Bifidobakteriler ve Süt Teknolojisinde Kullanım Alanları

Ahmet KÜÇÜKÇETİN[1] **Safiye DURANOĞLU**[2]

Giriş

Bifidobakteriler ilk olarak 1899'da Pasteur Enstitüsü'nden Henry Tissier tarafından keşfedilmiş ve *Bacillus bifidus communis* olarak isimlendirilmiştir. İnsan ve hayvanların bağırsak sisteminde bulunan bu bakterilerin insanlarda bulunan türleri, *B. bifidum*, *B. infantis*, *B. longum*, *B. adolescentis*, *B. catenulatum* ve *B. pseudocatenulatum*'dur (Kaptan, 2000). Bifidobakteriler üniform veya dallanmış çubuk şeklinde, gram (+), katalaz (-), anaerobik ve hareketsizdir. Optimum gelişme sıcaklığı 37-43°C'ler arasında olup, 25-43°C'lerde de gelişebildiği belirtilmektedir. Optimum gelişme pH'sı ise 6,5-7,0 olup, L(+) formunda laktik asit üretmektedir (Akalın ve Gönç, 1995).

Bifidobakteriler karbon kaynağı olarak karbonat veya bikarbonata ihtiyaç duymaktadır. Organik asitler, yağ asitleri ve amino asitler etkin karbon kaynakları değildir; yalnızca sistein ve sistin zorunlu azot kaynaklarıdır. Bunun yanında bifidobakteriler "bifidus faktörleri" olarak bilinen belirli büyüme faktörlerine ihtiyaç duymaktadır.

Bu maddeler genelde N-asetiglukozamine gibi amino şekerleri veya fruktooligosakkaritler ve laktuloz gibi karbonhidratlardır (Kaptan, 2000).

Bifidobakterilerin hücre duvarı muramik asit, glukozamin, alanin, glutamik asit ve ornitin veya lisin ile beraber treonin, aspartik asit, serin, glisin aminoasitlerinin biri veya ikisinden oluşmuş peptidoglikan (murein)'dan ibarettir. Hücre duvarındaki polisakkaritlerin bileşiminde glukoz, galaktoz ve ramnoz bulunduğu bildirilmiştir. Ancak ramnoz içeriğinde farklı türlere göre değişmeler olabilmektedir (Kılıç, 2001). Bifidobakteriler, insan ve hayvanların ince ve kalın bağırsağında en fazla bulunan türler arasında yer almaktadır. İnce bağırsakta 10^5-10^7 hücre/ml, kalın bağırsakta ise yaklaşık 10^{10} hücre/ml bifidobakteri bulunmaktadır. Bifidobakteriler yetişkin bağırsağındaki toplam mikrobiyal popülasyonun % 25'ini, yeni doğmuş bebeklerde ise % 95'ini oluşturmaktadır (Yıldırım ve Yıldırım, 2000).

Bifidobakterilerin Yararlı Etkileri

Yapılan pek çok araştırma Bifidobakterilerin bağırsaktaki faaliyetlerinin insan sağlığı için çok yararlı olduğunu göstermiştir. Bifidobakteriler mide sıvısına dayanıklı olup, ağız yoluyla alındığında kolayca ince bağırsağa, oradan kalın bağırsağa geçebilmekte ve kalın bağırsakta kolayca kolonize olarak gelişebilmektedir (Hughes ve Hoover, 1991; Yaygın, 1999).

Bifidobakteriler, hem besin hem de epitel yüzeye yapışmak için patojenlerle yarışarak patojenlerin bağırsakta kolonize olmasını engellemektedir. Bifidobakteriler, asetik ve laktik asit ile daha az miktarda formik asit üretmektedir. Üretilen asitle bağırsak pH'sı düşerek, alkali ortamda gelişebilen istenmeyen mikroorganizmaların faaliyetleri engellenmektedir.

Organik asitler Bifidobakterilerin antagonistik etkisinde en önemli rolü üstlenmiş olsa da yapılan çalışmalar, Bifidobakterilerin antimikrobiyal maddeler ürettiğini göstermektedir. Bu antimikrobiyal maddelerin *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella typhosa* ve

[1]. Yrd. Doç. Dr. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya
[2]. Gıda Müh., Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

Shigella dysenteriae gibi bazı mikroorganizmaların faaliyetlerini engellediği belirlenmiştir (Homma, 1988; Kurman ve Rasic, 1991; Yaygın 1999).

