

Probiyotiklerin Meyve ve Sebze Bazlı İçeceklerde Kullanımı

İlkin Yücel Şengün  ✉, Yunus Yahşi 

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 35100, Bornova, İzmir

Geliş Tarihi (Received): 21.07.2020, Kabul Tarihi (Accepted): 26.05.2021

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): ilkin.sengun@ege.edu.tr (İ. Yücel Şengün)

☎ 0 232 311 30 28 📠 0 232 311 48 31

ÖZ

Günümüzde bilimsel ve teknolojik alanlarda meydana gelen gelişmeler sayesinde tüketicilerin gıda tercihleri besleyici, sağlıklı ve hastalıkları önlemede etkili olan fonksiyonel gıdalara yönelmiştir. Fonksiyonel gıdaların büyük kısmını süt bazlı probiyotik ürünler oluşturmaktadır. Bununla birlikte, vejetaryen, süt proteinlerine alerjisi olan ve laktoz intoleransına sahip kişilerin laktoz içermeyen, besin değeri yüksek ve kolesterol oranı düşük ürünlere yönelik talepleri artmış ve bu nedenle probiyotik gelişimini destekleyen yeni gıda matrisleri güncel araştırma konusu haline gelmiştir. Bu kapsamda meyve ve sebzeler, inülin, galaktooligosakkarit ve fruktooligosakkarit gibi probiyotik gelişimini destekleyen prebiyotiklerin yanı sıra vitamin, mineral ve fenolik bileşikler gibi sağlığa faydalı bileşenler açısından zengin olmaları sebebiyle alternatif gıda matrisleri arasında yer almaktadırlar. Probiyotik taşıyıcıları olarak meyve ve sebzelerin kullanılması ile fonksiyonel özellikleri artırılmış daha sağlıklı ürünler elde edilebilmektedir. Farklı tekniklerle üretilen meyve ve sebze bazlı probiyotik içeceklerin geliştirilmesi amacıyla hammadde olarak sıklıkla elma, portakal, ananas, havuç ve pancar, probiyotik kültür olarak ise genellikle *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *Leuconostoc mesenteroides* ve *Bifidobacterium lactis* kullanılmaktadır. Bununla birlikte, probiyotiklerin çeşitli hammaddelerde canlılığını sürdürdürebilmesi; kullanılan probiyotik suş ve doz, ortamın pH değeri, antimikrobiyel bileşiklerin varlığı, kullanılan katkı maddeleri, oksijen düzeyi ve uygulanan teknolojik işlemler gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Probiyotik canlılığının korunması amacıyla en sık kullanılan teknikler arasında mikroenkapsülasyon, immobilizasyon ve prebiyotik kullanımı yer almaktadır. Bu çalışmada, probiyotik meyve ve sebze bazlı içeceklerin geliştirildiği güncel çalışmalar derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Probiyotik, Meyve, Sebze, İçecek

Use of Probiotics in Fruit and Vegetable-Based Drinks

ABSTRACT

Nowadays, consumers' food preferences are tending towards functional foods that are nutritious, healthy and effective in preventing diseases, thanks to advances in scientific and technological fields. Dairy-based probiotic foods constitute the majority of functional foods; however consumers who are vegetarian, allergic to milk protein and lactose intolerance have increased the demand for lactose-free, high-nutritional and low-cholesterol products. Therefore, new food matrices that support the probiotic growth have become a current research subject. In this context, fruits and vegetables are among alternative food matrices due to their rich in health beneficial components such as vitamins, minerals and phenolic compounds, as well as prebiotics, which promote the growth of probiotics, such as inulin, galactooligosaccharides and fructooligosaccharides. By using fruits and vegetables as probiotic carriers, healthier products with improved functional properties can be obtained. In order to develop fruit and vegetable-based probiotic beverages by different techniques, apple, orange, pineapple, carrot and beetroot are often used as raw materials while *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *Leuconostoc mesenteroides* and *Bifidobacterium lactis* are generally used as probiotic cultures. On the other hand, the growth and survival of probiotics in various raw materials may vary depending on factors such as probiotic strains and doses, pH of the

medium, antimicrobial compounds, additives, oxygen level and technological processes used. Among the most frequently used techniques, microencapsulation, immobilization and prebiotics addition in order to protect the viability of probiotic. In this study, recent studies on the development of probiotic fruit and vegetable-based beverages were reviewed.

Keywords: Probiotic, Fruit, Vegetable, Beverage

GİRİŞ

Son yıllarda bilgi ve teknoloji alanındaki ilerlemeler sayesinde insanların yaşam standartlarında, özellikle beslenme ve sağlık alanında, devrim niteliğinde değişimler meydana gelmiştir. Gıda endüstrisi, araştırmacılar ve düzenleyici otoriteler tarafından, insanların sağlıklıyla ilgili endişelerinin artması ve sentetik ilaçlara bağımlılıktan kaçınma istekleri doğrultusunda beslenme kavramı hızla geliştirilmektedir [1].

Bilimsel alanda yapılan güncel çalışmalar, gıdalarda bulunan biyoaktif bileşenlerin sağlık üzerine yararlı etkilere sahip olduğunu, ayrıca obezite, kanser, osteoporoz, kronik ve kardiyovasküler hastalıkların riskini azaltmada etkili olabileceğini ortaya koymuştur [2, 3]. Gıdalarda bulunan sağlık üzerine yararlı bileşenler arasında probiyotikler, prebiyotikler, amino asitler, peptitler, proteinler, omega-3, vitaminler, mineraller, lifler, karbonhidratlar, karotenoidler ve antioksidanlar yer almakta ve bu bileşenler çoğunlukla gıda takviyeleri veya fonksiyonel gıdalar şeklinde tüketicilere sunulmaktadır [4]. 1980'li yıllardan itibaren kullanılmaya başlanan fonksiyonel gıda terimi, insan vücudunda fizyolojik faydaları bulunan ve kronik hastalık riskini azaltma gibi temel beslenme işlevlerinin ötesinde etkilere sahip olan, normal diyetin parçası olarak tüketilen ürünlerdir [5]. Fonksiyonel özellik gıda bileşiminde doğal olarak bulunabileceği gibi fonksiyonel bileşenlerin ilavesi, gıda bileşiminde bulunan çeşitli bileşenlerin çıkartılması veya değişikliğe uğratılması sonucunda da elde edilebilmektedir [6]. Bu tip fonksiyonel gıdalara örnek olarak glüten içermeyen, yüksek protein ile zenginleştirilmiş, probiyotik ve prebiyotik ile desteklenmiş, tuz veya yağ oranı azaltılmış gıdalar verilebilmektedir [7-9]. Günümüzde tüketicilerin gıda tercihleri geniş sağlık yararlarına sahip, besleyici, sağlıklı ve hastalıkları önlemede etkili olan fonksiyonel gıdalara yönelmiştir [10].

Fonksiyonel gıda piyasasının yaklaşık %60-70 gibi önemli bir parçasını probiyotikler oluşturmaktadır [11]. Probiyotik gıdaların 2017 yılındaki küresel piyasa değeri 42.55 milyar ABD doları seviyesindeyken, tüketiciler tarafından artan talep doğrultusunda 2024 yılına kadar bu piyasa değerinin 94.48 milyar ABD dolarına ulaşabileceği tahmin edilmektedir [12]. Tahıl, baklagiller, meyve ve sebze içeceklerinin de yer aldığı fonksiyonel içecek piyasası ise 2002 ve 2007 yılları arasında özellikle ABD'de %14 gibi bir yıllık büyüme oranı sergileyerek en hızlı büyüyen sektörler arasında yer almaktadır [13]. Bu tip içeceklerin 2019'daki küresel piyasa değeri 13.65 milyar ABD doları seviyesindeyken, 2020 yılından 2027'ye kadar %6.1'lik bileşik yıllık büyüme oranında (CAGR) genişlemesi beklenmektedir [14].

