



## Probiyotik Mayalar ve Özellikleri

Hatice Yıldırım<sup>1\*</sup>, Gül den Başyigit Kılıç<sup>2</sup>, Aynur Gül Karahan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Burdur Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, 15100 Burdur, Türkiye

<sup>2</sup>Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 15030 Burdur, Türkiye

<sup>3</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 32260 Isparta, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

#### Derleme Makale

Geliş 21 Mart 2017  
Kabul 17 Temmuz 2017

#### Anahtar Kelimeler:

Probiyotik Maya  
*Saccharomyces boulardii*  
Ekzopolisakkarit  
Laktik Asit Bakterileri  
Sağlık

#### \* Sorumlu Yazar:

E-mail: hayilmaz79@gmail.com

### ÖZET

Probiyotikler tüketicinin sağlığı üzerinde olumlu etkileri olan mikroorganizmalardır. Probiyotik uygulamalarının sağlık üzerine etkileri hakkında yapılmış pek çok araştırma bulunmaktadır. En yaygın kullanılan probiyotik bakteriler; bifidobakteriler ve laktobasiller, laktokoklar ve streptokoklar gibi laktik asit bakterileridir. İnsanlar için probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar arasında ayrıca mayalar, basiller ve enterokoklar da bulunmaktadır. Probiyotik mayalar son yıllarda bilim insanları için ilgi çekici bir alan olmuştur. Yapılan bazı çalışmalar *Saccharomyces* cinsine ait türlerin antibakteriyel ve probiyotik özelliklere sahip olabileceklerini göstermiştir. *Saccharomyces boulardii* yıllardır insanları farklı gastrointestinal rahatsızlıklarından korumak veya hastalıklardan iyileştirmek amacıyla probiyotik olarak kullanılan, patojenik olmayan bir mayadır. *S. boulardii* özellikle ilaç endüstrisinde genellikle liyofilize formda kullanılmaktadır. Yapılan bu derleme çalışmasında probiyotikler, mayaların probiyotik olma özellikleri ve probiyotik mayaların kullanım alanları hakkında bilgiler verilmiş ve bu alanda yapılan araştırmalardan örnekler sunulmuştur.

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 5(10): 1148-1155, 2017

## Probiotic Yeasts and Their Properties

### ARTICLE INFO

#### Review Article

Received 21 March 2017  
Accepted 17 July 2017

#### Keywords:

Probiotic Yeast  
*Saccharomyces boulardii*  
Exopolysaccharide  
Lactic Acid Bacteria  
Health

#### \* Corresponding Author:

E-mail: hayilmaz79@gmail.com

### ABSTRACT

Probiotics are a group of organism those confer health benefit to consumers. There are lots of studies about health benefits of probiotic treatments. The more commonly used probiotic bacteria are bifidobacteria and lactic acid bacteria, such as lactobacilli, lactococci and streptococci. Microorganisms that are probiotic to humans also include yeasts, bacilli and enterococci. Probiotic yeasts have become a field of interest to scientists in recent years. Several previous studies showed that members of *Saccharomyces* genus can possess anti-bacterial and probiotic properties. *Saccharomyces boulardii* is non-pathogenic yeast used for many years as a probiotic agent to prevent or treat a variety of human gastrointestinal disorders. *S. boulardii* is commonly used in lyophilized form especially in the pharmaceutical industry. In this review, information about the probiotics, properties of probiotic yeasts, their usage fields is provided and the results of researches in this area has been presented.

## Giriş

Tüketicilerin probiyotik gıdalara gösterdikleri ilgi her geçen gün artmaktadır. Artan ilgiyle birlikte tat, aroma yönünde ve sağlık açısından da beklentilerin karşılanması gerekmektedir. Bu nedenle yapılan çalışmalar, hem tüketici taleplerine uygun özellikte gıdaların üretilmesi, hem de sağlık üzerine etkilerin araştırılması doğrultusunda ilerlemektedir (Coman ve ark., 2012). Probiyotikler genel olarak diyet destek maddesi olarak kullanılan, konakçının bağırsak florasındaki dengeyi sağlayan ve konakçısı üzerinde olumlu etkileri olan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanırken (Salminen ve ark., 1999), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization, FAO) tarafından ‘uygun miktarlarda tüketildiği zaman konakçıda olumlu sağlık etkisi yaratan canlı mikroorganizmalar’ olarak tanımlanmaktadır (FAO, 2002). Yaygın olarak kullanılan probiyotik özellikteki mikroorganizmalar; laktobasiller ve bifidobakterilerdir (Salminen ve ark., 2002; Pennacchia ve ark., 2008). Probiyotik mikroorganizmaların büyük bir kısmını bakteriler oluştururken, bir maya suşu olan *Saccharomyces boulardii* klinik çalışmalar sonucunda etkili bir probiyotik olarak tespit edilmiştir (Czerucka ve ark., 2007; Pennacchia ve ark., 2008; Pedersen ve ark., 2012). Tarihsel sürece bakıldığında, probiyotik olarak mayaların kullanımı ilk olarak hayvan beslenmesinde karşımıza çıkmaktadır (Lourens-Hattingh ve Viljoen, 2001). Geleneksel olarak üretilen pek çok gıdadan izole edilen mayaların probiyotik özellikleri üzerine yapılan çalışmalar giderek artmakta ve ilgi çekmektedir. Doğal olarak fermente olan gıdalarda laktik asit bakterileri (LAB) ve mayalar birlikte rol almaktadır (Furukawa ve ark., 2013). Derlemede, probiyotik özellik gösteren mayaların özellikleri hakkında bilgiler verilecektir.

## Probiyotikler

Probiyotikler; insan ve hayvan beslenmesinde farklı şekillerde yer bulan ve sağlık üzerine etkileri ile ilgili pek çok çalışma yapılan mikroorganizmalardır. Özellikle sindirim sistemi üzerine etkileri ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalara her geçen gün yenileri eklenmekte, konuya olan ilgi giderek artmaktadır (Klaenhammer ve Kullen, 1999; Arora ve ark., 2013). Probiyotiklerin sindirim sisteminde mevcut mikroflora ile etkileşim halinde olduğu gösterilmiştir. Sindirim sisteminde yaklaşık  $10^{14}$  KOB/g düzeyinde mikroorganizma bulunduğu ve bunlar arasında yaklaşık 1000 türün yer aldığı bildirilmektedir (Arora ve ark., 2013; Hod ve Ringel 2016). Probiyotiklerin farklı etki mekanizmaları bulunmaktadır. Bunlar arasında fermentasyon yolu ile farklı miktarlarda laktik, asetik ve formik asit üretmeleri, vitamin sentezi (Bourlioux ve ark., 2003), sindirim sisteminde yer alan patojenlerin inhibisyonu (Rashid ve Sultana, 2016) sayılabilir. Probiyotik özellikteki mikroorganizmaların; mikroflorayı düzenleyerek bağırsak sağlığını düzenlediği ve bağırsak hastalıklarını önlediği, bağışıklık sistemi üzerine olumlu etkiler gösterdiği (Isolauri ve ark., 2001; Profir ve ark., 2015), besinlerden faydalanmayı arttırdığı, kalp-damar hastalıkları, kanser ve obezite gibi bazı hastalıklara yakalanma riskini azalttığı, kan basıncı ve serum kolesterol düzeyini düşürdüğü ve laktöz intoleransı belirtilerini azalttığı bildirilmiştir (Klaenhammer ve

Kulen, 1999; Galdeano ve ark., 2007; Nagpal ve ark., 2012; Arora ve ark., 2013; Saad ve ark., 2013; Hasan ve ark., 2014).

