

## SAĞLIK VE BESLENMEDE SİNBİYOTİKLER\*

### SYNBIOTICS IN HEALTH AND NUTRITION

İnci ÇINAR<sup>1</sup>, Kenan Sınan DAYISOYLU

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

**ÖZET:** 'Sağlık' ve 'Sağlıklı Beslenme' günümüzde büyük ölçüde önem taşıyan iki kavramdır. İnsan sağlığını iyileştirici potansiyeli bilimsel olarak incelenmeye alınmış, besleyici ve fizyolojik nitelikleri üstün besinler üzerinde yoğun çalışmalar devam etmektedir. Bu alanda fonksiyonel besinler olarak tanımlanan ve gıdalarda kullanılan katkı maddelerini stabilize etme ihtiyacına da cevap vermesi umulan yeni besleyici ajanlar geliştirilmiştir. 'Sinbiyotikler' bu çalışmaların sonucunda elde edilmiş pre ve probiyotiklerin kombinasyon ürünüdür. Prebiyotik karbonhidratlar ve probiyotik mikrobiyel katkıların sinbiyotik kombinasyonları aynı zamanda fonksiyonel gıda konseptine farklı bir anlam kazandırmış, bu yöndeki çalışmalara yeni bir ivme ve hedef göstermiştir.

Barsak mikroflorası analizi için moleküler tekniklerin geliştirilmesi, modern üretim biyoteknolojileri ve oligosakkaritlerin metabolizmasında probiyotiklerin rolünün daha anlaşılır olması, fonksiyonel gıdalar üzerinde yürütülen çalışmaların daha fazla tetikleme ve kolaylaştırmasıdır.

Bu bildiride probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar, bunların etki mekanizması ve yararları, taşımaları gereken özellikleri, yaygın olarak bilinen prebiyotikler, bunların biyoteknolojik olarak elde edilimleri, yeni, fonksiyonelliği ve kararlılığı artırılmış prebiyotikler, sinbiyotiklerin sağlık ve beslenme fizyolojisi açısından temel yararları ile bunların barsak patojenleri üzerindeki inhibisyon etkileri üzerinde durulacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Fonksiyonellik, probiyotikler, prebiyotikler, sinbiyotikler.

**ABSTRACT:** Recently, 'well balanced diet' and 'healthy food' are two of the important concepts gaining popularity widespread. Considerable research continues on foods having high superior physiological properties with the potential of improving human health and nutrition. Thus, new nutritive compounds have been developed for the functional foods. In such studies, another consideration is the possible use of synbiotics for the stabilization of the food ingredients. These combinations provide a different approach and new targets to functional food concept.

Improved molecular techniques and tools for the analyses of gut microflora, modern production techniques and increased understanding of the metabolism of oligosaccharides by the probiotics facilitate the development in this field.

This review focusses on the probiotic microorganisms along with effective mechanisms, benefits, general characteristics, well-known prebiotics and their biotechnologic manufacturing, novel, functional and enhanced persistent prebiotics, main benefits of synbiotics on health and nutrition physiology and the inhibition effects of synbiotics against gut pathogens.

**Keywords :** Functionality, probiotics, prebiotics, synbiotics.

### GİRİŞ

Fonksiyonel besinler; doğal olarak içerdikleri bileşenleri ile besin gereksinimlerini karşılamanın yanı sıra, sağlık açısından yarar sağlayan biyolojik öğeleri içeren, hastalıklardan korunmada etkili olabilen, yaşam fonksiyonları üzerinde olumsuz etki yapabilecek öğelerden arındırılmış ve yaşam kalitesini yükselten besinler olarak tanımlanmaktadır (Saldamlı ve Uygun 1998, Yılışay ve Kurdal 2000). Bunlar günümüzde ürün bazında ele alınmaktan daha çok, ürünü oluşturan komponentler bakımından irdelenmektedir. Galakto ve fruktooligosakkaritler, laktosukroz, palatinöz ve enzimatik sentezle üretimi üzerinde çalışılan laktuloz gibi karbonhidrat esaslı fonksiyonel gıda komponentleri yanında esansiyel amino asitlerce zengin süt, yumurta, jelatin, balık eti, mısır zeini, pirinç ve buğday gluteni kullanılarak üretilebilecek biyoaktif proteinlerin de vücutta birçok olumlu fonksiyonu yerine getirdiği veya katalize ettiği bilinmektedir (Dayısoylu vd 2002).