Probiyotikler, yeterli miktarda tüketilmeleri durumunda konakçı üzerinde olumlu sağlık yararları sağlayan canlı mikroorganizmalar olup, insan ve hayvan gastrointestinal sisteminde, anne sütünde ve fermente ürünlerde doğal olarak bulunabilmektedir [15-17]. Süt ürünleri probiyotiklerin gelişimi için uygun gıda matrisleri olarak bilinmektedir. Yoğurt, kefir, kıymız, yakult gibi süt bazlı probiyotik ürünler dünya genelinde üretilmekte ve probiyotik gıdaların büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bununla birlikte, günümüzde vejetaryen diyetle beslenen, laktoz intoleransına sahip (Asya'da yaklaşık %70) veya süt proteinlerine alerjisi olan çok sayıda birey bulunması nedeniyle meyve ve sebze matrisleri, hayvansal kaynaklı olmayan probiyotik ürünlerin geliştirilmesi amacıyla kullanılmaya başlanmış ve bu ürün grubuna yönelik artan tüketici talepleri doğrultusunda yeni bir pazar oluşmuştur [18-21].

Yapılan birçok çalışmada meyve ve sebzelerin yeni potansiyel probiyotik taşıyıcıları ve probiyotik mikroorganizma kaynakları olabilecekleri bildirilmektedir. Bu derlemede, probiyotiklerin meyve ve sebze bazlı içeceklerde kullanımına yönelik yapılan çeşitli çalışmalar değerlendirilmiştir.

PROBİYOTİKLER ve PROBİYOTİK GIDALAR

Günümüzde kullanılan probiyotik tanımı yıllar içerisinde gelişerek "yeterli miktarda tüketilmeleri durumunda konakçı üzerinde olumlu sağlık yararları sağlayan canlı mikroorganizmalar" şeklinde son halini almıştır. Bu tanım, probiyotiklerin canlı, mikrobiyel ve sağlığa yararlı üç temel anlamını ifade etmektedir [22, 23]. Probiyotik olarak *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Enterococcus* cinslerine ait laktik asit bakterileri (LAB) ve *Saccharomyces* spp. gibi mayalar sıklıkla kullanılmakta ve genellikle güvenli olarak (GRAS) kabul edilmektedirler [22, 24]. Probiyotik kaynakları arasında insan ve hayvanların gastrointestinal sistemi, anne sütü, geleneksel fermente süt veya bitkisel gıdalar bulunmaktadır [16, 17, 22]. Bu mikroorganizmaların sağlık yararları arasında antikarsinojenik, antidiyabetik, antihipertansif, antimikrobiyel, antimutajenik, antiobesite, antiinflamatuvar, antioksidatif, konağın metabolizma ve beyin fonksiyonlarını düzenleme gibi etkileri yer almaktadır [25-27]. Ayrıca probiyotiklerin, solunum sistemi ve bağışıklık sisteminin desteklenmesi ve ülseratif kolit, akut diyare, *Helicobacter pylori* enfeksiyonu tedavilerinde olumlu etkilerinin olduğu bilinmektedir [28]. Bununla birlikte, sağlık üzerine olumlu etkiler gösterebilmesi için probiyotiklerin tüketilen üründe minimum 10⁶ KOB/mL veya KOB/g seviyesinde bulunması gerekmektedir [29].

Tüketicilerin probiyotik gıdalara yönelik artan talepleri doğrultusunda son birkaç yılda 500'den fazla probiyotik gıda piyasaya sunulmuştur [30]. Tüketici tercihinin göre farklı hammadde, formülasyon ve formda bulunabilen probiyotik gıdalar; probiyotik süt ürünleri (yoğurt, peynir, yakult, kımız, dondurma, kefir vb.) ve süt kaynaklı olmayan (et ve et ürünleri, tahıl, meyve ve sebze bazlı ürünler vb.) probiyotik gıdalar şeklinde sınıflandırılmaktadır [31, 32]. Süt ve süt ürünleri probiyotik gelişimi açısından uygun gıda matrisleri olarak bilinse de, yüksek kolesterol, alerjiye sebebiyet veren süt proteinleri ile birlikte laktoz intolerans veya vejetaryen beslenme gibi çeşitli sınırlayıcı faktörleri içermektedir. Bu nedenle son yıllarda süt ürünü olmayan farklı gıda matrislerinin araştırılması ve bu yönde yeni ürünlerin geliştirilmesi hız kazanmıştır [10,18-21,33]. Bu kapsamda, meyve ve sebzelerin sağlığa faydalı ve probiyotik gelişimini destekleyici çeşitli bileşenler içermeleri sebebiyle süt kaynaklı probiyotik gıdalara alternatif olabilecekleri bildirilmiştir.

MEYVE ve SEBZE BAZLI PROBİYOTİK İÇECEKLER

“İçecek” terimi, yapılan bir işten sonra dinlenme olarak tanımlanan Latince “bever” kelimesinden gelmektedir. İçecekler; ferahlatıcı, güçlendirici, besleyici ve susuzluğu giderme gibi özelliklere sahip olan gıda ürünleridir [34]. Bu açıdan meyve ve sebze bazlı probiyotik içecekler, vegan ve düşük kolesterol içeriğine sahip olmalarının yanında süt alerjisi içermemelerinden dolayı tüketiciler tarafından büyük talep görmektedir [21]. Bu durum, probiyotik içeceklerin üretiminde kullanılan meyve ve sebze matrislerinin avantaj ve dezavantajlarının daha fazla araştırılmasına yol açmıştır [35].

Meyve ve sebzelerin yapısında genel olarak proteinler, vitaminler, mineraller, flavonoidler, fitoöstrojenler, kükürt bileşikler, monoterpenler ve biyoaktif peptitler gibi çeşitli bileşikler bulunmaktadır. Meyve ve sebzeler önemli lif kaynakları olmalarının yanı sıra potasyum ve vitamin (özellikle C ve K vitamini) açısından da zengin kaynaklardır. Ayrıca bu gıda grubu, yüksek miktarda inülin, galaktooligosakkarit (GOS) ve fruktooligosakkarit (FOS) gibi probiyotik gelişimini destekleyen çeşitli prebiyotikler de içermelerinden dolayı üretim, depolama ve tüketim gibi birçok aşamada avantajlıdır [20, 21, 36, 37]. Ancak, birçok meyve ve sebzelerin içerdiği yüksek asitlik ile birlikte tanenler gibi acılığa veya burukluğa neden olabilecek bileşenler, ürünlerin duyu kalitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Fermantasyon sayesinde bazı organik asitler ve fenolik bileşenler biyolojik olarak dönüştürülerek ürünün duyu kalitesi geliştirilebilmektedir. Ayrıca fermantasyon sırasında probiyotikler tarafından üretilen çeşitli metabolitler insan sağlığına olumlu etkiler oluşturabilmekte, dolayısıyla ürünün besin değerinin yanı sıra sağlık üzerine etkisini de artırabilmektedir [38].

Sıvı formda bulunan gıdaların sindirim sistemini nispeten daha hızlı tamamlamaları, probiyotiklerin mide asitliği gibi zorlu ortam koşullarından daha az etkilenmesini sağlamakta ve bu durum meyve ve sebze bazlı probiyotik içeceklere olan ilgiyi arttırmaktadır [35, 39]. Bu tip içeceklerin geliştirilmesi amacıyla sıklıkla elma, portakal, ananas, yaban mersini, mango, üzüm, havuç, domates, lahana ve pancar gibi çeşitli hammaddeler kullanılmaktadır. Tablo 1’de ticari olarak üretilen çeşitli probiyotik içeceklere yer verilmiştir [21, 40, 41].