Bifidobakterilerin değişik immunolojik fonksiyonlarının mitojeni, makrofaj ve antikor üretimini teşvik etme ve antitumor etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Bifidobakterilerin belirli hücre içi bileşikleri, kanserli hücrelere karşı immunolojik mücadeleyi teşvik edici rol oynamaktadır. Bifidobakteriler, fosfoprotein fosfataz aktivitesine sahip olduklarından insan sütünde bulunan α-kazeini parçalayabilmekte ve böylece süt proteinlerinin absorpsiyonuna katkıda bulunmaktadır (Kaptan, 2000). Bifidobakterilerin bebek mamalarında kullanımı, bebeklerde azottan yararlanmayı artırmakta ve böylelikle bebeklerin kilo alımını olumlu yönde etkilemekte ve dışkı pH'sını düşürmektedir. Ayrıca bu bakterilerin nitratın indirgenmesini inhibe edebilmesi bebeklerin beslenmesi açısından çok önemli olabilmektedir. Bifidobakteriler, ürettiği maddelerle bağırsaktaki nitratları indirgeyip nitrit ve diğer maddelerin oluşumuna sebep olan bakterilerin faaliyetlerini önlemektedir (Kurman ve Rasic, 1991; Yaygın, 1999). Yaşa bağlı olarak sağlıklı insanların bağırsak sisteminde baskın olarak bulunan bifidobakteriler, B_1, B_2, B_6, B_{12} vitaminleri ve ayrıca nikotinik asit ve folik asit üretmektedir (Kaptan, 2000). Bifidobakteriler, bağırsak florasını değiştirmekte ve düzenlemektedir (Kurman ve Rasic, 1991; Yaygın, 1999).

Bu yararlı özelliklerinden dolayı Bifidobakteriler süt ürünlerinin üretiminde kullanılmaktadır. Birçok ülkede sağlıklı kalmak ve çeşitli rahatsızlıkları gidermek amacıyla Bifidobakteriler kullanılarak çeşitli süt ürünleri üretilmekte ve tüketilmektedir (Nagawa ve ark., 1988; Yaygın, 1999).

Bifidobakterilerin Süt Teknolojisinde Kullanım Alanları

Süt ürünleri aracılığı ile probiyotik bakterilerin vücuda alınması, insan bağırsak florasının dengeye ulaşması açısından önem taşımaktadır. Günümüzde probiyotik bakteri içeren çok sayıda ürünün endüstriyel üretimi gerçekleştirilmektedir (Özer, 2006).

Bifidobakterilerin süt teknolojisinde kullanılması fikri oldukça eski olmasına rağmen, ticari ürün üretiminde kullanılmaları zaman almıştır. Bunun nedeni bu bakterilerin oksijene ve yüksek asitliğe karşı duyarlı olması ve dolayısı ile gelişiminin güç ve pahalı olmasıdır. Ancak uygun üretim yöntemlerinin tespit edilmesi sonucu söz konusu bakteri kültürleri gerek tek başına gerekse farklı bakterilerle kombinasyon halinde çeşitli süt ürünleri yapımında kullanılmaktadır (Taylor, 1987; Kurman ve Rasic, 1991).

Üretiminde Bifidobakterin kullanıldığı ilk süt ürünü diyare olan kişilerin iyileştirilmesi amacıyla 1906 yılında Tissier tarafından yapılmıştır. Bu ürünün yapımında *Bifidobacterium bifidum* kültürü kullanılmıştır (Yaygın, 1999). Günümüzde Bifidobakteri türlerini içeren 80'den fazla süt ürünü bulunmaktadır (Özer, 2006). Bu tip süt ürünleri genellikle Batı Avrupa ülkeleri (Almanya, İngiltere vb), Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelerde üretilip tüketilen ürünlerdir (Akın, 2006). Üretimlerinde Bifidobakteri kullanılan bazı süt ürünleri ile ilgili bilgiler aşağıda özet olarak sunulmuştur.

Bifiduslu fermente süt ürünü

Bu ürün Bifidobakterilerle üretilen bir bebek gıdasıdır. Bifiduslu süt üretiminde tam yağlı, yarım yağlı veya yağsız süt kullanılabilmektedir. Standardize edilen süt, homojenize edildikten sonra 80°C'de 5-10 dakika ısıl işleme tabi

tutulmaktadır. Isı işlem sonrası inkübasyon sıcaklığına soğutulan süte % 10 *B. bifidum* veya *B. longum* aşılanmakta ve süt pH'sı 4,5'e ulaşıncaya kadar 37°C'de inkübasyona bırakılmaktadır (Yaygın, 1999).