\* Türkiye 8. Gıda Kongresinde sunulmuştur.

1 E-posta: icinar@ksu.edu.tr

Beslenme bilimindeki yeni gelişmeler ve biyokimya, hücre biyolojisi, fizyolojisi ve patolojisi alanlarında kazanılan bilimsel birikimler diyeti; sadece optimal sağlığın oluşum ve gelişiminde değil, bazı hastalık risklerinin azaltılmasında ve insan vücut fonksiyonlarının önemli bir kısmını kontrol etmedeki potansiyel etkisi yönüyle de incelemekte ve değerlendirmektedir (Karaali 1999, Yücecan 2001).

Beslenme uzmanlarının, spesifik besin öğelerinden gerekli ihtiyaçların ne şekilde sağlanacağını ortaya koymak üzere yaptıkları yoğun çalışmalarının temelinde, hücre içindeki besin öğelerinin moleküler ve biyokimyasal işlevleri ile insanlardaki besin yetersizliğinin patolojik sonuçlarına kadar uzanan etkisi yatmaktadır. Bu alandaki ilerlemeler insanları, zenginleştirilmiş ve daha fonksiyonel hale getirilmiş gıda kaynaklarına yöneltmiş, gelişmiş toplumlarda beslenme bozukluğunun belirgin şekilde giderilmesine yol açmıştır (German vd 1999, Dayısoylu vd 2003).

İnsan vücudunun bir veya daha çok fonksiyonunu olumlu yönde etkileyen öğelerin hap veya benzeri tamamlayıcı formülasyonlar halinde değil, gıda matrisleri içerisinde verilmesinin daha doğru olduğu düşünülmektedir (Dayısoylu vd 2003).

Probiyotik mikroorganizma, prebiyotik gıda komponentleri ve biyoaktif proteinlerin bileşiminde yer aldığı ürünlerle, tüketicinin sağlık ve beslenme standardının artırılması amacıyla yönelik olarak, nutrasötik katkılar ve yeni fonksiyonel gıdaların üretim ve tüketiminin yaygın hale getirilmesinde ilgili taraflara güncel fırsatlar ve toplumsal ödevler yüklenmiştir.

Gıda endüstrisinde ürün yelpazesini geniş tutma ve özellikle tüketiciye sağlıklı ürünler sunma hedefi, belli fonksiyonlar açısından zengin gıda komponentlerinin değerlendirilmesine odaklanmış, “fonksiyonel gıdalar” üzerindeki güncellik, konseptte yeni dahil edilen “sinbiyotik gıdalar” ile paylaştırılmıştır. Sinbiyotikler, probiyotik canlı mikrobiyel katkılarının, prebiyotik özel besi ortamlarında gelişmelerinin sağlandığı, sağlık ve beslenme metabolizmasını düzenleyici ve iyileştirici potansiyeli yüksek, yeni milenyumun yeni gıdalarının keşfinde yeni ufuklar verebilecek kombinasyon gıdalar olarak görülmektedir.

### Probiyotikler

Probiyotikler barsak mikrobiyel dengesini iyileştirerek yararlı etki sağlayan canlı mikrobiyel gıda katkılarıdır. Probiyotiklerin etki mekanizması; patojen ve zararlı bakterilerin sayısının azaltılması, mikrobiyel metabolizmanın değiştirilmesi ve bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi üzerinedir (Yıldırım ve Yıldırım 2000). Probiyotiklerin sindirim sistemi epiteline bağlanması kişinin savunma mekanizmasının güçlendirilmesinde büyük önem taşımaktadır. Ancak barsak epiteline tutunma, bakteri tür ve suşuna bağlı olarak değişmektedir. Yine probiyotik nitelikteki ürünlerin tüketiminin sürekliliğinin, sağlığa yararlı etkilerin sürekliliğini sağladığı da göz ardı edilmemelidir (Akalin vd 2000).