Tablo 1. Ticari olarak üretilen çeşitli meyve ve sebze bazlı probiyotik içecekler

Table 1. Various commercially produced fruit and vegetable-based probiotic beverages

Ürün İçeriği	Probiyotik Suş	Marka	Üretici / Ülke
Portakal	<i>L. reuteri</i>	“R”	Ingman/İsveç
Portakal ve Mango	<i>L. rhamnosus</i> GG	Biola	Tine BA/Norveç
Şeftali ve Muz	<i>B. lactis</i>	It’s Alive	Birleşik Krallık
Ananas, Havuç, β-karoten ve Kalsiyum	<i>L. rhamnosus</i> GG	Gefilus/Gfilac	Valio, İsveç/Finlandiya
Ahududu, Siyah Frenk Üzümü ve Üzüm	<i>L. plantarum</i> 299v	SHOT	Skanemejerier/İsveç
Portakal, Şeftali, Prebiyotik ve C vitamini	<i>L. rhamnosus</i> GG	Gefilus/Gfilac	Valio, İsveç/Finlandiya
Havuç, Zencefil ve Şeker Kamışı	<i>L. plantarum</i> 299v	GoodBelly	ABD
Zencefil, Frenk Üzümü, Yaban Mersini ve 19 Farklı Aromatik Bitki Ekstraktı	<i>L. acidophilus</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. lactis</i> , <i>L. salivarius</i> , <i>B. lactis</i> , <i>B. longum</i> ,	Vita Biosa	Danimarka
Çilek, Siyah Frenk Üzümü, Mango, Muz ve Oligosakkarit	<i>B. lactis</i>	Tropicana	ABD
Erik, Üzüm ve Portakal	<i>L. paracasei</i>	Malee Enterprise Company	Tayland

Meyve ve sebze bazlı probiyotik içeceklerin üretimi genellikle: i) doğal mikrobiyota tarafından gerçekleştirilen fermantasyon sonucu elde edilen ürünler, ii) probiyotik kültürün ürün formülasyonuna eklenmesi ile birlikte kontrollü fermantasyon sağlanarak üretilen ürünler ve iii) fermantasyon uygulanmadan sadece probiyotik kültürün son ürüne ilavesi ile geliştirilen ürünler olarak sınıflandırılmaktadır [28, 39, 42].

Doğal Fermantasyon ile Üretilen İçecekler

Fermantasyon, gıdaların raf ömrünün uzatılması ve organoleptik özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla birçok toplum tarafından uzun yıllardır kullanılan biyoteknolojik bir tekniktir [43, 44]. Doğal fermantasyon ile üretilen fermente içecekler arasında genellikle lahana, pancar, biber, salatalık, havuç, patlıcan, fasulye gibi farklı sebzelerden üretilen turşu suları, şalgam, kanji ve

kombu çayı gibi geleneksel ürünler bulunmakta ve bu ürünlerin eldesinde daha çok ev tipi üretim kullanılmaktadır [45, 46]. Geleneksel olarak üretilen fermente ürünlerde fermantasyon, ortamda doğal olarak bulunan mikroorganizmalar tarafından yürütülmekte ve çoğunlukla karışık kültür fermantasyonu gerçekleşmektedir [47]. Doğal fermantasyondan sorumlu başlıca mikroorganizmalar LAB olsa da kullanılan hasat yöntemleri, hammadde kalitesi, fermantasyon koşulları ve ürün standardizasyonu gibi çeşitli faktörler fermantasyonda rol alan mikroorganizmaların sayı ve çeşitliliğini doğrudan etkilemektedir. Farklı substratların kullanımı ile üretilen çok sayıda geleneksel fermente gıda bulunmasına rağmen, bu gıdalarda doğal olarak bulunan potansiyel probiyotik türler hakkındaki bilgi sınırlı seviyededir [48]. Bununla birlikte, bu ürün grubunun yeni probiyotik suşların izolasyonu, karakterizasyonu ve pazarlanması için önemli kaynaklar oldukları da unutulmamalıdır [42].

Kombucha, genellikle sakaroz ile tatlandırılmış siyah, yeşil veya Oolong çayının, birkaç kez yeniden kullanılabilen maya ve bakterilerin bir biyofilm içerisindeki simbiyotik ilişkisi ile statik ve aerobik fermantasyonu yoluyla üretilen geleneksel fermente bir içecek olarak bilinmektedir. Kombucha biyofilminde genel olarak asetik asit bakterileri ve mayalar baskın olmakla birlikte LAB'nin de bulunduğu bildirilmiştir [49, 50, 51]. Çeşitli araştırmacılar tarafından kombucha biyofilmi ile üzüm, enginar ve hint inciri gibi farklı substratların kullanıldığı kombucha benzeri içecek üretiminin yapıldığı çalışmalar bulunmaktadır [52, 53, 54]. Bununla birlikte, son yıllarda kombuchadan izole edilen çeşitli mikroorganizmaların probiyotik özelliklerinin incelendiği görülmektedir. Bogdan ve arkadaşları [55], kombuchadan izole edilen beş adet LAB izolatının %99 oranında *Pediococcus pentosaceus* suşları ile benzerlik gösterdiğini, yapılan detaylı analizlerde ise beş izolatın birinin potansiyel probiyotik olarak fonksiyonel gıdalarda ve kozmetik sektöründe kullanılabileceğini bildirmiştir.

Gilaburu suyu, kırmızı renkli ve buruk tada sahip bir meyve olan gilaburunun fermantasyonu ile üretilen geleneksel alkolsüz bir içecektir [13, 56]. Fermente gilaburu suyunda genellikle *L. plantarum*, *L. casei*, *L. brevis*, *L. hordei*, *L. paraplantarum*, *L. coryniformis*, *L. buchneri*, *L. parabuchneri*, *L. pantheris*, *L. harbinensis*, *Leuconostoc mesenteroides* ve *Leu. pseudomesenteroides* türlerine ait çeşitli mikroorganizmalar yer almaktadır [57]. Fermente gilaburu suyu üzerine yapılan bir çalışmada, yüksek fenolik asit, flavonoid, askorbik asit ve antosiyanin içeren üründen izole edilen LAB izolatlarının yüksek hidrofobisite, antimikrobiyel aktivite ve safra tuzuna direnç gösterdiği, dolayısıyla potansiyel probiyotik olabilecekleri bildirilmiştir [58].

Şalgam suyu, mor havuç, şalgam turpu, ekşi hamur, tuz ve bulgur ununun yeterli miktarda su ile birlikte LAB ve mayaların fermantasyonu sonucu elde edilen kırmızı renkli ve ekşi tada sahip geleneksel fermente bir içecektir [59, 60]. Geleneksel yöntemlerle üretilen şalgam sularında genellikle baskın flora olarak *L.*

plantarum, *L. arabinosus*, *L. brevis*, *L. fermentum*, *L. paracasei* spp. *paracasei* ve *L. buncheri* yer almaktadır [45, 61]. Şalgam suyundan izole edilen *L. brevis*'in probiyotik potansiyelinin değerlendirildiği bir çalışmada, *L. brevis*'in antibiyotik duyarlılığı, asit ve safra tuzuna direnç, kolesterol düşürücü etki ve çeşitli patojenlere karşı antimikrobiyel aktivite sergilediği bildirilmiştir [62]. Bununla birlikte, çeşitli fermente ürünlerden izole edilen mikroorganizmalar üzerine daha detaylı çalışmalar yapılarak bu mikroorganizmaların probiyotik potansiyellerinin belirlenmesine ve bu yönde yeni probiyotik gıdaların geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Kontrollü Fermantasyon ile Üretilen Probiyotik İçecekler

Çeşitli fermente gıdalardan izole edilen ve probiyotik özellikleri kanıtlanmış suşlar, starter kültür olarak yeni ürünlerin geliştirilmesi amacıyla kullanılabilir. Probiyotikler, belirli koşullar altında ortamda bulunan fermente edilebilir bileşenleri kullanarak organik asit, etanol, hidrojen peroksit, karbondioksit, lantibiyotik, bakteriyolizin ve peptid bakteriyosin gibi çeşitli metabolitleri üretebilmekte ve böylece ortamda bulunabilecek olası patojenlerin gelişimini olumsuz yönde etkileyebilmektedirler [48, 63]. Kontrollü fermantasyon sayesinde gıdaların güvenliği, raf ömrü, organoleptik özellikleri ve sağlık faydaları gibi çeşitli özellikleri geliştirilebilmektedir [64]. Meyve ve sebze bazlı probiyotik ürünlerin eldesinde çoğunlukla probiyotik starter kültür olarak *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *L. brevis*, *L. pentose*, *L. pontius*, *L. acetotolerans*, *L. sanfrancisco*, *Bifidobacterium lactis*, *B. bifidum*, *B. breve*, *B. longum* ve *B. infantis* kullanılmaktadır [5, 44].