Yaşam şekline bağlı olarak dünya çapında önemli bir artış gözlenen obezite ile ilgili yapılan çalışmalarda probiyotiklerden yararlanılmakta ve olumlu sonuçlar alındığı bildirilmektedir. Probiyotik mikroorganizmalar tarafından üretilen bütirat ve propiyonatın gıda tüketme isteğinde azalma yönünde etki yaptığı ve diyetle bağlı oluşan obezite ve insülin direncini azalttığı fareler üzerinde yapılan denemelerde gösterilmiştir (Kobyliak ve ark., 2016). Probiyotik özellikteki mikroorganizmaların ülseratif kolit (Lauranne ve ark., 2016) ve Crohn hastalığına (Lichtenstein ve ark., 2016) iyi geldiği de bildirilmiştir.

Bazı probiyotik suşların özellikle laktobasiller ve bifidobakterilerin etkin şekilde kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) (Roy ve ark., 2006), konjuge linoleik asitler ve  $\delta$ -amino bütirik asit ve ACE inhibe edici peptidler ürettiği, bu metabolitlerin de tansiyon düşürücü etkisi olduğu bildirilmiştir. Ayrıca probiyotiklerin diyabet, sinir sistemi rahatsızlıkları, beyin gelişimi, insülin direnci ve diğer metabolik hastalıklar üzerine etkileri konularında da araştırmalar yapılmıştır (Hasan ve ark., 2014; Upadrasta ve Madempudi, 2016). Bilimsel gelişmeler kaydedildikçe, canlı kültür içeren gıdaların tüketiminin sadece sindirim sistemi üzerine değil, solunum ve ürogenital sistem üzerine de olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir. Laktöz intoleransı (laktöz tahammülsüzlüğü), diyare, gastroenteritis, ülseratif kolit gibi çeşitli sindirim sistemi rahatsızlıkları, baskılanmış immün (bağışıklık) sistemi hastalıkları ve kanser gibi pek çok hastalığın tedavisinde probiyotiklerin etkili olduğu araştırmalar sonucunda ortaya konmuştur (Hasan ve ark., 2014; Zhang ve ark., 2015; Stanton ve ark., 2005). Ancak, bu durumlarda hangi suştan hangi miktarda alınması gerektiği sorusu ortaya çıkmaktadır. Japonya’da, fermente sütler ve LAB kullanılarak hazırlanan içecekler hakkında bir araya gelen bir birlik tarafından  $10^7$  KOB/mL gibi bir değer ortaya atılmış ve bu değerün ürünün raf ömrü boyunca devam etmesi gerektiği ifade edilmiştir (Stanton ve ark., 2005). Türk Gıda Kodeksi Etiketleme Yönetmeliğine göre; probiyotik mikroorganizma: “Gıdalarla belirli miktarlarda alındığında insan sağlığını olumlu yönde etkilediği kanıtlanmış olan canlı mikroorganizma suşları” şeklinde tanımlanırken, “Bu gıda probiyotik mikroorganizma içerir, probiyotik mikroorganizmalar sindirim sistemini düzenlemeye ve bağışıklık sistemini desteklemeye yardımcı olur” ifadesini kullanabilmek için gıdanın en az  $1 \times 10^6$  KOB/g canlı probiyotik mikroorganizma içermesi gerektiği bildirilmektedir (Anonim, 2011). Lourens-Hattingh ve Viljoen (2001) tarafından, piyasada satılan probiyotik ürünlerin mililitresinde en azından  $10^6$  canlı probiyotik hücre bulunması gerektiği bildirilmiştir. Bu nedenle seçimi yapılan ve sağlığa yararları belirlenen suşların endüstriyel üretime uygunluğu açısından depolama sürecinde canlılığını ve özelliklerini koruması da önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Uygulamada karşılaşılan en önemli sorunlardan biri etikette verilen canlı hücre sayısı ve mikroorganizmaların türü bakımından bazen çok büyük farklılıkların olmasıdır (Çakır, 2003; Nimrat ve Vuthiphandchai, 2011).

## Probiyotik Özellikteki Mayalar, Kullanımları ve Etkileri

### *Saccharomyces Boulardii*

*S. boulardii* klinik olarak ispatlanmış, EFSA (European Food Safety Authority; Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi) tarafından güvenilir kabul edilmiş ve insanlarda kullanımına izin verilen tek probiyotik mayadır (Kumura ve ark., 2004; Moslehi-Jenabian ve ark., 2012; Pedersen ve ark., 2012; Vohra ve ark., 2016). *S. boulardii*, 1920'lerde Fransız mikrobiyolog Henri Boulard tarafından fermantasyon proseslerinde kullanılabilir yeni maya suşları ararken Çin'in alt bölgelerinde keşfedilmiştir. *S. boulardii* liçi meyvesinin (Çin kökenli tropik bir meyve) yüzeyinden izole edilmiş olup, *S. cerevisiae* ile aynı türe ait fakat taksonomik, fizyolojik, metabolik ve genetik özellikler açısından farklılıklar gösteren bir mayadır (Douradinha ve ark., 2013; Saad ve ark., 2013; Palma ve ark., 2015). Moleküler açıdan bakıldığında birbirinden farklı türler olarak tanımlanmalarının doğru olmayacağı ve "boulardii" ifadesinin taksonomik bir isim olarak kullanılmayacağı ifade edilerek, en uygun isimlendirmenin, *S. cerevisiae* var. *boulardii* şeklinde olacağı bildirilmiştir (Edwards-Ingram ve ark., 2007). Fietto ve ark. (2004) tarafından ise genetik özellikler açısından neredeyse özdeş oldukları ancak; metabolik ve fizyolojik olarak ayrıldıkları, *S. boulardii*'nin probiyotik olarak kullanılmasını sağlayan farklı özellikleri olduğu ifade edilmiştir. Bu özellikler arasında, asit ve sıcaklık dayanımı ile daha yüksek gelişim düzeyi gösterilmiştir. Genetik farklılığın oligonükleotid temelli mikroarray yöntemlerle yapılacak genomik hibridizasyon ve istatistik analizlerle ortaya konabileceği belirtilmektedir. Ayrıca bazı gen gruplarının tekrarlama sayısının da farklı olduğu raporlanmıştır (Edwards-Ingram ve ark., 2007).

*S. boulardii* 1950'den beri diyare tedavisinde kullanılmaktadır. Günümüzde de çoğu ülkede diyare tedavisinde kullanılmakta ve ticari olarak temin edilebilmektedir (Edwards-Ingram ve ark., 2007). *S. boulardii*'nin en önemli özelliği, bağırsak mikroflorasını sağlıklı yönde iyileştirmesidir. Bu etkiyi patojenleri inhibe ederek ve patojenlerin kolonizasyonuna engel olarak göstermektedir (Palma ve ark., 2015). Ayrıca, bağışıklık sisteminin uyarılması, patojen kaynaklı bağırsak enfeksiyonlarının engellenmesi ve diyarenin tedavisi gibi pek çok etkisi olduğu bildirilmiştir (Hasan ve ark., 2014; Palma ve ark., 2015; Profir ve ark., 2015). Özellikle antibiyotik kullanımına bağlı olarak gelişen diyare (ishal) ve *Clostridium difficile* kaynaklı rahatsızlıklar üzerine etkileri bildirilmiştir (McFarland, 2010; Pedersen ve ark., 2012; Saad ve ark., 2013). *S. boulardii* preparatları, antibiyotik ve *C. difficile* kökenli diyarelerin alternatif tedavisi açısından büyük önem taşımaktadır (Brassart ve Schifrin, 1997; Vaughan-Martini, 2003). Pek çok *in vivo* ve *in vitro* çalışmada *S. boulardii*'nin *C. difficile*, *E. coli* ve *Candida albicans*'ın bağırsak sistemindeki epitel hücrelerine bağlanmasına veya sistemi ele geçirmesine engel olduğu saptanmıştır (Berg ve ark., 1993; Czerucka ve ark., 2000; Czerucka ve Rampal, 2002).