Gıdalarda probiyotik mikroorganizma kullanımı, hem ürün kalitesini artırma hem de tüketici sağlığını korumaya yöneliktir. Canlı mikrobiyel gıda katkılarının, üretimde kullanıldığı en iyi bilinen probiyotik ürünler yoğurt ve diğer fermente süt ürünleridir. Patojenik ve toksik olmayan, kullanıldıkları üründe canlılığını koruyarak tüketim sonrası metabolik aktivitede olumlu rol üstlenen bu probiyotikler genellikle laktobasil ve bifidobakter içermekle birlikte, *Saccharomyces* gibi mayaların bu amaçla kullanıldığı da bilinmektedir. Probiyotik amaçla kullanılan mikroorganizmalar şunlardır (Akalin vd 2000, Yılsay ve Kurdal 2000);

*Bifidobacterium longum*

*B. breve*

*B. infantis*

*B. adolescentis*

*B. bifidum*

*Lactobacillus lactis*

*L. acidophilus*

*L. cremoris*

*L. plantarum*

*L. delbrueckii* subs. *bulgaricus*

*L. rhamnosus*

*L.gasseri*

*L. casei*

*Saccharomyces boulardii*

*Streptococcus cremoris*

*Str. salivarius* subs. *thermophilus*

*Str. diacetilactis*

*Str. lactis*

*Str. intermedius*

*Bacillus licheniformis*

*Bacillus subtilis*

*Pediococcus cerevisiae*

*Bacteroides ruminicola*

*Bacteroides suis*

*Leuconostoc mesenteroides*

*Aspergillus niger*

*Aspergillus oryzae*

*Candida torulopsis*

Probiyotik mikroorganizmaların sindirim sistemine geçerek bireyin sağlığını olumlu yönde etkilemesi, üründe yeterli sayıda ve canlı olarak bulunmasına bağlıdır. Probiyotiklerin terapötik yararları üzerine yoğun çalışmalar yapılmakta olup, olası etki mekanizması ve sağlanabilecek yararları aşağıda değerlendirilmiştir (Loroia ve Martin 1990, Rasic 1992, Zourari 1992, Akalın vd 2000, Yıldırım ve Yıldırım 2000);

- Vitamin ve protein metabolizmasını iyileştirme
- İshal ve kabızlığın önlenmesi
- Böbrek rahatsızlıklarını gidermesi
- Bağışıklık sistemini aktiveleştirme ve güçlendirmesi
- Laktaz enzimi üretimi ve laktöz kullanımının iyileştirilmesi
- Serum kolesterol düzeyinin azaltılması
- Barsak enfeksiyonu ve antibiyotik tedavisinin yan etkilerini önleme
- Laktocidin, laktobacillin, acidolin gibi antagonistik etki gösteren maddelerin açığa çıkması ve bunların enteropatojen mikroorganizmalar üzerindeki etkisi
- Kısa zincirli yağ asitlerinin oluşturulması
- Mukoza hücreleri için tercih edilen enerji kaynağı
- Kolondaki epitel hücre gelişiminin stimülasyonu
- Bifidobakteriler tarafından önemli miktarda üretilen asetik asidin mayalar, küfler ve belirli bakterilere karşı antimikrobiyel aktivite göstermeleri
- Kanseri oluşumunda etkili bazı fekal bakteri enzimlerinin inhibisyonu ve antikanserojenik aktivite
- Kolon pH'sının düşmesiyle asitliğe dirençsiz ve istenmeyen mikroorganizmaların gelişiminin engellenmesi
- Barsak epiteline yapışma reseptörleri yönünden patojenlerle yarış hali