Meyve ve sebze bazlı içeceklerin probiyotik taşıyıcıları olarak kullanımına yönelik oldukça fazla talep olmasına karşın, bu tip gıdalarda probiyotik canlılığının korunması teknolojik bir zorluk oluşturmaktadır. Genel olarak probiyotik canlılığını etkileyen faktörlerin probiyotik suşa, inokülasyon miktarına, ortamın pH değerine, ortamda bulunan antimikrobiyel bileşiklere ve çeşitli katkı maddelerine, oksijen miktarına ve ürünlere uygulanan işlemlere (pastörizasyon, soğutma hızı, fermantasyon koşulları, depolama sıcaklığı ve süresi vb.) göre değişebildiği bildirilmektedir. Dolayısıyla, uygun koşulların oluşturulması bu tür gıdaların üretimi açısından büyük önem taşımaktadır [25, 42, 65-70].

Kullanılan suşların dozu ve seçimi: Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından probiyotik ürünlerin içerdikleri canlı hücre miktarının tüketim sırasında minimum 10^6 KOB/mL veya KOB/g olması tavsiye edilmektedir. Bununla birlikte, ürünlerin üretim, depolama ve tüketim miktarları dikkate alındığında, probiyotiklerin sağlığa yararlı etkilerinin oluşabilmesi için 10^8 - 10^9 KOB/mL veya KOB/g canlı ve aktif probiyotik içeren 100 mL veya 100 g ürünün günlük olarak tüketilmesi gerekmektedir [68]. Üründeki probiyotik miktarının yanı sıra uygun suşların seçimi de diğer bir önemli faktördür. Kullanılacak suşların kökeni, faj dirençleri, işleme ve depolama süresi boyunca canlılıklarını koruyabilmeleri, büyük ölçekli

üretimlerde kullanılabilmesi, ürünün yapısal ve duyu özelliklerine nötr veya pozitif katkı sağlayabilmesi, asit toleransları, safra ve pankreatik enzimlere dirençleri, mukozal yüzeylere adezyonları gibi çeşitli özellikleri ile birlikte kanıtlanmış sağlık yararları seçim kriterlerini oluşturan başlıca faktörlerdir [71, 72].

Ortamın pH değeri: Meyve ve sebzelerde bulunan antimikrobiyel özelliğe sahip organik asitler ve düşük pH değeri nedeniyle probiyotiklerin gelişimi olumsuz yönde etkilenebilmektedir [70]. Probiyotiklerin meyve ve sebze gibi düşük pH değerine sahip matrislerde canlılıklarını sürdürebilmeleri için, ürettikleri Adenozin Trifosfat (ATP) ile hücre içi pH'yı korumaları gerekmektedir. Bu durum, hücre metabolizması için gerekli olan enerjinin yetersiz kalması ve dolayısıyla probiyotiklerin ortamdaki canlılıklarını bir süre sonra kaybetmeleri ile sonuçlanmaktadır [72, 73]. Probiyotiklerin asidik koşullara olan hassasiyetleri birbirinden farklılık göstermektedir. Örneğin probiyotik içeceklerin üretiminde kullanılan *Lactobacillus* spp. pH 3.7-4.3 seviyelerinde canlılığını koruyabilirken, *Bifidobacterium* spp. için pH 4.6 kritik bir seviye olarak belirlenmiştir. Bu nedenle, probiyotik meyve ve sebze bazlı içeceklerinin üretiminde asit toleransı daha yüksek olan *L. plantarum*, *L. acidophilus* ve *L. casei* suşlarının kullanılması ile daha iyi sonuçlar elde edilebilmektedir [25, 35, 68].

Antimikrobiyel bileşiklerin varlığı: Probiyotik gelişimini etkileyen diğer faktörlerden biri de meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunabilen antimikrobiyel bileşiklerdir. Bitkilerin bünyesinde, bitkisel hücrelerin gelişimi veya hasarlı olanların onarımında görev alan karbonhidratlar, proteinler, lipitler ve aminoasitler gibi birincil metabolitler ile dış ortamlarla etkileşim sayesinde bitkiye koruma sağlayan çeşitli fenolik asitler, alkaloidler ve terpenler gibi ikincil metabolitler yer almaktadır. Meyve ve sebzelerde bulunan ikincil metabolitlerin seviyesi, ürün, iklim ve toprak gibi ortam koşullarına bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu bileşenler, probiyotiklerin membranlarından geçerek membranın stabilitesini ve geçirgenliğini değiştirmekte, hücre içi proteinleri bağlayarak veya modifiye ederek antimikrobiyel etki oluşturabilmektedirler [70, 74].

Oksijen düzeyi: Gıda ürünlerinde kullanılan probiyotikler çoğunlukla mikroaerofilik veya anaerobik ortamda gelişebildiğinden, ortamda bulunan oksijen seviyesi probiyotik canlılığı üzerine toksik etki gösterebilmektedir. Oksijene maruz kalan hücrelerde oksidatif hasara neden olan toksik metabolitlerin oluşumu sonucu canlılık önemli ölçüde kaybolmaktadır [35, 73]. Probiyotik canlılığının korunması amacıyla, üretim ve depolama aşamasında vakum altında fermentasyon veya oksijen geçirgenliği düşük olan ambalaj materyallerinin tercih edilmesi gibi uygulamalar, oksijenden kaynaklı hasarın azaltılmasında etkili olabilmektedir [75, 76].

Meyve ve sebze bazlı probiyotik içeceklerin üretiminde kontrollü fermentasyonun kullanıldığı bir çalışmada, sonikasyon uygulanan ve sakaroz ilave edilen ananas suyu üretiminde *L. casei* NRRL B-442 kullanımı değerlendirilmiştir. Elde edilen ürünün optimum koşullarda (pH 5.8 ve 31°C) 24 saat fermentasyon

sonrası 8.65 log KOB/mL seviyesinde probiyotik içerdiği bildirilmiştir. 4°C'de 42 gün depolama sonunda sakaroz içeren örnekte 4.77 log KOB/mL, sakaroz içermeyen kontrol örneğinde ise 6.03 log KOB/mL düzeyinde probiyotik belirlenmiştir. Örneklerde probiyotik miktarının farklı olmasının, sakarozun metabolize edilmesi sonucu oluşan laktik asit miktarından kaynaklanabileceği belirtilmiştir [77].

Reddy ve ark. [78] *L. acidophilus*, *L. delbrueckii*, *L. plantarum* ve *L. casei* suşları ile probiyotik mango suyu geliştirmek amacıyla yaptıkları çalışmada, farklı tür probiyotikleri içeren ürünlerin 30°C'de 72 saatlik fermentasyon sonunda probiyotik sayılarının 9 log KOB/mL düzeyinde olduğu bildirilmiştir. Fermentasyonun ilk 12 saatinde probiyotik sayılarının başlangıç seviyesinin bir miktar altına düştüğü tespit edilmiş ve bu durumun, probiyotik suşların farklı pH değerlerine sahip ortamlarda (besiyeri pH'sı 5.6, fermentasyon öncesi ürün pH'sı 4.5) geliştirilmesinden kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Ayrıca, ortamın pH değerinin düşük olmasının, probiyotik gelişiminin maksimum hızının azalmasına ve lag fazının daha geç tamamlanmasına yol açabildiği belirtilmiştir. Araştırmacılar, 4°C'de 4 haftalık depolama süresi sonunda 6-7 log KOB/mL düzeyinde probiyotik içerdiği belirlenen mango suyunun, kullanılan probiyotik suşların gelişimi açısından uygun bir matris olduğunu bildirmişlerdir.