*S. boulardii*'nin iltihap önleyici mekanizması, iltihaplanma öncesi oluşan sitokinlerin gelişiminin inhibe edilmesi ile başlamaktadır. Bakterilerin fazla sayıda gelişmelerini durdurarak, konakçı hücrelerine tutunmaları engellenmekte ve T hücrelerini tutarak böylece patojenitenin ortaya çıkışını durdurmaktadır. *S. boulardii*'nin orta zincir uzunluğundaki yağ asitleri ve 2-fenil etanol ürettiği bildirilmiştir. Bu ürünler *C. albicans*'ın adezyonunu ve morfolojik olarak değişimini engellemektedir. *S. boulardii* kullanımının özellikle asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit üretimini arttırdığı bildirilmiştir (Profir ve ark., 2015).

*S. boulardii*, ısıya dayanıklı, 37°C de optimum gelişme gösteren bir mayadır. Liyofilize hale getirilmiş maya, sindirim sistemi hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır. Pek çok çalışmada *S. boulardii*'nin birden fazla mekanizmayı birden kullanılarak yararlı etki gösterdiği tespit edilmiştir. Bunlar arasında; patojenler ile besin elementleri için rekabet, patojen adezyonunun engellenmesi (Rashid ve Sultana, 2016), bakterilerin virülens faktörlerinin ve toksinlerinin etkisizleştirilmesi (Douradinha ve ark., 2013), mukozanın dayanıklılığının artırılması sayılmaktadır (Moslehi-Jenabian ve ark., 2012). Antimikrobiyal faaliyet, *S. boulardii* tarafından üretilen küçük peptidler tarafından sağlanmaktadır. Örneğin, 54 kDa büyüklüğündeki serin proteazın *C. difficile*'nin enterotoksin üretimini ve sitotoksik aktivitesini engellediği bildirilmiştir (Prajapati ve ark., 2013).

EHEC (Enterohemorajik *E. coli*), shiga toksin üreten *E. coli* için kullanılmakta ve hemorajik ishal, kolit ve hemolitik üremik sendrom kaynağı olarak bildirilmektedir. EHEC ile enfekte olduğunda, enflamatuar sitokinlerin salınımı ve bağırsak epitelium hücrelerindeki bariyerlerin bütünlüğünü kaybetmesi nedeniyle geçirgenlikte azalma ortaya çıkmaktadır. *S. boulardii* ile yapılan çalışmalarda, EHEC kaynaklı bağırsak yüzeyindeki dayanıklılık kaybının engellenerek, ortaya çıkacak zararın azaltıldığı bildirilmiştir (Im ve Pothoulakis, 2010). Benzer bulgulara Profir ve ark., (2015)'nin çalışmasında da ulaşılmıştır. Bu araştırmacılar 6-7 gün boyunca yaklaşık  $10^9$  KOB/g düzeyinde maya alımı ile probiyotik etki görülebileceğini bildirilmiştir. Sindirim sisteminde bulunan mikroorganizmalar, patojenlere karşı etkin bir koruma sağlarken, kommensal yaşama uyum sağlayarak aynı zamanda iltihabi ve zararlı oluşumlara karşı bağışıklık mekanizmasının doğru şekilde çalışmasını sağlamaktadırlar. Sindirim sistemi dokularında yer alan dendritik hücreler mikrobiyal algılama ve kazanılmış bağışıklık cevaplarının en doğru şekilde oluşmasında önemli rol almaktadırlar. Probiyotik mikroorganizmalar arasında *S. boulardii* en çok çalışılan probiyotik maya olmakla birlikte, *Saccharomyces* cinsi dışındaki mayalardan *Kluyveromyces marxianus* CBS1553, *Metschnikowia reukaufii* CBS9021, *M. gruessii* CBS9029 ve *M. borealis* CBS8431 ile yapılan çalışmada dendritik hücre fonksiyonlarının düzenlenmesinde, iltihaplara karşı cevap verilmesinde önemli rol üstlenen T hücrelerinin oluşumunda, epitel hücrelerin patojenlere karşı bariyer oluşturma özelliklerinin geliştirilmesinde oldukça önemli oldukları gösterilmiştir (Smith ve ark., 2015).

*Probiyotik Özellik Gösteren Diğer Maya Türleri*

Çok eski zamanlardan beri yaklaşık M.Ö. 1550'lerde insanlar çeşitli fermantasyonlarda mayalardan yararlanmaktaydılar. Günümüzde de mayalar ticari olarak gıda, içecek, ilaç, endüstriyel enzim üretimi gibi pek çok sektörde önemli bir bileşen olarak kullanılmaktadır. *S. cerevisiae* dışında probiyotik özellikler açısından potansiyeli olan mayalar; *Pichia*, *Metschnikowia*, *Yarrowia*, *Candida*, *Debaryomyces*, *Isaatchenkia*, *Kluyveromyces* ve *Torulaspota* olarak bildirilmektedir (Pedersen ve ark., 2012). Bu mayalar sadece insanlar açısından değil hayvan besleme açısından da giderek artan bir öneme sahiptirler. Hayvan beslemede kullanılan mayalar yemlerin besleyici değerini artırırken, hayvanların performans değerlerinde de olumlu etkiler göstermektedirler. Mayalar; protein, B vitamini kompleksi ve önemli iz elementleri içermesinin yanı sıra; amilazlar,  $\beta$ -galaktosidaz ve fitazlar gibi bazı ekstraselüler enzimleri de içermektedirler. Ayrıca bağışıklık sistemini geliştirici etkisi, sindirim sistemi rahatsızlıklarını baskılayıcı ve engelleyici etki (seyahat ishalleri gibi) gösterdikleri de bildirilmiştir (Vohra ve ark., 2016).

Smith ve ark. (2015) tarafından, *S. boulardii* dışında özellikle *K. marxianus* üzerine yürütülen çalışmada, sindirim sistemindeki mikroflora ile aralarındaki etkileşim incelenmiştir. Geniş ölçekte yapılan *in vitro* çalışmalarda; 170 suş içerisinde 75 farklı maya türü kullanılarak, dendritik hücreler tarafından salgılanan sitokinlerin oluşumu değerlendirilmiş ve *S. boulardii* ile kıyaslama yapılmıştır. Elde edilen veriler sonunda; *Kluyveromyces* ve *Metschnikowia* cinslerinde mayalar tarafından teşvik edilen sitokin profili açısından dikkat çeken farklar olduğu bildirilmiştir. Ayrıca *Saccharomyces* cinsi mayalar dışındaki mayalardan *K. marxianus* ve *M. gruessii*'nin *Salmonella* tarafından oluşturulan epitel tahribatını önemli oranda düzelttiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar, özellikle *K. marxianus*'un önemli bir probiyotik potansiyele sahip olduğu ve ileriki çalışmalarda kullanılabilir potansiyel bir probiyotik mikroorganizma olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmışlardır.