Probiyotik ürünlerin yararları hakkındaki raporlar genellikle ticari broşürlerde yer almakta, bilimsel dergilerde bu ürünler hakkında aynı sıklıkta çalışmaya rastlanmamaktadır. Ayrıca bu ürünlerin üretiminde kullanılan birçok mikroorganizmanın canlı olmadığı, patojenleri inhibe etme ya da mide asitliğinde canlı kalma gibi spesifik özellikleri göz önüne alınarak seçilmediği de ileri sürülmektedir. Bu nedenle bu tip ürünlerin üretiminde kullanılan bakteri suşu ve orijinlerinin bilinmesi gerekir. Probiyotik mikroorganizmalarda aranan özellikler şunlardır (Özer ve Akın 2000, Yılsay ve Kurdal 2000);

- Normal insan barsak kökenli olmalı
- Barsakta canlı kalabilme çoğalma özelliğine sahip olmalı
- Antibiyotiklere dirençli olmalı
- Stabil olmalı, düşük pH ve safra tuzlarından olumsuz etkilenmemeli
- Konakçı için yararlı etkiler sağlayabilmeli, yan etkisi olmamalı
- Üretim ve depolama sırasında canlılık ve aktivitelerini koruyabilmeli

Ayrıca probiyotik bakterilerin kesinlikle patojenler ile kontamine olmaması ve patojen özelliğe sahip olmaması gerekir (Özer ve Akın 2000). Fermente süt üretiminde kullanılacak olan mikroorganizmaların insan barsak sisteminin doğal florasında bulunmasının onun diyetetik değerini artırdığı bildirilmektedir (Hasler 1998).

Günümüzde bilinen yöntemler kullanarak probiyotiklerin klinik yararlarını ortaya çıkaran çok sayıda araştırma yapılmaktadır. Bu alanda bebeklerde alerji önleme ve yangısal barsak rahatsızlıkları üzerine yapılan çalışmalardan ümit verici sonuçlar alınmıştır. Probiyotikler üzerine yapılan son çalışmalardan elde edilen verilerin belki de en ilginç ve beklenmedik olanı probiyotiklerle bağışıklığın düzenlendiği alanda elde edilmiş olup, alerjik hastalıkların veya yangısal barsak rahatsızlıklarının tedavisi ilk göze çarpanlarıdır. Ancak yapılan çalışmalar probiyotiklerin tümünün bağışıklık sistemini düzenlemede aynı etkiyi gösteremediklerini, hatta bir kısım parametrelerde ters etki dahi yapabildiklerini, dahası bu modelde probiyotik dozlarının aynı zamanda bağışıklık sistemini oldukça etkilediğini ortaya koymuştur. Gastrointestinal bölgedeki bakteriler barsak yangısını etkilemekte, bu yangısal barsak hastalıklarının büyük kısmı insanlarda ve hayvanlardaki doğal flora varlığında daha da şiddetli olmaktadır. Hayvanlar üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar bazı probiyotiklerin, yangısal barsak rahatsızlıklarını önleme veya tedavi etmede önemli düzeyde yardımcı olabileceklerini göstermiştir (Marteau vd 2002).