Pakbin ve ark. [79] yaptığı çalışmada, probiyotik şeftali suyu geliştirmek amacıyla *L. plantarum*, *L. casei* ve *L. delbrueckii*'nin probiyotik suşları kullanılmıştır. Ürüne uygulanan 30°C'de 72 saatlik fermentasyon sonunda ortamda bulunan *L. plantarum*, *L. casei* ve *L. delbrueckii* sayılarının sırasıyla 6.1×10^8 , 5.7×10^8 ve 1.3×10^9 KOB/mL olduğu bildirilmiştir. Probiyotik gelişimi açısından 48 ve 72 saatlik fermentasyon arasında önemli bir farkın olmadığı, bu durumun şeftali suyunun sahip olduğu düşük pH değeri ile birlikte fermentasyon sırasında artan asitlik miktarı, çözünmüş oksijen moleküllerinin aktivitesi veya su aktivitesinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir. 4°C'de 4 haftalık depolama süresi sonunda, üründe bulunan *L. plantarum* (7.2×10^5 KOB/mL) ve *L. delbrueckii*'nin (1.7×10^7 KOB/mL) canlılığını koruduğu, ancak üründe *L. casei*'nin depolamanın ikinci haftasından itibaren tespit edilemediği ve dolayısıyla probiyotik şeftali suyu üretiminde *L. delbrueckii*'nin kullanımının daha uygun olduğu bildirilmiştir.

Fermentasyon Uygulanmadan Üretilen Probiyotik İçecekler

Son yıllarda fermentasyon işlemi uygulanmadan son ürüne probiyotik kültür ilavesi ile üretilen ürünler de marketlerde yer almaktadır. Bu tip ürünlerde depolama süresince probiyotik canlılığının uygun seviyede (minimum 10^6 KOB/mL) korunması gerekmektedir. Dolayısıyla ortam koşulları ile birlikte uygun suş seçimi, inokülasyon miktarı ve prebiyotik ilavesi, probiyotik canlılığının korunmasında büyük önem taşımaktadır [39].

Fermentasyon uygulanmadan üretilen meyve ve sebze bazlı probiyotik içecek üretimi üzerine yapılan bir çalışmada, portakal suyuna inoküle edilen *L. paracasei* spp. *paracasei* gelişimi üzerine prebiyotik etkisi bulunan oligofruktoz ve ortamda bulunan çözünmüş oksijenin azaltılması amacıyla askorbik asit ilavesinin etkisi, 4°C'de 28 gün süresince değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, probiyotik seviyesinin depolama süresince korunduğu (yaklaşık 7 log KOB/mL), ortama ilave edilen oligofruktoz ve askorbik asidin ise probiyotik gelişimi üzerine etkisinin olmadığını göstermiştir [80].

Probiyotik kızılçık suyu üretiminin amaçlandığı bir çalışmada, farklı pH değerleri (pH 2.6 ve 3.5) ve soğuk depolamanın (4°C) probiyotik canlılığı üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Kızılçık suyuna inoküle edilen (8 log KOB/mL) *L. rhamnosus* ATCC 7469, *L. plantarum* ATCC 20174, *L. casei* ATCC 393, *L. casei* TD4 ve *L. casei* T4'ün pH değeri 2.6 olan ortamda canlılığını 7 gün süresince koruyamadığı, ancak *L. rhamnosus* hariç diğer tüm suşların pH 3.5'da 28 boyunca canlılığını

sürdürdüğü, *L. casei* T4 sayısının ise 28 gün sonunda başlangıç seviyesinin üzerine çıktığı ve bu nedenle de *L. casei* T4'ün bu tip ürünlerde kullanımının uygun olabileceği bildirilmiştir [81].

Yapılan diğer bir çalışmada, yeşil elma, ananas, portakal ve kırmızı meyveler (kan portakalı, yaban mersini ve nar) içeren farklı meyve sularına *L. reuteri* inoküle edilmiş ve depolama süresince üründe probiyotik canlılığı incelenmiştir. *L. reuteri*'nin yeşil elma, ananas ve portakal suyunda yüksek seviyede canlılık gösterdiği, kırmızı meyveler içeren meyve suyunda ise probiyotik canlılığının düşük olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak, çalışmada kullanılan farklı meyve sularının probiyotik gelişimi açısından uygun gıda matrisleri olabilecekleri, ancak kullanılan hammaddeye bağlı olarak probiyotik canlılığının önemli düzeyde farklılık gösterebileceği bildirilmiştir [82]. Probiyotik meyve ve sebze bazlı ürün geliştirmeye yönelik olarak yapılan çalışmalar Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Probiyotik meyve ve sebze bazlı içeceklerin geliştirildiği çalışmalar

Table 2. Studies in which probiotic fruit and vegetable-based beverages were developed

Ürün	Ürün Formülasyonu, Kullanılan Probiyotik ve Fermantasyon/Depolama Koşulları	Sonuç	Kaynak
Domates Suyu	%100 domates suyu <i>L. acidophilus</i> LA39 <i>L. plantarum</i> C3 <i>L. casei</i> A4 <i>L. delbrueckii</i> D7 30°C'de 72 saat fermantasyon 4°C'de 4 hafta depolama	<i>L. acidophilus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. casei</i> ve <i>L. delbrueckii</i> sayıları fermantasyon sonunda yaklaşık 8 log KOB/mL, depolama sonunda ise sırasıyla 1.4×10 ⁹ KOB/mL, 1.7×10 ⁸ KOB/mL, 3.4×10 ⁶ KOB/mL ve 8.1×10 ⁸ KOB/mL olarak belirlenmiştir.	[83]
Lahana Suyu	%90 lahana suyu %10 steril su <i>L. casei</i> 431 37°C'de 50 saat fermantasyon 4-7°C'de 2 hafta depolama	<i>L. casei</i> sayısı fermantasyon sonunda 10 log KOB/mL, depolama sonunda ise 7.7 log KOB/mL olarak belirlenmiştir. pH değeri fermantasyon sonunda 6.7'den 3.6 seviyesine düşmüştür.	[84]
Kaju Meyvesi Suyu	%100 kaju meyvesi suyu <i>L. casei</i> NRRL B-442 30°C'de 24 saat fermantasyon 4°C'de 42 gün depolama	<i>L. casei</i> sayısı fermantasyon sonunda ve depolama süresince 8 log KOB/mL üzerinde seyretmiştir.	[85]
Sebze Suyu (Pancar, Havuç, Kereviz ve Bal)	%87-94 sebze suyu %1-3 kurutulmuş sebze pulpu %5-10 bal <i>L. acidophilus</i> LA-5 <i>L. casei</i> 431 <i>Saccharomyces boulardii</i> 37°C'de 8-9 saat fermantasyon 4°C'de 3 hafta depolama	Probiyotik sayısı fermantasyon sonunda yaklaşık 10 log KOB/mL, depolama sonunda en yüksek probiyotik sayısı, maya için 7.46 log KOB/mL, bakteriler için 8.50 log KOB/mL olarak belirlenmiştir. Duyusal özellikler ve probiyotik canlılığı açısından en iyi formülasyon 2.16-3 g/100 mL kurutulmuş sebze pulpu ve 7.5 g/100 mL bal ile zenginleştirilmiş ürün olarak belirtilmiştir.	[86]
Kayısı Suyu	%100 kayısı suyu <i>Bifidobacterium lactis</i> BB-1 <i>B. longum</i> BB-46 <i>L. casei</i> 01 <i>L. acidophilus</i> LA-5 37°C'de 24 saat fermantasyon	Başlangıç pH değeri (6.6) fermantasyon sonunda 4.6-4.9 düzeyine düşmüştür, üründe bulunan probiyotik sayısı tekli kültür kullanımına (7-7.30 log KOB/mL) kıyasla, ikili kombinasyonlarda (9-10 log KOB/mL) daha yüksek canlılık göstermiştir.	[87]
Balkabağı Suyu	%20-40 balkabağı püresi (BP) %60-80 distile su kefirden izole edilen <i>L. mali</i> K8 20, 30 ve 40°C'de 18-82 saat fermantasyon (ürün pH değeri 4.5'e ulaşana kadar) 4°C'de 4 hafta depolama	Fermentasyon ve depolama sonunda probiyotik sayısının yaklaşık 6.5 log KOB/mL olduğu koşul (%40 BP, 8 log KOB/mL, 35°C'de 28.34 saat) optimum olarak belirtilmiştir.	[88]