Bifiduslu-Acidophiluslu fermente süt ürünü

Danimarka'da üretilen ürün "Cultura" olarak bilinmekte ve *L. acidophilus* ile *B. bifidum* aşılanarak üretilmektedir. Son ürün 10^8 kob/ml *L. acidophilus* ve 10^8 kob/ml'den fazla *B. bifidum* içermektedir. Ürün karakteristik bir aromaya, hafif asidik tada ve koyu bir kıvama sahiptir. Ürünün raf ömrü 20 günden fazladır (Kırdar, 2000).

Bifiduslu yoğurt

Yoğurt starter kültürlerinin *Bifidobacterium* sp, *L. acidophilus*'la uygun oranlarda kombinasyonu sonucu geliştirilen bir ürün olup kendine has karakteristik tada sahiptir. Bu tip yoğurdun iki tipi bulunmaktadır. Birinci tip, yoğurt bakterileri ile birlikte Bifidobakteri türü bakteri içeren yoğurttur. Bu tip yoğurt üretiminde sırasıyla standardizasyon, homojenizasyon ve ısıl işlem sonrası inkübasyon sıcaklığındaki (40-41°C) süte, % 5-10 oranında yoğurt ve Bifidobakteri türü (*B. bifidum*, *B. infantis*, *B. longum*) bakterileri içeren starter kültür aşılanmaktadır. Süt pıhtılaşıncaya inkübasyona devam edilmekte ve inkübasyon sonunda soğutulmaktadır. İkinci tip Bifiduslu yoğurt üretiminde ise normal yoğurt ve Bifiduslu fermente süt ayrı ayrı üretildikten sonra istenilen son ürün özelliklerine bağlı olarak karıştırılmaktadır (Akın, 2006).

Proghurt

Proteince zenginleştirilmiş ürün, Şili'de üretilmektedir. Pastörize süt %1-3 oranında *S. diacetilactis* ve *S. cremoris* (1:1) katılarak % 0,7-0,8 laktik asit oluşuncaya kadar 12-18 saat fermantasyona tabi tutulmaktadır. Serum kısmı ayrıldıktan sonra pıhtıya krema ve % 0,5-1,0 oranında *L. acidophilus* ve/veya *B. bifidum* kültürleri ilave edilmektedir. Homojen bir karışım sağlandıktan sonra ürün soğutularak depolanmaktadır (Kırdar, 2000).

Biogarde

Almanya'da geliştirilmiş olan Biyogarde üretiminde insanlarda izole edilmiş *B. bifidum* ve *L. acidophilus* ile *S. thermophilus* bakterileri kullanılmaktadır. Süt standardizasyon ve homojenizasyon sonrası 95°C'de 5 dakika ısıl işleme tabi tutulmakta ve 42°C'ye soğutulmaktadır. Starter kültür aşılandıktan sonra süt yaklaşık 3,5 saat inkübasyona bırakılmaktadır. İnkübasyon sonrası ürün soğutularak depolanmaktadır (Yaygın, 1999).

Bifilack®

Rusya'da daha çok mide-bağırsak rahatsızlıkları olan çocukların tedavi edilmesinde kullanılmaktadır. Üretiminde Bifidobakteri ve Laktobasil içeren starter kültürler kullanılmaktadır. Laktoz ve mısır nişastası suda çözündürülmekte ve ısıl işlem uygulanmış yağsız süte ilave edilmektedir. İlave sonrası karışım sterilize edilerek 37°C'ye soğutulmaktadır. Karışım bu sıcaklıkta 18-20 saat inkübe edilip soğukta muhafaza edilmektedir. Ürün yaklaşık % 4,2 protein ve % 3,7 yağ içermektedir. Son ürünün asitliği % 0,22-0,29 laktik asit, pH'sı 5,8-6,0'dır. Bifilack®, 10^8-10^9 kob/ml canlı bakteri içermektedir (Kırdar, 2000).

Mil-Mil

Mil-Mil Japonya'da üretilen fermente bir süt ürünüdür. Pastörize edilmiş sütün fermentasyonunda *B. bifidum*, *B. breve*

ve *L. acidophilus* karışık kültürleri kullanılmaktadır. Son ürün az miktarda glukoz ya da fruktozun eklenmesiyle tatlandırılmakta ve ayrıca havuç suyu ile renklendirilebilmektedir (Kırdar, 2000).