### Prebiyotikler

Prebiyotikler kalın barsakta sınırlı sayıdaki bakterilerin gelişim ve aktivitelerini teşvik eden sağlığa yararlı gıda katkılarıdır. Prebiyotiklerin etki mekanizması ve bir gıda ingrediyentinin prebiyotik olması, barsak sisteminin üst kısmında sindirim sistemi enzimleriyle hidrolize uğramamaları ve absorbe olmamaları, barsakta bulunan yararlı bakterilerce kullanılabilmesi, sağlığı koruyacak ve sürekliliğini sağlayacak barsak florasını değiştirerek sağlığı olumlu yönde etkilemesi gibi yararları sağlamasına bağlıdır ( Nash ve Gibson 1998). Son yapılan çalışmalar kimyasal yapısı yönüyle sindirim enzimlerine dayanıklı olan bazı oligosakkaritlerin parçalanmadan kalın barsağa geçtiğini ve burada bir kısım bifidobakter tarafından karbon ve enerji kaynağı olarak kullanılmak üzere fermentasyona uğradığını ortaya koymuştur (Rastall ve Maitin 2002). Bu durum probiyotik bir mikroorganizma grubunun (bifidobakter) prebiyotik bir karbohidratı (oligosakkaritler) kullanarak barsak sisteminde gelişme gösterdiğini ve bireye sağlık açısından yararlar sağladığını ortaya koyan bir gerçektir. Fermentasyon kabiliyeti olan bu bileşikler günümüzde bifidojenik faktörler olarak büyük ilgi görmektedir. Galakto/frukto oligosakkaritler, laktuloz, izomalto/gluko/ksilo oligosakkaritler ile soya oligosakkaritleri bu bifidojenik bileşiklerdendir. Oligosakkaritler (fruktooligosakkaritler, inulin ve türevleri), belirtilen bu özellikleri kendisinde bulunduran en uygun prebiyotiklerdir. Düşük molekül ağırlıklı bu karbohidratlar enginar, soğan, sarımsak, pırasa, hindiba gibi sebzelerle tahıllarda bulunmaktadır. Rafinoz ve stakiyoz gibi diğer oligosakkaritler fasulye ve bezelyenin doğal karbohidratlarıdır (Akalin vd. 2000). In vivo ve in vitro çalışmalarda oligofruktoz ve inulinin *E. coli* ve *Clostridia* gibi patojenlerin gelişmesini yavaşlattığı, bifidobakterilerin gelişimini ise teşvik ettiği gözlenmiştir (Yıldırım ve Yıldırım 2000).

Piyasada bir dizi oligosakkarit bulunmasına karşın, onların istenen amaçlar doğrultusunda prebiyotik etkilerinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılabilir. Şu bir gerçektir ki, bilinen birçok prebiyotik üretimi, onların spesifik fonksiyonları düşünülerek gerçekleştirilmiş değildir. Oligosakkaritlerin üretim teknolojisinde sağlanan son gelişmele ve özel bir oligosakkaritin prebiyotik aktivitesini belirleyen faktörlerin daha anlaşılır olması, benzeri nitelikte çok sayıda Ar-Ge çalışmasını beraberinde getirecektir (Rastall ve Maitin 2002).

Prebiyotiklerin yapı-fonksiyon ilişkisi, son zamanlarda dikkatleri üzerine çeken bir alan olmasına karşın hakkında çok az şey bilinmektedir. Fruktooligosakkaritlerin (FOS) fermentasyonu üzerine ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır. Özellikle kullanılan dozun etkisi daha büyük dikkati gerektirir. Günlük 5 g FOS dozunun insanlarda etki yaptığı ve bifidobakterlerin sayısında 1 log'luk artış sağladığı tespit edilmiştir. Oligomerlerin fermentasyonu üzerine yapılan çalışmalar, *L. plantarum* ve *L. rhamnosus*'un sadece trisakkarit ve tetrasakkarit fraksiyonlarını metabolize edebildiklerini, pentasakkaritleri metabolize edemediklerini ortaya koymuştur. Bu sonuç, bu organizmalarda tri ve tetrasakkaritlere özgü özel bir transport sisteminin olabileceği fikrini vermiştir (Rastall ve Maitin 2002).

### Yeni Prebiyotikler

Dünyanın birçok yerinde çeşitli prebiyotikler olduğu ve bunlar çok sıkı bir testten geçirilmediği halde, hala yeni prebiyotiklerin geliştirilmesi yönünde yoğun ilgi devam etmektedir. Soya oligosakkaritleri, rafinoz ve stakiyoz, bunlardan en iyi bilinenleridir. Prebiyotikler için iyi bir kaynak olarak incelenen soya tohum ve tozunun da ayrıca izoflavonlar bakımından zengin olduğu bilinmektedir. Yine, bitki hücre duvarı polisakkaritleri de yeni bir prebiyotik kaynağı olarak dikkat çekicidir. Spesifik glikanazlar bitki hücre duvarı polisakkaritlerinden birçok yeni oligosakkaritin üretimi için kullanılabilirler. Gentio-oligosakkaritler de yeni bir başka prebiyotik sınıfı olarak irdelenmektedir (Rastall ve Maitin 2002).