Tablo 2. Probiyotik meyve ve sebze bazlı içeceklerin geliştirildiği çalışmalar (Devam)
 Table 2. Studies in which probiotic fruit and vegetable-based beverages were developed (Continued)

Ürün	Ürün Formülasyonu, Kullanılan Probiyotik ve Fermantasyon/Depolama Koşulları	Sonuç	Kaynak
Karpuz Suyu	%96-100 karpuz suyu %0-4 inülin veya FOS <i>L. plantarum</i> ATCC 8014 37°C'de 6 saat fermantasyon 4°C'de 2 hafta depolama	Prebiyotik ilaveli ve ilavesiz ürünlerde probiyotik sayısı fermantasyon sonunda 9.35 log KOB/mL, depolama sonunda ise >11 log KOB/mL olarak belirlenmiş, kullanılan prebiyotiklerin probiyotik gelişimi üzerinde etkisinin olmadığı belirtilmiştir.	[89]
Kakao Meyvesi Suyu	%34 kakao pulpu %66 su %9.7 sakaroz veya %0.48 sukraloz (fermantasyon sonrası ilave edilmiştir) <i>L. casei</i> NRRL B-442 33°C'de 12 saat fermantasyon 4°C'de 42 gün depolama	Fermente edilen üründe probiyotik sayısı 8.76 log KOB/mL, depolama sonunda sakaroz ve sukraloz içeren üründe probiyotik sayısı sırasıyla 7.52 log KOB/mL, 7.05 log KOB/mL olarak belirlenmiştir.	[90]
Portakal Bazlı İçecek	%80 portakal suyu %20 ısırgan otu stoğu (%5.9 ısırgan otu, %5.9 limon ve portakal suyu) <i>L. rhamnosus</i> ATCC 53103 4°C'de 28 gün depolama	Başlangıç probiyotik sayısı (9 log KOB/mL) depolama sonunda 7.28 log KOB/mL'ye düşmüş, ısırgan otunun probiyotik gelişimi üzerine etkisi saptanmamıştır.	[91]
Portakal Suyu	%100 portakal suyu <i>L. casei</i> 01 7°C'de 28 gün depolama	Aktif, liyofilize ve mikrokapsüle formda 8 log KOB/mL düzeyinde <i>L. casei</i> 01 ile inoküle edilen portakal sularında depolama süresince probiyotik sayısı >6 log KOB/mL düzeyinde bulunmuş, inokülasyon formunun probiyotik canlılığı üzerinde önemli bir etkisi saptanmamıştır.	[92]
Juçara, Çilek ve Muz İçeceği	%40 çilek pulpu %40 muz pulpu %20 juçara pulpu <i>B. lactis</i> BB-12 <i>L. acidophilus</i> LA-5 <i>L. casei</i> BGP93 <i>L. plantarum</i> CNPC003 4°C'de 90 gün depolama	Ürüne 8 log KOB/200mL düzeyinde inoküle edilen probiyotik sayılarının depolama süresi sonunda, <i>L. plantarum</i> ve <i>L. casei</i> için sırasıyla 5.7 ve 7.1 log KOB/mL olduğu, <i>B. lactis</i> ve <i>L. acidophilus</i> sayılarının ise <4 log KOB/mL düzeyine gerilediği bildirilmiştir.	[93]
Pancar Suyu	%100 pancar suyu %4 sakaroz <i>L. casei</i> 431 37°C'de 2, 4, 6 saat fermantasyon 4°C'de 4 hafta depolama	Üründe probiyotik sayısı 0, 2, 4 ve 6 saatlik fermantasyon süreleri sonunda sırasıyla 2.45×10^7 , 2.50×10^8 , 3.05×10^8 ve 3.45×10^8 KOB/mL, depolama süresi sonunda ise 10^8 KOB/mL olarak belirlenmiştir.	[94]
Havuç Suyu	%100 havuç suyu <i>L. acidophilus</i> NRRL-B-4495 <i>L. plantarum</i> C3, <i>L. casei</i> B-442 <i>B. longum</i> 35624 pH 4-7 10-45°C'de 24 saat fermantasyon	Ürünün optimum fermantasyon koşullarının pH 6, 30°C ve 24 saat olduğu, bu koşullarda starter olarak karışık kültür kullanımının uygun olduğu bildirilmiştir.	[95]

PROBİYOTİK CANLILIĞIN ARTTIRILMASI

Probiyotiklerin sağlık üzerine faydalı etkilerinin oluşabilmesi için üretim ve depolanmanın yanında mide ve ince bağırsaktan geçişleri sırasında uygun miktarda canlı kalabilmeleri gerekmektedir. Bu nedenle, ürünlerin raf ömrü boyunca içerdikleri probiyotik sayısının korunması büyük önem taşımaktadır [96]. Bu amaçla,

probiyotikleri elverişsiz ortam koşullarından koruyan ajanların ve teknolojilerin kullanılabileceği bildirilmiştir. Mikrokapsülasyon, immobilizasyon ve prebiyotik kullanımı, probiyotik canlılığının korunması amacıyla en sık kullanılan teknikler arasında yer almaktadır [70].

Mikrokapsülasyon tekniği, bir bileşenin yarı geçirgen membran veya matris sayesinde kaplanması ile birlikte

belirli koşullar altında içeriğin kontrollü olarak ortama salınımı esasına dayanmaktadır [97]. Mikroenkapsülasyon, fiziksel bir engel tekniği olarak probiyotiklerin yüksek asitlik gibi elverişsiz ortam koşullarından zarar görmesini engelleyebilmekte ve anaerobik ortamın oluşturulmasını sağlayabilmektedir [35]. Probiyotik mikroenkapsülasyonunda nişasta, jelatin, ksantan gam ve gliserit türevleri gibi çeşitli polimerik malzemeler kullanılmaktadır. Aljinat, toksik olmaması, düşük maliyeti, biyoyoumluluğu ve gıda katkı maddesi olarak kullanılabilirliği sebebiyle yaygın olarak kullanılmaktadır [98, 99]. Yapılan bir çalışmada, Kakao pulpundan üretilen içeceğe eşit miktarda inoküle edilen serbest ve enkapsüle formdaki *L. rhamnosus* GG'nin ürün ile birlikte simüle edilmiş mide ve bağırsak ortamlarında canlılığı incelenmiştir. 37°C'de 24 saat fermantasyon uygulanan kakao içeceğinde serbest formda 8.66 log KOB/mL, enkapsüle formda ise 10.66 log KOB/mL düzeyinde probiyotik bulunmasına rağmen, mide ve bağırsak gibi zorlu ortam koşullarında serbest formdaki hücrelerin hızlı bir şekilde canlılığını kaybettiği bildirilmiştir. Bununla birlikte, *L. rhamnosus* GG'nin simüle edilmiş mide ve bağırsak ortamında serbest formunun sırasıyla <7 log KOB/mL ve 4.41 log KOB/mL, enkapsüle formunun ise sırasıyla >9 log KOB/mL ve 8.83 log KOB/mL düzeyinde canlılık gösterdiği belirtilmiştir [100]. Mokhtari ve ark. [101] mikroenkapsülasyon tekniğinin probiyotik canlılığına etkilerini değerlendirmek üzere yaptıkları çalışmada, üzüm suyuna serbest ve aljinat ile enkapsüle formda 9-10 log KOB/mL düzeyinde *L. acidophilus* PTCC 1643 ve *B. bifidum* PTCC 1644 inokülasyonu gerçekleştirilmiştir. 4°C'de 60 gün depolama sonunda serbest ve enkapsüle formda bulunan *L. acidophilus* PTCC1643 sayısının sırasıyla 7.57 ve 8.67 log KOB/mL ve *B. bifidum* PTCC1643 sayısının ise sırasıyla 7.53 ve 8.27 log KOB/mL olduğu tespit edilmiştir. Üzüm suyundaki probiyotiklerin mikroenkapsülasyonu sonucu, hücreleri olumsuz ortam koşullarından koruyan bir bariyer oluşturulmuş ve enkapsüle formda bulunan hücre popülasyonu, serbest formda olanlara kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