*Debaryomyces hanseii*, *Torulaspota delbrueckii*, *K. lactis*, *Yarrowia lipolytica*, *K. marxianus* ve *K. loderae*'nin patojenik bakterilere karşı antagonistik etki gösterdiği ve sindirim sistemi boyunca geçiş tolerans gösterdiği tespit edilmiştir (Moslehi-Jenabian ve ark., 2012). Son zamanlarda yapılan *in vitro* bir çalışmada *S. cerevisiae* CNCMI-3856'nin *E. coli* O157:H7'ye karşı probiyotik etkisi araştırılmıştır. Sonuçlar, ince bağırsağın alt bölümünde antagonistik etkinin etanol üretimine bağlı olarak ortaya çıktığını göstermiştir (Hatoum ve ark., 2012).

İltihaplı bağırsak hastalıkları oldukça kompleks bir rahatsızlık olup, giderek artan oranlarda rastlanmaktadır. Ortaya çıkmasında pek çok faktörün etkili olduğu bildirilmektedir (Hod ve Ringel 2016). Özellikle bağırsak mukozasında oluşan oksidatif stresin bu hastalığı tetiklediği ifade edilmektedir. Geleneksel tedavi yönteminde, ağrı kesici ve iltihap azaltıcı antienflamatuar etkili ilaçlar kullanılmaktadır. *K. marxianus* CIDCA 8154 kullanılarak yapılan çalışmada, bu mayanın antienflamatuar etkisi araştırılmıştır. Tri-nitro benzen sülfonik asit kullanılarak kolit oluşturulan fareler ile

yapılan *in vivo* çalışmada, fareler maya ile tedavi edilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak, bağırsak iltihaplarının azaldığı ve hücresel oksidatif stresin kontrol altına alındığı gösterilmiştir (Romanin ve ark., 2015). Yine bir sindirim sistemi rahatsızlığı olan laktoz intoleransı yaşayan bireylerin yaşadığı sorunların azaltılmasında, laktozun hidrolize edilmesinde aktivite gösterdiği bildirilen  $\beta$ -galaktosidaz (EC 3.2.1.23) enziminin *Kluyveromyces lactis* ve *K. marxianus* gibi mayalar tarafından üretildiği ve ticari olarak  $\beta$ -galaktosidaz üretiminde bu mayaların kullanıldığı belirtilmiştir (Rajakala ve Selvi, 2006; Kumari ve ark., 2011).

Endüstriyel öneme sahip amilaz, esteraz, lipaz, proteaz, pektinaz ve kitinazlar gibi enzimlerin Brezilya yağmur ormanlarından izole edilen mayalar tarafından üretildiği bildirilmiş ve bu mayalara *C. famata* örnek verilmiştir (Buzzini ve Martini, 2002). Mahdhi ve ark., (2011) tarafından *C. famata*'nın probiyotik olma özellikleri üzerine yapılan çalışmada; patojen bakterilere karşı koruyucu özellik gösterdiği, ürettiği lipaz ve proteaz grubu enzimler yardımıyla yağ asitleri üretimiyle ortam asitliğinin ayarlanmasında ve nitrojen bileşiklerinin parçalanması ile de amonyak oluşumuna katkı sağladığı bildirilmiştir. *C. famata*'nın özellikle geleneksel ürünlerin üretiminde başlatıcı kültür olarak kullanılabilirliği ve probiyotik olarak kullanılma potansiyeli taşıdığı bildirilmiştir. *C. famata* ile ilgili olarak Gientka ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada; flavinjenik mayalar grubunda yer alan bu mayanın demir açısından sınırlandırılmış laboratuvar koşullarında kesikli fermentörde yüksek düzeyde (16,4 g/L) riboflavin ürettiği, bazı şuşlarının çok yüksek düzeyde Flavin Adenin Dinükleotid (FAD) ürettiği ve glukozamilaz aktivitesine sahip olduğu bildirilmiştir. Ayrıca yine aynı çalışmada *C. famata* Y5 suşunun sitotoksik ve hemolitik etkiye sahip olduğu, bağırsak yüzeyine tutunma özelliği taşıdığı ve sindirim sıvılarına karşı dayanıklı olduğu rapor edilmiştir. Bu özellikleri ile de probiyotik açıdan dikkat çeken bir tür olduğu bildirilmiştir. Şu ana kadar probiyotik olarak kullanımı bildirilmemekle birlikte, *Aureobasidium* türlerinden özellikle, siyah maya olarak da bilinen *A. pullulans* tropik bölgelerde ve nemli yüzeylerde yaygın olarak bulunan ve önemli enzimlerin üretiminde kullanımının yanı sıra yüksek protein içeriği nedeniyle tek hücre proteini üretimine son derece uygun bir maya olarak rapor edilmektedir. Ayrıca ekzopolisakkarit üretimi, enterik patojenlere karşı antimikrobiyal aktivitesi, fitaz ve  $\beta$ -galaktosidaz üretimi gibi faydalı pek çok özelliği rapor edilmiş olup, gelecekte kullanılabilir potansiyel bir probiyotik maya olarak değerlendirilmektedir (Syal ve Vohra, 2013).

Tüketilen besinlerden daha etkin şekilde yararlanmak konusunda yapılan çalışmalarda da mayalar karşımıza çıkmaktadır. Bitkilerin olgunlaşmış tohumlarında fosfor deposu olarak yer alarak güçlü şelat oluşturma özellikleri nedeniyle besinlerden yararlanma düzeyini azalttıkları bildirilen fitik asit ya da fitatların, demir, çinko, kalsiyum ve magnezyum gibi iyonlarla çözünmeyen kompleksler oluşturarak sindirim enzimleri gibi proteinlerin fonksiyonel ve besleyici özelliklerini olumsuz yönde etkiledikleri rapor edilmektedir. Bu açıdan bakıldığında fitaz aktivitesine sahip mayaların sağlık açısından önemli

oldukları bildirilmektedir. Fitaz ürettiği bilinen mayalara örnek olarak; *C. krusei*, *Debaryomyces castellii*, *Pichia türleri* ve *S. cerevisiae* verilmiştir (Vohra ve Satyanarayana, 2003). Deniz hıyarından izole edilen probiyotik özellik taşıdığı bildirilen iki maya, *Yarrowia lipolytica* ve *C. tropicalis*'in fitaz ürettiği rapor edilmiştir. Mevcut pazara bakıldığında fitazın yem katkı maddesi olarak kullanılması ile artan talep dikkati çekmektedir (Hirimuthoda ve ark., 2007).

Verma ve ark. (2007) tarafından akut lenfoblastik lösemisinin tedavisinde kullanıldığı bildirilen L-asparjinazın, tümör hücreleri tarafından kullanılan L-asparjinin parçalanmasını sağlayarak tümör hücrelerinin ölümüne neden olduğu bildirilmiştir. Bu bağlamda L-asparjinaz enzim aktivitesine sahip mayalar sağlık üzerine olumlu etkileri nedeniyle Syal ve Vohra (2013) tarafından Hindistan'a özgü geleneksel fermente ürünlerden izole edilen 20 adet maya üzerine yapılan çalışmada, L-asparjinaz aktivitesi incelenmiş ve üç adet suş için (Id 9, Id 15, J 15) olumlu sonuçlar bulunmuş ve probiyotik potansiyelleri üzerinde durulması gerektiğine dikkat çekilmiştir.