### Fonksiyonelliği Artırılmış Prebiyotikler

Zamanımıza kadar spesifik bakteri gruplarında prebiyotiklerin olasılığı üzerine az sayıda çalışma yapılmıştır. Barsak mikroflorası hakkındaki bilgilerimiz arttıkça, prebiyotiklerin mevcut mikroflorayı modüle edici etkisi belki daha kolay anlaşılacak ve önemi giderek artacaktır. Birçok probiyotik tür, laktoz ve onun işlenmemiş halinden izole edilen beta-galaktozidaz üzerinde gelişme göstermektedir. Bunlar daha sonra laktozdan glikozil transfer yoluyla galakto-oligosakkarit karışımlarının sentezinde kullanılmaktadır. Oluşan oligosakkarit karışımları yapısal olarak karakterize edilir ve bunlar yararlanılması düşünülen herbir probiyotik için saf kültür substratı konumundadırlar (Rastall ve Maitin 2002).

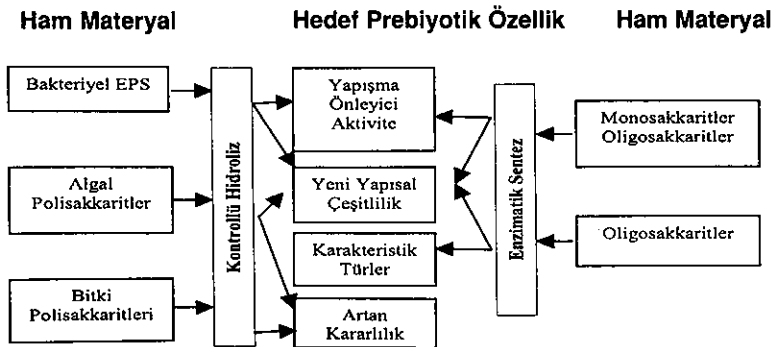
### Kararlı Prebiyotikler

Prebiyotik gelişiminde en çok güdülen amaçlardan biri barsaktaki kararlılık ve direncin artırılmasıdır. Mevcut prebiyotiklerin çoğunun üretiminde düşük molekül ağırlıklı olanları tercih edilir ve bunlar barsağın üst kısmında süratle fermente olurlar. Bu durum, düşük pH'da patojen gelişiminin inhibisyonunu ve genel olarak sakkarolitik bir ortam sağlar. Sonuç olarak distal bölgede prebiyotik sakkarolitik bir fermentasyonun başarılabilmesi, sağlık açısından önemli sayılabilecek bir kazanımın göstergesidir. Bu etkiyi başarmanın da en olası yolu, prebiyotik oligosakkaritlerin molekül ağırlığını belli bir noktaya kadar artırmaktır. Çünkü çoğu polisakkarit barsakta selektif olarak fermente olmayıp barsak gıdaları (barsağı besleyen gıdalar) olarak iş görürler. Fermentasyon selektifliğini artırmanın yollarından biri polisakkaritleri kısmı olarak oligosakkaritlere hidrolize edebilmektir. Bu hidroliz, kontrollü şartlarda enzim reaktörleri kullanarak ve molekül ağırlıklarında değişiklik yaparak başarılabılır (Rastall ve Maitin 2002).