Hücre immobilizasyonu ve mikroenkapsülasyon terimleri birbirinin yerine sıklıkla kullanılmasına rağmen, immobilizasyon bir matrisin içinde veya matris boyunca çeşitli materyallerin tutuklanması anlamına gelmekte, mikroenkapsülasyon ise çeşitli immobilizasyon tekniklerinden sadece birini ifade etmektedir [102, 103]. Hücre immobilizasyonu, mikroorganizmaların farklı yüzeylere adezyonu sayesinde olumsuz ortam koşullardan korunması ilkesine dayanmaktadır [104]. Polisakkarit türevleri, jelleştirici ajanlar, meyve parçaları gibi çeşitli bileşenler, probiyotik canlılığının artırılması amacıyla immobilizasyon tekniğinde kullanılabilir [105]. Tsen ve arkadaşları [106] immobilizasyon tekniğinin probiyotik domates suyundaki hücre canlılığına etkisini değerlendirmek amacıyla K-karragenan kullanılarak *L. acidophilus* BCRC 10695'in immobilizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. 37°C'de 80 saatlik fermantasyon aşamasından sonra ortamda serbest formda 9 log KOB/mL ve immobilize formda 10 log KOB/mL-jel düzeyinde probiyotik suş bulunduğu bildirilmiştir. 4°C'de 10 haftalık depolama sonucunda

serbest ve immobilize formdaki *L. acidophilus* BCRC 10695 düzeyi sırasıyla 4 ve 6 log KOB/mL olarak tespit edilmiştir. Farklı bir çalışmada ise, sinbiyotik kızılıçık içeceği geliştirmek amacıyla buğday kepeği kullanarak *L. paracasei* K5 immobilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Ürünün başlangıçta pH değerinin 2.7-2.9 olduğu ve 11 log KOB/mL seviyesinde probiyotik içerdiği, 4 haftalık depolama sonunda ise üründe bulunan *L. paracasei*'nin serbest ve immobilize formunun sırasıyla 8.6 ve 9.7 log KOB/mL seviyesine gerilediği bildirilmiştir. Bununla birlikte, düşük pH değerine sahip bu tip gıdaların üretiminde immobilizasyon tekniği ile birlikte buğday kepeği kullanımının, probiyotikleri korumak ve ürünlere prebiyotik özellik kazandırmak için uygun bir matris olabileceği belirtilmiştir [107].

Prebiyotikler, kolonda bulunan sınırlı sayıdaki bakterilerin gelişimlerini seçici olarak uyararak konakçı sağlığı üzerine fayda sağlayan sindirilemeyen gıda bileşenleridir. İnülin, FOS, GOS ve soya gibi bileşikler bilinen bazı prebiyotiklerdir [108]. Probiyotik ürünlerde prebiyotiklerin kullanımı ile ürün işlenmesi ve depolanması sırasında hücrelerin elverişsiz ortam koşullarından korunabileceği ve canlılıklarının artırılabilceği bildirilmiştir [71]. Goderska ve arkadaşları [109] yaptıkları çalışmada, havuç suyuna 8 log KOB/mL düzeyinde inoküle edilen *L. acidophilus* DSM 20079 ve *B. bifidum* DSM 20215 suşlarının yanı sıra ortama %2 oranında (a/h) raftiloz ilave etmişler ve ürünü 4°C'de 28 gün depolamışlardır. Raftiloz ile zenginleştirilmiş içeceklerde 19. günde 6 log KOB/mL düzeyinde *L. acidophilus* DSM 20079 ve 28. günde 5.24×10^6 KOB/mL *B. bifidum* DSM 20215 tespit edilmiştir. Probiyotik ilave edilmeyen örnekler göre raftiloz içeren havuç sularında probiyotik canlılığının daha uzun olduğu bildirilmiştir. Pimentel ve arkadaşları [75] oligofruktozun prebiyotik ve koruyucu olarak elma suyuna inoküle edilen *L. paracasei* ssp. *paracasei* üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. 4°C'de 21 gün depolama süresi sonunda prebiyotik ilave edilmemiş meyve suyunda *L. paracasei* ssp. *paracasei* sayısının 6.5 log KOB/mL seviyesinin altında, prebiyotik ilave edilmiş olanda ise 7 log KOB/mL seviyesinin üzerinde olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, elma suyuna ilave edilen oligofruktozun, ürünün pH, titre edilebilir asitlik ve renk gibi özellikleri etkilemediği ve bu tip ürünlerde kullanımının uygun olduğu bildirilmiştir.

SONUÇ

Bilimsel ilerlemeler ile beslenme ve sağlık arasındaki ilişki tüketicilerin beslenmeye yönelik yaklaşımında sağlığın rolünü ön plana çıkartarak fonksiyonel gıdalara yönelik önemi arttırmıştır. Bu kapsamda fonksiyonel gıdaların büyük bölümünü oluşturan probiyotik ürünlere yönelik talep oldukça fazladır. Süt bazlı probiyotik gıdalar dünya genelinde en yaygın üretilen probiyotik ürünler olmasına rağmen laktöz intolerans, vejetaryen beslenme ve süt proteini alerjisi gibi çeşitli sınırlayıcı faktörler nedeniyle yeni gıda matrislerinin araştırılması hız kazanmıştır. Meyve ve sebzelerin içerdiği sağlığa faydalı bileşenlerin yanı sıra üretim, depolama ve tüketim gibi birçok aşama açısından probiyotik taşıyıcıları olarak kullanımları dikkat çekmektedir. Buna