Son yıllarda probiyotiklerin serum kolesterol düzeyinin düşürerek kalp sağlığı üzerine etkileri bildirilmektedir (Galdeano ve ark., 2007). *S. boulardii*, *P. kudriavzevii* ve *S. cerevisiae*'nin kolesterolün asimilasyonunu sağladığı belirtilmiştir (Ogunremi ve ark., 2015). *S. boulardii*'nin yem katkısı olarak kullanıldığında hayvanlarda serum kolesterol düzeyini düşürdüğü bildirilmiştir (Hassanein ve Soliman, 2010). Ogunremi ve ark. (2015) tarafından, yüksek düzeyde kolesterol içeren diyet verilen farelerde, probiyotik bir maya suşu olan *P. kudriavzevii* OG32 ile fermente edilmiş karışık bakliyatın, serum kolesterol düzeyleri ve hepatic lipid düzeyleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Kontrol grubuna göre probiyotik maya verilen farelerde toplam serum kolesterol düzeyinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Farklı maya suşlarının probiyotik özellikleri üzerine Kumura ve ark. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada; süt ürünleri kaynaklı probiyotiklerin özelliklerini incelemek amacıyla mavi peynir ve kefirden izole edilmiş *C. humilis*, *D. hansenii*, *D. occidentalis*, *K. lactis*, *K. lodderae*, *K. marxianus*, *S. cerevisiae* ve *Y. lipolytica*'yı içeren 8 tür maya ile çalışılmıştır. Araştırmacılar tarafından suşların tutunma özellikleri Caco-2 hücreleri kullanılarak değerlendirilmiş ve *K. lactis*, *K. lodderae*, *K. marxianus* ve *D. hansenii* türlerinin incelenen mayaların hepsinden daha fazla tutunma özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. *C. humilis* ve *K. marxianus* dışındaki mayaların ise asidik koşullara daha dayanıklı oldukları belirlenmiştir. Hindistan'a özgü bazı fermente ürünlerden izole edilen mayaların probiyotik olma özellikleri ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada; *Saccharomyces*, *Debaryomyces* ve *Kluyveromyces* cinslerinin pH ve safra tuzlarına karşı dayanımlarının yüksek olduğu, *Saccharomyces* cinslerinin vücut sıcaklığında iyi gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir (Syal ve Vohra, 2013).

Rajkowska ve Kunicka-Styczynska (2010) tarafından tavuk dışkısı, ticari suşlar ve kefir örneklerinden izole edilen mayaların probiyotik özelliklerinin araştırıldığı çalışmada; pH 2,5'de 37°C sıcaklıkta 8 saatlik inkübasyon sonunda; ticari mayalar ile tavuk dışkısından izole edilen mayaların %86,8 ile %97,1 arasında

canlılıklarını devam ettirdikleri, kefirde izole edilen mayaların ise %33 ile %38,9 oranında canlılıklarını korudukları tespit edilmiştir. Safra muamelesine ise tüm suşların benzer tepki gösterdiği ve canlılıklarını sürdürdükleri tespit edilmiştir.

Sindirim sistemindeki mikroorganizmaların kolonize olabilmesi ve patojen özellik taşıyanların yerleşmesinin engellenmesi için önemli faktörlerden biri agregasyon özelliğidir (Tareb ve ark., 2013). Agregasyon kelime manası olarak, toplanma ve bir araya gelme, kümeleşme, topak oluşturma anlamlarına gelmektedir. Agregasyon tanımlaması iki başlık altında incelenmektedir. Bunlar; otoagregasyon ve koagregasyondur, Mikroorganizmaların *in vitro* koşullarda araştırılan probiyotik olma özellikleri arasında agregasyon özellikleri de bulunmaktadır (Strompfova ve ark., 2004; Fortina ve ark., 2008). Binetti ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, Arjantin'e özgü peynir kültürlerinden izole edilen mayaların tanısı ve bazı teknolojik özelliklerinin tespiti ile birlikte probiyotik olma özellikleri incelenmiştir. İzole edilen mayaların, 37°C'de 2 saatlik inkübasyon sonunda gösterdikleri otoagregasyon düzeyleri %30'un altında ise düşük, %30 ile %60 arasında ise orta, %60'dan fazla ise yüksek otoagregasyon özelliğine sahip olarak nitelendirilmiştir. Yirmi maya ile yapılan araştırma sonunda; genellikle suşların orta düzeyde otoagregasyon özelliği gösterdikleri tespit edilirken, *E. coli* V517 ve *S. enteritidis* OMS-Ca suşlarıyla yapılan koagregasyon çalışmasında ise mayaların *S. enteritidis* OMS-Ca suşu ile daha yüksek koagregasyon özelliği gösterdiği ortaya konmuştur. Hindistan'a özgü geleneksel fermente ürünlerden izole edilen mayaların epitel hücrelere tutunmada önemli bir özellik olan otoagregasyon özelliği ve sindirim sisteminde patojenleri inhibe etme özelliği de taşıdıkları tespit edilmiştir. 20 maya ile yapılan çalışmada otoagregasyon yüzdeleri %47 ile %97 arasında tespit edilmiştir (Syal ve Vohra, 2013). Ogunremi ve ark. (2015) tarafından, Nijerya'ya özgü tahıl bazlı fermente gıdalardan izole edilen mayalarda 37°C'de 24 saatlik inkübasyon sonunda otoagregasyon %81,24 ile %91,85 arasında tespit edilirken, *P. kudriavzevii* OG32 suşu *E. coli* ile %71,57 oranında en yüksek koagregasyon gösteren suş olarak belirlenmiştir.

Çeşitli kaynaklardan izole edilen mayaların probiyotik özelliklerinin tespiti amacıyla Yıldıran ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada; çeşitli meyvelerden, süt ürünlerinden ve serbest dolaşan tavuk dışkılarından izole edilen mayalar incelenmiştir. İzole edilen 138 adet mayanın safra ve asit tuzlarına karşı gösterdikleri dayanım, otoagregasyon, EPS üretimi ve bazı patojen bakterilerle koagregasyon özelliği araştırılmıştır. 138 adet izolat içerisinde vücut sıcaklığında gelişim gösteren ve EPS üreten 40 adet izolatın safra ve asit dayanımlarının yüksek olduğu, suşların önemli bir kısmının %90 üzerinde otoagregasyon gösterdiği ve iki adet izolatın özellikle *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) ile %30 düzeyinde koagregasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Probiyotik özelliklerin tespiti sonrasında genetik tanımlanması yapılan izolatlardan ikisinin *S. cerevisiae* oldukları bildirilmiştir.

