daki endüstriyel kuruluşlarda kullanılan kültür şekilleri.

	Liyofilize ve sıvı kültürler %	Konsantre dondurulmuş kültürler %
Taze peynirler	70	30
Yumuşak peynirler	80	20
Özel peynirler	50	50
Presli peynirler	40	60
Pıhtısı pişirilen peynirler	20	80

miktarda kültür temin etmek mümkündür. Bütün konsantre dondurulmuş kültürler sıvı azotta saklanmakta olup birçok kontrolden geçtikten sonra özel ambalajlarda kuru buz ile örtü-

terek veya sıvı azot içinde süt fabrikalarına gönderilmektedir.

KONSANTRE DONDURULMUŞ KÜLTÜRLERİN ÜRETİMİ

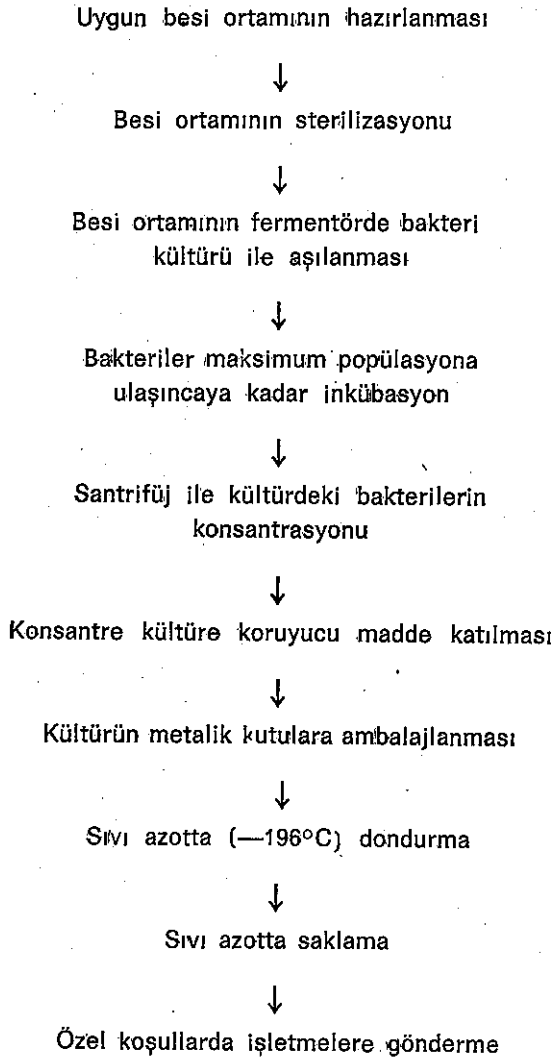
Konsantre dondurulmuş starter kültür, özel koşullarda hazırlanmış sıvı kültürün dondurulmuş şeklidir. Üretimin akış diyagramı Çizelge 2'deki gibidir.

Kültürdeki bakterilerin en yüksek sayısı ulaşması ve daha sonra sütte istenilen aktiviteyi gösterebilmesi için, konsantre dondurulmuş kültür hazırlanmasında özel besiyeri kullanılır. Bu besiyeri süttozundan hazırlanmış süte veya peynir suyuna bazı maddeler ilave edilerek elde edilir.

Bazı araştırmacılar ucuz olduğu ve kolaylıkla temin edilebildiği için çeşitli besin maddeleriyle zenginleştirilmiş ve proteinleri hidrolize edilmiş peynir suyundan hazırlanan besiyerini önermişlerdir. Bazıları ise yağsız süt tozundan hazırlanmış ve içine bazı besin elementleri katılmış yağsız süt tozundan hazırlanmış besi ortamının daha uygun olduğunu belirtmişlerdir. Fakat bu besiyerlerinde elde edilen kültürün santrifüjden geçirilmesi sırasında, birçok sorunlar ortaya çıkmıştır. Kültürde kazein pıhtılaşığı için, bakteriler istenilen şekilde konsantre edilememektedir. Bu zorluğu gidermek amacıyla kültüre % 1-2 sodyum sitrat katılması önerilmektedir. Sodyum sitrat süt proteinlerini eritip santrifüjle bakterilerin ayrımını kolaylaştırmak ve ortamın pH'sını istenilen değere getirmektedir.

Pratik uygulamada daha çok yağsız süt tozundan hazırlanmış besiyeri kullanılmaktadır. Bu besiyeri fermentörde sterilize edilip kültür-

Çizelge 2: Konsantre dondurulmuş starter kültür üretimi.



ler için seçilen inkübasyon sıcaklığına getirildikten sonra bakteri kültürünü ile aşılanmaktadır. Bakterilerin gelişmesi ile besiyerinde asitlik artmakta ve pH belirli bir düzeye geldiği zaman oluşan süt asidi bakterilerin gelişmesini durdurmaktadır. Kültürde canlı bakteri sayısını artırmak için, besiyerine nötralisant bir madde katılır (ION, NaOH, NH₃ gibi) ve pH'nın sabit kalması sağlanır. Böylece bakteriler daha uzun süre çoğalır ve kültürdeki bakteri sayısı arttırılır. Bakteriler maksimum sayıya ulaştınca inkübasyona son verilir.