Bifighurt

Standardizasyon ve ısıl işlem sonrası %6 *S. thermophilus* ve *B. longum* aşılanan süt 42°C'de pH 4,7'ye kadar inkübe edilmektedir. Üründe 10^7 kob/ml *S. thermophilus* ve *B. longum* bulunmaktadır (Akın, 2006).

Biyokys

Biyokys *Bifidobacteria* sp, *L. acidophilus* ve *Pediococcus acidilactis* içeren starter kültür ile fermentasyon sonucunda elde edilmektedir. Bu ürünün üretiminde kullanılan *Bifidobacteria* sp ve *L. acidophilus*'un orijini insanların ince bağırsağıdır. Üretimde kullanılacak süt standardize edildikten sonra 95°C'de 5 dakika ısıl işleme tabi tutulmakta ve 32°C'ye soğutulmaktadır. Soğutulan süte içerisinde *Bifidobacteria* sp, *L. acidophilus* ve *Pediococcus acidilactis* (1:1:1) bulunan starter kültürden % 2-5 oranında ilave edilerek uygun şekilde karıştırılıp aynı sıcaklıkta pıhtılaşması için yaklaşık 3-5 saat kadar inkübe edilmektedir. İnkübasyon sonrası pıhtı karıştırılıp soğutularak depolanmaktadır (Akın, 2006).

Yunan yoğurdu

Bu ürün üretiminde inek, koyun ve keçi sütü ultrafiltre edilerek *B. bifidum*, Bb 12 ile fermente edilmektedir. Bifidobakteri sayısı kullanılan süte bağlı olarak $4{,}6x10^5$–$4{,}1x10^7$ arasında değişmektedir.

Ürünün tadında L (+) laktik asit daha baskındır. Ürün, %21.5-22,6 toplam kurumadde, % 8,5-10,6 yağ % 7,3-7,6 protein, % 0,7-0,9 kül içermektedir. Ürünün pH'sı 4,25-4,54 arasında değişmektedir (Kırdar, 2000).

Biyogarde® dondurma

1980'li yılların ortalarında Almanya'da üretilmiştir. Biyogarde® dondurma 10^8 kob/gr *L. acidophilus*, 10^7 kob/gr *B. bifidum* ve *S. thermophilus* içermektedir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde bu mikroorganizmalar kullanılmak suretiyle sert ve yumuşak dondurma üretimi gerçekleştirilmektedir. Üretim için % 12 yağ, % 11 SYKM, % 0,32 stabilizer, % 12,5 şeker, % 0,45 mısır şurubu kurumaddesi içeren dondurma miskine pastörizasyon (79,4°C, 28 saniye) ve homojenizasyon (17,5 Mpa) işlemleri uygulanmakta ve soğutulmaktadır. Soğutma ve 4°C bekletme sonrasında sırasıyla bu işlemleri, ısıl işlem (82°C/39 dk), soğutma (42°C), aşılama (% 4 *L. acidophilus* ve *B. bifidum*), inkübasyon (pH 4,9'kadar/yaklaşık 5 saat), soğutma (5°C), aroma maddesi ilavesi (çilek), sertleştirme (-29°C) ve depolama (17 hafta) takip etmektedir. 17 hafta depolama sonrasında *L. acidophilus*, *B. bifidum*'un canlı kalma düzeyleri çok iyi olup, sırasıyla pH 5,5'de $4x10^6$ ve $1x10^7$ kob/ml'dir. Yumuşak dondurmada *B. bifidum* sayısı dondurma işlemi öncesi ve sonrasında sırasıyla $1{,}18x10^8$ ve $1{,}23x10^8$'dir. Son üründe pH 5,4-6,5 arasında değişmektedir (Kırdar, 2000).

Sonuç

Probiyotik bakterileri içeren süt ürünleri, insan sağlığını olumlu etkilediği için uzun bir süredir ilgi çekmektedir. Üretimlerinde Bifidobakterilerin kullanıldığı pek çok gıda dünya pazarında önemli ölçüde yerini almıştır. Ülkemizde de bu tür ürünlerin ürün yelpazemiz içerisinde gerektiği düzeyde yer bulabilmesi için konu ile ilgili araştırmalara ağırlık verilmesi ve ayrıca toplumumuzun daha fazla bilinçlendirilmesi gerekmektedir.