Probiyotik özellik gösteren mayaların EPS üretimleri de dikkat çeken özelliklerinden biridir EPS'ler tek tip monosakkaritten meydana gelmiş homopolisakkarit

yapıda olabildikleri gibi tekrarlanan polisakarit gruplarıyla fosfat, asetil ve gliserol gibi karbonhidrat olmayan gruplardan oluşan heteropolisakarit yapı gösteren yüksek molekül ağırlıklı bileşiklerdir. EPS'ler özellikle farmakoloji, nutrasötik, fonksiyonel gıda, kozmetik, herbisit ve insektisit sektörlerinde kullanılmaktadır (Badel ve ark., 2011). Mayalar tarafından üretilen EPS'ler içeriğinde önemli şeker birimlerini içerdiğinden, gıda sektöründe çok çeşitli şekillerde kullanım alanı bulmaktadır. *Candida*, *Cryptococcus*, *Pichia*, *Sporobolmyces*, *Trichosporon*, *Lipomyces* ve *Rhodotorula* gibi mayaların  $\beta$ -(1→3) ve  $\beta$ -(1→6)-glukanlar, mannanlar, fosfomannanlar, galaktomannanlar ve glukomannanlardan oluşan EPS ürettikleri bildirilmiştir (Ghada ve ark., 2012). Üretilen EPS'lerin gıda sektöründe ilave edildiği gıdanın yapısını düzenleyen, kalite özelliklerine olumlu etki gösteren bir katkı maddesi olmasının yanı sıra; insan sağlığı üzerine de pek çok faydası bildirilmiştir. Bu etkiler arasında özellikle mayalardan gelen mannanların, antioksidatif, antiviral, antimutajenik, prebiyotik, kolesterol düşürücü ve ağır metal tutucu özellik bulunmaktadır (Ksonzeková ve ark., 2016; Ramirez, 2016).

Mayalar tarafından üretilen hücre dışı polimerler olan EPS'ler de probiyotik özellikler açısından üzerinde inceleme yapılan konulardandır. EPS üreten probiyotik kültürlerin sindirim sisteminde daha uzun süre kalarak, bağırsak florasında olumlu etki gösterdikleri, EPS'lerin bağırsaklık sisteminde uyarıcı etki gösterdiği ve antitümör etkiye sahip oldukları belirlenmiş olup, yapılarındaki fosfat grupları sayesinde lenfositlerin ve makrofajların aktivasyonunda etkili oldukları bildirilmiştir (Vuyst ve Degeest, 1999; Patel ve ark., 2010). Bunun yanı sıra EPS üretimi, mikroorganizmaları dışarıdan gelecek çeşitli etkilere karşı korumasının yanı sıra, buldukları ortamda tutunma ve daha uzun süre kalıcı olabilmeye yeteneği kazandırmaktadır (Badel ve ark., 2011; Selim ve ark., 2013). Ayrıca EPS'lerin probiyotik mikroorganizmalar tarafından üretilen kısa zincirli yağ asitleri ile birlikte sindirim sisteminde iyi bir prebiyotik etki gösterdiği de bildirilmiştir (Badel ve ark., 2011). Probiyotik özellikler açısından bakıldığında EPS üretiminin, sindirim sistemi boyunca karşılaşılan asit ve safra gibi etkenlere dayanım, uzun süre canlı kalabilme ve bulunduğu ortamda çoğalarak kolonize olma açısından son derece etkili olduğu bildirilmiştir (Ramirez, 2016). Ayrıca EPS'lerin prebiyotik potansiyeli ve bağırsak epiteline tutunmayı kolaylaştırma özellikleri de Sarıkaya ve ark. (2016) tarafından bildirilirken, antioksidatif ve bağırsaklık düzenleyici etkileri de rapor edilmiştir (Wang ve ark., 2012; Ksonzeková ve ark., 2016).

Gientka ve ark., (2016) tarafından yapılan çalışmada, yüksek EPS üretici mayalar olarak belirlenen kefirden izole edilmiş *C. famata* ve *C. guilliermondii* suşlarının farklı şeker bulunan besiyeri ortamlarında ürettikleri EPS miktarları tespit edilmiştir. Değişik ortamlarda üretilen EPS miktarları 4,13 mg/L ile 7,15 mg/L arasında tespit edilirken, en yüksek EPS üretimi *C. guilliermondii* cinsleri tarafından maltoz içeren ortamda tespit edilmiştir. Yıldırım ve ark. (2016) tarafından ticari olarak piyasada bulunan *S. boulardii* preparatlarından izole edilen suşlar ile farklı kaynaklardan elde edilen izolatların EPS üretimlerinin kıyaslandığı çalışma sonunda; 200-250

mg/L düzeyinde EPS üreten ticari suşlar ile benzer düzeyde EPS üreten izolatlar bulunduğu tespit edilmiş olup, bu izolatların probiyotik potansiyeli üzerinde durulması gerektiği kanaatine varılmıştır

Pek çok bakteri ve maya tarafından da üretilen EPS'lerin 2008 yılında sahip olduğu pazar yaklaşık 4 milyar Amerikan Doları olarak bildirilirken, bu pazar içerisinde sadece %6'lık kısmını bakteriyel EPS'nin oluşturduğu bildirilmiştir. Bu nedenle mikroorganizmalar tarafından üretilen EPS oldukça ilgi çeken bir konu olmaya devam etmektedir (McFarland, 2010).

## Sonuç

Çok eski zamanlardan beri insanlar çeşitli fermantasyonlarda mayalardan yararlanmaktadır. Günümüzde de mayalar ticari olarak gıda, içecek, ilaç, endüstriyel enzim üretimi gibi pek çok sektörde önemli bir bileşen olarak kullanılmaktadır. Tüketicinin arzu ettiği tat ve aromanın elde edilmesinin yanı sıra probiyotik olma özellikleri ile de mayalar çok geniş ve önemli çalışma konusu olarak değerlendirilmektedir. Probiyotik mayaların yararlı etkileri üzerine yapılacak çalışmalar bu alandaki bilgi eksikliğinin kapatılması açısından oldukça önemlidir. Çalışmaların çoğu özellikle *S. boulardii*'nin probiyotik özelliklerinin ve bağırsak rahatsızlıkları üzerine etkisinin belirlenmesine yoğunlaşmıştır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde diğer maya türleri içerisinde de, oldukça iyi probiyotik özellik gösteren cins ve türlerin olduğu görülmektedir.

Ülkemizde üretilen geleneksel gıdalardan ve çeşitli kaynaklardan izole edilmiş olan mayaların probiyotik özelliklerinin belirlenmesine yönelik araştırmalar henüz çok yenidir ve bu alanda yapılacak çalışmaların sayısının artması, ülkemiz florasına ait mayalar hakkında daha ayrıntılı bilgiye ulaşılmasını sağlayacaktır.

## Kaynaklar

- Anonim. 2011. Türk Gıda Kodeksi Etiketleme Yönetmeliği. 29.12.2011. Resmi Gazete 28157-3.mükerrer.
- Arora T, Singh S, Sharma RK. 2013. Probiotics: Interaction with gut microbiome and antiobesity potential. Nutrition. 29: 591-596.
- Badel S, Bernardi T, Michaud P. 2011. New perspectives for Lactobacilli exopolysaccharides. Biotechnol Adv. 29: 54-66.
- Berg R, Bernasconi P, Fowler D, Gautreaux M. 1993. Inhibition of *Candida albicans* translocation from the gastrointestinal tract of mice by oral administration of *Saccharomyces boulardii*. J Infect Dis. 168 (5): 1314-1318.
- Binetti, A., Carrasco, M., Reinheimer, J., Sua'ez, V., 2013. Yeasts from autochthonal cheese starters: Technological and functional properties. J Appl Microbiol. 115: 434-444.
- Bourlioux P, Koletzko B, Guarner F, Braesco V. 2003. The intestine and its microflora are partners for the protection of the host: report on the Danone Symposium 'The Intelligent Intestine'. Am J Clin Nutr. 78: 675-683.
- Brassart D, Schiffrin EJ. 1997. The use of probiotics to reinforce mucosal defence mechanisms. Trends Food Sci Technol. 8: 321-326.
- Buzzini P, Martini A. 2002. Extracellular enzymatic activity profiles in yeast and yeast-like strains isolated from tropical environments. J Appl Microbiol. 93: 1020-1025.
- Coman MM, Cecchini C, Verdenell, MC, Silvi S, Orpianes C, Alberto C. 2012. Functional foods as carriers for SYN BIO®, a probiotic bacteria combination. Int J Food Microbiol. 157: 346-352.