Inkübasyondan sonra kültür yüksek devirli özel bir santrifüjden geçirilir. (8500-16000 dakika/devir). Elde edilen kültüre sodyum sitrat, çeşitli şekerler ve gliserol gibi koruyucu; donma sırasında bakteri tahribatını önleyici maddeler katılır ve karıştırılır. Bu sırada kültürün 1 gramında 10¹¹-12 canlı bakteri bulunabilmektedir. Son kültür metalik kutulara doldurulur ve sıvı azotta dondurulur. Kültürler laboratuvarlarda sıvı azotta saklanır.

Kültürün üretimi sırasında, üretimin çeşitli aşamalarında bakteriyolojik ve aktivite kontrolleri yapılır. Diğer önemli kontrollerinden biri de fermentörde asitliğin sürekli izlenmesidir.

Starter kültürler fabrikalara izoleli, içinde CO₂ buzu bulunan kasalarla gönderilir ve 24 saat içinde, bazı durumlarda 48 saat içinde yerine ulaştırılır. Karbondioksit buzu, kültürü

3-4 gün muhafaza edebilir. —40°C'nin altında ise kültürler 6 hafta kadar saklanabilir. Sıcaklık daha yüksek olduğu zaman aktivite azalır.

Kültür direk olarak mamule işlenecek süte katılacak ise, ambalaj klorlu sıcak suya daldırılarak buzların erimesi sağlanır. Çözünmüş durumda olan kültür hemen kullanılmalıdır. Birkaç saat çözünmüş durumda kaldığı zaman bakteriler aktivitelerini kaybederler. 1 gram konsantre dondurulmuş kültürde yaklaşık 10¹² bakteri vardır. 315 gramlık ambalajın 1 ile 10 ton arasındaki süt için yeterli olacak sayıda bakteri içerdiği bildirilmektedir. İşletme kültürü hazırlanmasında kullanılacağı zaman, klorlu sıcak suda buz eritildikten sonra ambalaj süte boşaltılır.

S O N U Ç :

Konsantre dondurulmuş starter kültür kullanımını büyük kapasiteli işletmeler için çok büyük avantajlar sağlamaktadır. Bu nedenle özellikle Amerika Birleşik Devletleri ile Avrupa'da kullanımı hızla artmaktadır. Bu kültürden yararlanmak için kültür üreten laboratuvarın yakın olması ve bu laboratuvarın iyi organize olup dondurulmuş kültürü muhafaza ve taşıma ağını kurması gerekir. Ülkemizde bu kültür henüz bilinmemektedir. Fakat süt endüstrisinin gelişmesi ile, ileriki yıllarda bu kültürün üretimi ve kullanımı söz konusu olabilecektir.

L İ T E R A T Ü R

1. AUCLAIR, J. Les perspectives d'avenir de levains, La Technique Laitiere, 63 - 64, 1983.
2. BAUDET, P. Les ateliers à levain actuels. La Technique Laitiere, 976, 31, 1983.
3. GILLILAND, S.E. Concentrated starter cultures. Bacterial Starter Cultures. CRS Press. Inc. 145 - 157, 1986.
4. HUNGER, W. Starterkulturen für die Lebensmittelindustrie neuere Entwicklungen am Beispiel der Milchverarbeitenden Industrie. Alimenta 2, 40 - 47, 1987.
5. JESPERSEN, N.J.T. The Use of commercially available concentrated starters. Journal of the Society of Dairy Technology 30 (1) 47 - 57, 1977.
6. KLUPSCH, H.J. Saure Milcherzeugnisse Milchemischgetränke und Dessert. Verlag Th. mann. 535, 1984.
7. LEWIS, J.E. Starter manufacture at individual cheese factories. Journal of the Society of Dairy Technology, 30 (1) 32 - 35, 1977.
8. MARUEJOULS, A., CAIGNIET, A. Les Cultures concentrées congelées, La Technique Laitiere 976, 37 - 43, 1983.

9. McKAY, L.L. Roles of Plasmids in starter cultures, Bacterial Starter Cultures. CRS. Press. Inc. 159 - 174. 1986.
10. PLISCHKE, W., PROST, M. Neueste Entwicklung in der Kulturentechnologie - Anpassung on Kunden bedürfnisse in der Käsereien. Deutsche Zeitung 50, 1681 - 1685 1985.
11. OSBORNE, R.J.W. Production of frozen concentrated cheese starters by diffusion cultures. Journal of the Society of Dairy Technology. 30 (1) 40 - 44. 1977.
12. STANLEY, G. The manufacture of starters by batch fermentation and centrifugation to produce concentrates. Journal of the Society of Dairy Technology. 30 (1) 36 - 39. 1977.

SAN
MATBAACILIK
VE KAGITÇILIK
KOLLEKTİF ŞİRKETİ

TEMİZ
TİTİZ
NEFİS
SERİ Ü

SAN
MATBAASINDA

RÜZGARLI SOKAK 45/1-3
TELEFON : 119819 - 104003