### Sinbiyotikler

Fonksiyonelliği artırılmış gıda katkıları alanında oldukça ümit verici bir durum sinbiyotiklerin gelişimidir. Bunlar bir probiyotik ve bir prebiyotiğin kombinasyonu olarak tanımlanırlar ve son zamanlarda bir hayli ilginin odağı konumundadırlar. Sinbiyotiklerin, prebiyotik bileşenine bağlı olarak bifidobakterilerin düzeyini artırdığı yönündeki bulgu ve yaklaşımlar, henüz bu alanda çalışmalar çok yeni olduğu için temkinle karşılanmakta ve çalışmalar olanca hızıyla devam etmektedir. *B. longum*, *B. caferulatum* ve *B. animalis*'in içinde olduğu birçok bifidobakter türünün FOS ve İnulin ile in vitro karşılaştırmalı bir çalışması, bu bakterilerin inülin'de oldukça düşük gelişme göstermelerine karşın, FOS'da çok daha iyi geliştiklerini ortaya koymuştur. Seçilen bu sinbiyotikler daha sonra farelere yedirilmiş ve bifidobakter, koliform ve total hücre sayısı bakımından fekal analizleri yapılmıştır. FOS ve sinbiyotiği yiyen farelerde bifidobakteri düzeyi daha yüksek, koliform sayısı ise daha düşük çıkmıştır (Martin ve Chou 1992, Rastall ve Maitin 2002).

Sinbiyotiklerin düşünülen temel yararlarından biri gastrointestinal bölgedeki probiyotik kararlılığı artırmasıdır. *Lactobacillus acidophilus* ile FOS'tan oluşan sinbiyotik bir preparat insan barsağının in vitro modelinde çalışmıştır. Bu model SHIME (smulator of the human intestinal microbial ecosystem) reaktörüdür ve sinbiyotik, barsaktan yukarı doğru uzanan damarlarda laktobasil sayısında artışa yol açmıştır (% 0.89). Damarların yukarı doğru çıkan kısımlarında bifidobakterlerde görülen artışın (1.2 log), barsağa doğru inildikçe 0.47 log'lara düşmüş olmasında sinbiyotiklerin prebiyotik içeriğinin etken olduğu tahmin edilmektedir. Propiyonat, bütirat ve beta-galaktozidaz düzeyinde artış gözlenirken beta-glukozidaz düzeyinde azalış söz konusu olmuştur. *B. lactis* Bb-12 ve FOS ile hazırlanan sinbiyotik karışımın yoğurt ortamında sağlıklı 30 gönüllüye iki hafta yedirildiği bir başka çalışma da, sinbiyotiklerin yaşamsal özellikleri daha saf probiyotiklerden daha önemli sonuçlar alınabileceğini ortaya koymuştur. *B. breve*'nin GOS (Galakto-oligosakkarit) ile sinbiyotik karışımının farelerdeki *Salmonella* enfeksiyonuna karşı koyma gücünün araştırıldığı bir çalışmadan elde edilen sonuçlar ise sinbiyotiğin, patojen saldırısından sonra *S. enterica serovar typhimurium*'u fekalde azalttığını ve patojenlerin barsakta yerleşimini engellediğini, GOS'un ise bunu tek başına başaramadığını ortaya koymuştur (Rubin ve Youghan 1979, Rastall ve Maitin 2002).



Şekil 1. Biyoteknolojik Üretim Yoluyla Prebiyotiklerin Kararlı Hale Getirilmesi (Rastall ve Maitin 2002). EPS; Ekstraselüler Polisakkaritler

## SONUÇ

İnsan barsak mikrobiyel ekosistemi hakkındaki, özellikle de oligosakkaritlerin üretiminde enzim ve mikroorganizmalardan yararlanıldığı son gelişmelerden edinilen bilgi donanımı, prebiyotikler konusundaki çalışmalarını kolaylaştırmış, sinbiyotiklerin gelişmesine yol açmıştır. Önümüzdeki yıllarda prebiyotikler ve sinbiyotikler üzerinde çok daha ciddi çalışmaların yapılacağı görülmektedir ve gözlenen durum bunu gerekli kılmaktadır. Günümüzde genetik alanında elde edilen bilgiler, seçkin toplumlarda sağlığı koruyucu fonksiyonel gıdaların bilgiye dayalı uygulamalarına temel teşkil edecektir. Ayrıca prebiyotiklerin kendi özellikleri, onların yapı-fonksiyon ilişkisine dayalı arzu edilen fonksiyonelliğinin gerçekleştirilebileceği üretimleri beraberinde getirecektir.