- Czerucka D, Dahan S, Mograbi B, Rossi B, Rampal P. 2000. *Saccharomyces boulardii* preserves the barrier function and modulates the signal transduction pathway induced in enteropathogenic *Escherichia coli* infected T84 cells. *Infect Immun.* 68: 5998-6004.
- Czerucka D, Piche T, Rampal P. 2007. Review article: yeast as probiotics- *Saccharomyces boulardii*. *Aliment Pharmacol Ther.* 26: 767-778.
- Czerucka D, Rampal P. 2002. Experimental effects of *Saccharomyces boulardii* on diarrheal pathogens. *Microbes Infect.* 4: 733-739.
- Çakır İ. 2003. Laktobasillus ve Bifidobakterilerde bazı özelliklerin belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara, Türkiye. 84 sayfa.
- Douradinha B, Reis VC, Rogers MB, Torres FA, Evans JD, Marques ET Jr. 2013. Novel insights in genetic transformation of the probiotic yeast *Saccharomyces boulardii*. *Bioengineered.* 5 (1): 21-29.
- Edwards-Ingram L, Gitscham P, Burton N, Warhurst G, Clarke I, Hoyle D, Oliver SG, Stateva L. 2007. Genotypic and physiological characterization of *Saccharomyces boulardii*, the probiotic strain of *Saccharomyces cerevisiae*. *Appl Environ Microbiol.* 73 (8): 2458-2467.
- FAO. 2002. Food and Nutrition Paper, Probiotics in food. Health and Nutritional Properties of Probiotics and Guidelines for Evaluation, World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, <ftp://ftp.fao.org/esn/food/wgreport2.pdf>.
- Fietto JLR, Araújo RS, Valadão FN, Fietto LG, Brandão RL, Neves MJ, Gomes FCO, Nicoli JR, Castro IM. 2004. Molecular and physiological comparisons between *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces boulardii*. *Can J Microbiol.* 50: 615-621.
- Fortina MG, Ricci G, Borgo F, Manachini PL, Arends K, Schiwon K, Abajy MY, Grohmann E. 2008. A survey on biotechnological potential and safety of the novel *Enterococcus* species of dairy origin, *E. italicus*. *Int. J. Food Microbiol.*, 123: 204-211.
- Furukawa S, Watanabe T, Toyama H, Morinaga Y. 2013. Significance of microbial symbiotic coexistence in traditional fermentation. *J Biosci Bioeng.* 116 (5): 533-539.
- Galdeano CM, de LeBlanc AM, Vinderola G, Bonet MEB, Perdigon G. 2007. Proposed model: mechanisms of immunomodulation induced by probiotic bacteria. *Clin Vaccine Immunol.* 14 (5): 485-492.
- Ghada, SI, Manal GM, Mohsen MSA, Eman AG. 2012. Production and biological evaluation of exopolysaccharide from isolated *Rhodotorula glutinins*. *Aust J Basic Appl Sci.* 6 (3): 401-408.
- Gientka I, Bzducha-Wróbel A, Stasiak-Róžańska L, Bednarska AA, Błażej S. 2016. The exopolysaccharides biosynthesis by *Candida* yeast depends on carbon sources. *Electron J Biotechnol.* 22: 31-37.
- Hasan MN, Sultan MZ, Mar-E-Um M. 2014. Significance of fermented food in nutrition and food science. *J Sci Res.* 6 (2): 373-386.
- Hassanein SM, Soliman NK. 2010. Effect of probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) adding to diets on intestinal microflora and performance of Hy-line layers hens. *J Am Sci.* 6 (11): 159-169.
- Hatoum R, Labrie S, Fliss I. 2012. Antimicrobial and probiotic properties of yeasts: from fundamental to novel applications. *Frontiers in Microbiology.* 3: 1-11.
- Hirimuthugoda NY, Chi Z, Wu L. 2007. Probiotic yeasts with phytase activity identified from the gastrointestinal tract of sea cucumbers. *SPC Beche de Mer Information Bulletin.* 26: 31-34.
- Hod K, Ringel Y. 2016. Probiotics in functional bowel disorders. *Best Pract Res Clin Gastroenterol.* 30: 89-97.
- Im E, Pothoulakis C. 2010. Recent advances in *Saccharomyces boulardii* research. *Gastroenterol Clin Biol.* 34 (1): 62-70.
- Isolauri E, Sütas Y, Kankaanpää P, Arvilommi H, Salminen S. 2001. Probiotics: effects on immunity. *Am J Clin Nutr.* 73: 444-450.
- Klaenhammer TR, Kullen MJ. 1999. Selection and design of probiotics. *Int J Food Microbiol.* 50: 45-57.
- Kobyliak N, Conte C, Cammarota G, Haley AP, Styriak I, Gaspar L, Fusek J, Rodrigo L, Kruzliak P. 2016. Probiotics in prevention and treatment of obesity: a critical view. *Nutr Metabol.* 13: 14.
- Ksonzeková P, Bystrický P, Vlčková S, Pätöprst'ýb, V, Pulzová L, Mudroňová D, Kubasková T, Csanka T, Tkáčiková L. 2016. Exopolysaccharides of *Lactobacillus reuteri*: Their influence on adherence of *E. coli* to epithelial cells and inflammatory response. *Carbohydr Polym.* 141: 10-19.
- Kumari S, Panesar PS, Penasar R. 2011. Production of  $\beta$ -Galactosidase using novel yeast isolate from whey. *Int J Dairy Sci.* 6 (2): 150-157.
- Kumura H, Tanoue Y, Tsukahara M, Tanaka T, Shimazaki K. 2004. Screening of dairy yeast strains for probiotic applications. *J Dairy Sci.* 87: 4050-4056.
- Lauranne AAP, Derix LA, Dieleman FH. 2016. Probiotics and prebiotics in ulcerative colitis. *Best Pract Res Clin Gastroenterol.* 30: 55-71.
- Lichtenstein L, Irit AB, Ofer BB. 2016. Probiotics and prebiotics in Crohn's disease therapies. *Best Pract Res Clin Gastroenterol.* 30: 81-88.
- Lourens-Hattingh A, Viljoen BC. 2001. Growth and survival of a probiotic yeast in dairy products. *Food Res Inter.* 34: 791-796.
- Mahdhi A, Hmila Z, Behi A, Bakhrouf A. 2011. Preliminary characterization of the probiotic Properties of *Candida famata* and *Geobacillus thermoleovorans*. *Iran J of Microbiol.* 3 (3): 129-134.
- McFarland LV. 2010. Systematic review and meta-analysis of *Saccharomyces boulardii* in adult patients. *World J Gastroenterol.* 16 (18): 2202-2222.
- Moslehi-Jenabian S, Pedersen LL, Jespersen L. 2012. Beneficial effects of probiotic and food borne yeasts on human health. *Nutrients.* 2: 449-473.
- Nagpal R, Kumar A, Kumar M, Behare PV, Jain S, Yadav H. 2012. Probiotics, their health benefits and applications for developing healthier foods: a review. *FEMS Microbiol Lett.* 334: 1-15.
- Nimrat S, Vuthiphandchai V. 2011. In vitro evaluation of commercial probiotic products used for marine shrimp cultivation in Thailand. *Afr J Biotechnol.* 10 (22): 4643-4650.
- Ogunremi OR, Sanni AI, Agrawal R. 2015. Hypolipidaemic and antioxidant effects of functional cereal-mix produced with probiotic yeast in rats fed high cholesterol diet. *J Funct Foods.* 17: 742-748.
- Palma ML, Zamith-Miranda D, Martins FS, Bozza FA, Nimrichter L, Montero-Lomeli M, Marques ET Jr, Douradinha B. 2015. Probiotic *Saccharomyces cerevisiae* strains as biotherapeutic tools: is there room for improvement? *Appl Microbiol Biotechnol.* 99: 6563-6570.
- Patel AK, Michaud P, Singhania RR, Soccol CR, Pandey A. 2010. Polysaccharides from probiotics: New developments as food additives. *Food Technol Biotechnol.* 48 (4): 451-463.
- Pedersen LL, Owusu-Kwarteng J, Thorsen L, Jespersen L. 2012. Biodiversity and probiotic potential of yeasts isolated from Fura, a West African spontaneously fermented cereal. *Int J Food Microbiol.* 159: 144-151.
- Pennacchia C, Blaiotta G, Pepe O, Villani F. 2008. Isolation of *Saccharomyces cerevisiae* strains from different food matrices and their preliminary selection for a potential use as probiotics. *J Appl Microbiol.* 105: 1919-1928.

- Prajapati P, Patel M, Krishnamurthy R. 2013. *Saccharomyces boulardii* - A Probiotic of Choice. CIBTech J Biotech. 2 (2): 1-6.
- Profir AG, Buruiana CT, Vizireanu C. 2015. Effects of *S. cerevisiae* var. *boulardii* in gastrointestinal disorders. J Agroaliment Proc Technol. 21 (2): 148-155.
- Rajakala P, Selvi PK. 2006. The effect of pH, temperature and alkali metal ions on the hydrolysis of whey lactose catalysed by  $\beta$ -Galactosidase from *Kluyveromyces marxianus*. Int J Dairy Sci. 1: 167-172.
- Rajkowska A, Kunicka-Styczynska A. 2010. Probiotic properties of yeasts isolated from chicken feces and kefir. Pol J Microbiol. 59 (4): 257-263.
- Ramirez MAJ. 2016. Characterization and safety evaluation of exopolysaccharide produced by *Rhodotorula minuta* BIOTECH 2178. Int J Food Eng. 2 (1): 31-35.
- Rashid M, Sultana M. 2016. Role of probiotics in human and animal health review. J Probiotics Health. 4: 148.
- Romanin DE, Llopis S, Genovés S, Martorell P, Ramón VD, Garrote GL, Rumbó M. 2015. Probiotic yeast *Kluyveromyces marxianus* CIDCA 8154 shows anti-inflammatory and anti-oxidative stress properties in *in vivo* models. Benef Microbes. 7 (1): 83-93.
- Roy CC, C Kien L, Bouthillier Lb, Levy E. 2006. Short-Chain Fatty Acids: Ready for Prime Time. Nutr Clin Pract. 21: 351-366.
- Saad N, Delattre C, Urdaci M, Schmitter JM, Bressollier P. 2013. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. Food Sci Technol. 50: 1-16.
- Salminen S, Ouwehand AC, Benno Y, Lee YK. 1999. Probiotics: how should they be defined? Trends Food Sci Technol. 10: 107-110.
- Salminen S, Ouwehand AC, Isolauri E. 2002. Probiotics: an overview of beneficial effects. Antonie van Leeuwenhoek. 82 (1-4): 279-89.
- Sarıkaya H., Aslım B., Yüksekdağ ZN. 2016. Assessment of anti-biofilm activity and bifidogenic growth stimulator (BGS) effect of lyophilized exopolysaccharides (I-EPSs) from lactobacilli strains. Int J Food Prop, 20 (2): 362-371.
- Selim ShM, Galal GF, Sharaf MS, Zayed MS. 2013. Evaluation of probiotic bacteria exo-polysaccharides on immune system. Life Sci J. 10 (1): 2719-2725.
- Smith IM, Baker A, Arneborg N, Jespersen L. 2015. Non-*Saccharomyces* yeasts protect against epithelial cell barrier disruption induced by *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Typhimurium. Lett Appl Microbiol. 61: 491-497.
- Stanton C, Ross RP, Fitzgerald GF, Sinderen DW. 2005. Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. Curr Opin Biotechnol. 16: 198-203.
- Strompfova V, Laukova A, Ouwehand AC. 2004. Selection of enterococci for potential canine probiotic additives. Veterinary Microbiol. 100: 107-114.
- Syal P, Vohra A. 2013. Probiotic potential of yeasts isolated from traditional Indian fermented foods. Int J Microbiol Res. 5 (2): 390-398.
- Tareb R, Bernardeau M, Gueguen M, Vernoux J-P. 2013. In vitro characterization of aggregation and adhesion properties of viable and heat-killed forms of two probiotic Lactobacillus strains and interaction with foodborne zoonotic bacteria, especially *Campylobacter jejuni*. J Med Microbiol. 62: 637-649.
- Upadrashta A, Madempudi RS. 2016. Probiotics and blood pressure: current insights. Integr Blood Press Control. 9: 33-42.
- Vaughan-Martini A. 2003. Reflections on the classification of yeasts for different end-users in biotechnology, ecology, and medicine. Int Microbiol. 6: 175-182.
- Verma N, Kumar K, Kaur G, Anand S. 2007. L-asparaginase: a promising chemotherapeutic agent. Crit Rev Biotechnol. 27 (1): 45-62.
- Vohra A, Syal P, Madan A. 2016. Probiotic yeasts in livestock sector. Anim Feed Sci Technol. 219: 31-47.
- Vohra A, Satyanarayana T. 2003. Phytases: Microbial sources, production, purification, and potential biotechnological applications. Crit Rev Biotechnol. 23 (1): 29-60.
- Vuyst DL, Degeest B. 1999. Heteropolysaccharides from lactic acid bacteria. FEMS Microbiol Rev. 23 (2): 77-153.
- Wang H, Zhang X, Cheng FS, Luo YJ, Dong PC. 2012. Effects of yeast polysaccharide on immune enhancement and production performance of rats. J Anim Vet Adv. 11 (11): 1800-1804.
- Yıldıran H, Başığit Kılıç G, Karahan AG. 2016. The comparison of the yeast isolates from different sources with the commercial *Saccharomyces boulardii* prepares for probiotic properties. 1<sup>st</sup> Black Sea Association of Food Science and Technology Congress. 22-24 Eylül 2016. Ohrid Macedonia. Book of Abstracts, 27-28.
- Zhang YJ, Li S, Gan RY, Zhou T, Xu DP, Li HB. 2015. Impacts of gut bacteria on human health and diseases. Int J Mol Sci. 16: 7493-7519.