## KAYNAKLAR

- Akalın S, Göncü S ve Senderya S. (2000). Probiyotik Süt Ürünleri ve Prebiyotikler. VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler kitabı, s29-36. Tekirdağ.
- Dayısoylu KS, Duman AD, İnanç AL, Gezginç Y ve Özsisli B. (2002). Soya ve Yan Ürünlerine Besin Fonksiyonelliği Açısından Bir Bakış. Hububat Ürünleri Teknolojisi. Kongre ve Sergisi, s493-502, Gazi Antep.
- Dayısoylu KS, Gezginç Y. ve İnanç A.L (2003). Kahraman Maraş Tarhanasına Besin Fonksiyonelliği Açısından Bir Bakış. 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, s511-523. Ankara.
- German B, Schiffrin EJ, Reniero R, Mollet B, Pfeifer A and Neeser JR. (1999). The Development of Functional Foods : Lessons from the Gut. *Tibtech*, December, v:17, p492-499.
- Hasler CM. (1998). Functional Foods : Their Role in Disease Prevention and Promotion. *Food Tech.*, p52.
- Karaali A. (1999). Fonksiyonel Gıdalara İlişkin Son Gelişmeler. *Gıda, Nisan Sayısı. Dünya Yayıncılık*, s51-53.
- Loroia S and Martin SH. (1990). Bifidobacteria as Possible Dietary Adjuncts in Cultured Dairy Foods : A Review. *Cultured Dairy Prod. J.*, November, p18-22.
- Marteau P, Seksik P and Jian R. (2002). Probiotics and Health : New Facts and Ideas. *Current Opinion in Biotechnology*, v:13, p486-489.
- Martin JH and Chou KM. (1992). Selection of Bifidobacteria for Use as Dietary Adjuncts in Cultured Dairy Foods : I. Tolerance to pH of Yoghurt. *Cultured Dairy Prod. J.*, November, p21-26.
- Nash A and Gibson G. (1998). Probiotics and Prebiotics : Potential for Health Promotion. *Food Tech.*, p20.
- Özer D and Akın S. (2000). Probiyotik Fermente Süt ürünleri ve Prebiyotikler. VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı, s273-278. Tekirdağ.
- Rasic JL. (1992). Assimilation of Cholesterol by Some Cultures of Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria. *Biotechnology Letters*, 14(1), p39-44.
- Rastall AR and Maitin Y. (2002). Prebiotics and Synbiotics : towards the Next Generation. *Current Opinion in Biotechnology*, v:13, p490-496.
- Rubin HE and Youghan F. (1979). Elucidation of the Inhibitory Factors of Yoghurt Against *Salmonella typhimurium*. *J. Dairy Sci.*, v:62, 1873-1879.
- Saldamlı İ ve Uygun Ü. (1998). Sağlıklı Gıda Formülasyonları ve Nutrasötik Katkılar. *Gıda, Ekim Sayısı. Dünya Yayıncılık*, s55-56.
- Yıldırım Z ve Yıldırım. M. (2000). Probiyotik Özellik Gösteren Bifidobakteriler. VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı, s266-271. Tekirdağ.
- Yılsay TÖ ve Kurdal E. (2000). Probiyotik Süt Ürünlerinin Beslenme ve Sağlık Üzerine Etkileri.VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı, s279-286. Tekirdağ.
- Yücecian S. (2001). Sağlıklı Yaşam Sürecinde Fonksiyonel Besinlerin Yeri ve Önemi. (<http://www.un.org.tr/WHO/HABERLER.htm>)
- Zourarı A, Accolas JP and Desmazeaud, M.J. (1992). Metabolism and Biochemical Characteristics of Yoghurt Bacteria : A Review. *Lait*, v:72, p1-34.