ek olarak, geleneksel fermente içeceklerden elde edilen potansiyel probiyotik suşlar ve farklı tekniklerle üretilen meyve ve sebze bazlı probiyotik içeceklere yönelik çalışmalar her geçen gün artmaya devam etmektedir. Bu tip ürünlerin geliştirilmesinde ortamın pH değeri, çeşitli antimikrobiyel bileşenlerin varlığı, oksijen düzeyi, raf ömrü ve tüketim sırasındaki canlı ve aktif probiyotik sayısı gibi çeşitli faktörler kritik rol oynamaktadır. Probiyotik ürünlerde hücre canlılığını maksimum seviyede tutmak adına farklı tekniklerden yararlanılmakta, ayrıca ürün formülasyonları çeşitli bileşenlerle zenginleştirilerek hücre gelişimi desteklenebilmektedir. İleride yapılacak çalışmalar sayesinde probiyotiklerin farklı ürün gruplarında kullanımı ile ürün çeşitliliğinin artırılması mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Ghosh, N., Das, A., Sen, C.K. (2019). Nutritional Supplements and Functional Foods. In *Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and Around the World*, Edited by D. Bagchi, Academic Press, San Diego, United States, 13-35p.
- [2] Atanasova, V.K., Gatseva, P.D. (2019). Natural Beverages and Their Role as Functional Foods. In *Natural Beverages*, Edited by A.M. Grumezescu & A.M. Holban, Academic Press, Duxford, United Kingdom, 37-71p.
- [3] Harasym, J., Kaim, U., Bogacz-Radomska, L., Ołędzki, R. (2020). Development of Functional Foods by Traditional Food Processes. In *Sustainability of the Food System*, Edited by N. Betoret & E. Betoret, Academic Press, London, United Kingdom, 131-146p.
- [4] Fernandes, S.S., Coelho, M.S., Salas-Mellado, M. de las Mercedes Salas-Mellado, M. (2019). Bioactive Compounds as Ingredients of Functional Foods: Polyphenols, Carotenoids, Peptides from Animal and Plant Sources New. In *Bioactive Compounds Health Benefits and Potential Applications*, Edited by M.R.S. Campos, Woodhead Publishing, Duxford, United Kingdom, 129-142p.
- [5] Martins, E.M.F., Ramos, A.M., Vanzela, E.S.L., Stringheta, P.C., de Oliveira Pinto, C.L., Martins, J.M. (2013). Products of vegetable origin: a new alternative for the consumption of probiotic bacteria. *Food Research International*, 51, 764-770.
- [6] Dayısoylu, K.S., Gezginç, Y., Cingöz, A. (2014). Fonksiyonel gıda mı, fonksiyonel bileşen mi? gıdalarda fonksiyonellik. *Gıda*, 39(1), 57-62.
- [7] Villaño, D., Gironés-Vilapana, A., Garcia-Viguera, C., Moreno, D.A. (2016). Development of Functional Foods. In *Innovation Strategies in the Food Industry*, Edited by C.M. Galanakis, Academic Press, London, United Kingdom, 191-210p.
- [8] Aguiar, L. M., Geraldi, M. V., Cazarin, C. B. B., Junior, M. R. M. (2019). Functional Food Consumption and Its Physiological Effects. In *Bioactive Compounds Health Benefits and Potential Applications*, Edited by M.R.S. Campos, Woodhead Publishing, Cambridge, United States, 205-225p.
- [9] Sharma, R. (2019). Whey Proteins in Functional Foods. In *Whey Proteins*, Edited by H.C. Deeth & N. Bansal, Academic Press, London, United Kingdom, 637-663p.
- [10] Panghal, A., Janghu, S., Virkar, K., Gat, Y., Kumar, V., Chhikara, N. (2018). Potential non-dairy probiotic products – A healthy approach. *Food Bioscience*, 21, 80-89.
- [11] Holzapfel, W.H. (2006). Introduction to prebiotics and probiotics. In *Probiotics in food safety and human health*, Edited by I. Goktepe, V.K. Juneja & M. Ahmedna, CRC Press, Boca Raton, USA, 1-33p.
- [12] Koirala, S., Anal, A.K. (2021). Probiotics-based foods and beverages as future foods and their overall safety and regulatory claims. *Future Foods*, 3, 100013.
- [13] Garcia, C., Guerin, M., Soudi, K., Remize, F. (2020). Lactic fermented fruit or vegetable juices: Past, present and future. *Beverages*, 6(1), 1-31.
- [14] www.marketresearch.com/Grand-View-Research-v4060/Probiotic-Drink-Size-Share-Trends-13738743 [Erişim Tarihi: 05.05.2021]
- [15] WHO/FAO (World Health Organization/ Food and Agriculture Organization). (2002). Guidelines for the evaluation of probiotics in food. https://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf. [Erişim Tarihi: 01.07.2020]
- [16] Kandyliş, P., Pissaridi, K., Bekatorou, A., Kanellaki, M., Koutinas, A.A. (2016). Dairy and non-dairy probiotic beverages. *Current Opinion in Food Science*, 7, 58-63.
- [17] Gibson, G.R., Hutkins, R.W., Sanders, M.E., Prescott, S.L., Reimer, R.A., Salminen, S.J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K.S., Cani, P.D., Verbeke, K. (2017). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Faculty Publications in Food Science and Technology*, 234, 1-12.
- [18] Antunes, A.E.C., Liserre, A.M., Coelho, A.L.A., Menezes, C.R., Moreno, I., Yotsuyanagi, K., Azambuja, N.C. (2013). Acerola nectar with added microencapsulated probiotic. *LWT-Food Science and Technology*, 54(1), 125-131.
- [19] Mohammadi, R., Sohrabvandi, S., Mohammad Mortazavian, A. (2012). The starter culture characteristics of probiotic microorganisms in fermented milks. *Engineering in Life Sciences*, 12(4), 399-409.
- [20] Soyuçok, A., Başığit Kılıç, G. (2017). Süt kaynaklı olmayan probiyotik gıdalar. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(12), 1615-1625.
- [21] Lebaka, V.R., Wee, Y.J., Narala, V.R., Joshi, V.K. (2018). Development of New Probiotic Foods—A Case Study on Probiotic Juices. In *Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods*, Edited by A.M. Grumezescu and A.M. Holban, Academic Press, Massachusetts, United States, 55-78p.
- [22] Shokryazdan, P., Faseleh Jahromi, M., Liang, J.B., Ho, Y.W. (2017). Probiotics: from isolation to

- application. *Journal of the American College of Nutrition*, 36(8), 666-676.
- [23] de Melo Pereira, G.V., de Oliveira Coelho, B., Júnior, A.I.M., Thomaz-Soccol, V., Soccol, C.R. (2018). How to select a probiotic? A review and update of methods and criteria. *Biotechnology advances*, 36(8), 2060-2076.
- [24] Ashaolu, T.J. (2020). Immune boosting functional foods and their mechanisms: A critical evaluation of probiotics and prebiotics. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 130, 110625.
- [25] Shori, A.B. (2016). Influence of food matrix on the viability of probiotic bacteria: A review based on dairy and non-dairy beverages. *Food Bioscience*, 13, 1-8.
- [26] Kerry, R.G., Patra, J.K., Gouda, S., Park, Y., Shin, H.S., Das, G. (2018). Benefaction of probiotics for human health: A review. *Journal of Food and Drug Analysis*, 26(3), 927-939.
- [27] Amirani, E., Milajerdi, A., Mirzaei, H., Jamilian, H., Mansournia, M.A., Hallajzadeh, J., Ghaderi, A. (2020). The effects of probiotic supplementation on mental health, biomarkers of inflammation and oxidative stress in patients with psychiatric disorders: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complementary Therapies in Medicine*, 102361.
- [28] Sengun, I.Y., Kılıc, G. (2019). Probiotic fruit and vegetable based beverages. *1st International Congress On Sustainable Agriculture and Technology*, April 1-3, Gaziantep University, Gaziantep, Turkey, 283-291p.
- [29] Chugh, B., Kamal-Eldin, A. (2020). Bioactive compounds produced by probiotics in food products. *Current Opinion in Food Science*, 32, 76-82.
- [30] Begum, P.S., Madhavi, G., Rajagopal, S., Viswanath, B., Razak, M.A., Venkataratnamma, V. (2017). Probiotics as functional foods: potential effects on human health and its impact on neurological diseases. *International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases*, 7(2), 23-33.
- [31] Terpou, A., Papadaki, A., Lappa, I.K., Kachrimanidou, V., Bosnea, L.A., Kopsahelis, N. (2019). Probiotics in food systems: Significance and emerging strategies towards improved viability and delivery of enhanced beneficial value. *Nutrients*, 11(7), 1591.
- [32] Behera, S.S., Panda, S.K. (2020). Ethnic and industrial probiotic foods and beverages: efficacy and acceptance. *Current Opinion in Food Science*, 32, 29-36.
- [33] Bansal, S., Mangal, M., Sharma, S.K., Gupta, R.K. (2016). Non-dairy based probiotics: A healthy treat for intestine. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(11), 1856-1867.
- [34] Kaur, P., Ghoshal, G., Banerjee, U.C. (2019). Traditional bio-preservation in beverages: Fermented beverages. In *Preservatives and Preservation Approaches in Beverages*. The Science of Beverages, Edited by A.M. Grumezescu and A.M. Holban, Academic Press, Massachusetts, United States, 69-113p.
- [35] Pimentel, T.C., Klososki, S.J., Rosset, M., Barão, C.E., Marcolino, V.A. (2019). Fruit juices as probiotic foods. In *Sports and Energy Drinks*, Edited by A.M. Grumezescu and A.M. Holban, Woodhead Publishing, Sawston, Cambridge, 483-513p.
- [36] Pennington, J.A., Fisher, R.A. (2010). Food component profiles for fruit and vegetable subgroups. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(5), 411-418.
- [37] Galgano, F., Condelli, N., Caruso, M.C., Colangelo, M.A., Favati, F. (2015). Probiotics and prebiotics in fruits and vegetables: technological and sensory aspects. In *Beneficial microbes in fermented and functional foods*, Edited by V.R. Rai, J.A. Bai, CRC Press, Boca Raton, 189-206p.
- [38] Wu, Y., Li, S., Tao, Y., Li, D., Han, Y., Show, P.L., Wen, G., Zhou, J. (2021). Fermentation of blueberry and blackberry juices using *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus thermophilus* and *Bifidobacterium bifidum*: Growth of probiotics, metabolism of phenolics, antioxidant capacity in vitro and sensory evaluation. *Food Chemistry*, 348, 129083.
- [39] Pereira, A.L.F., Rodrigues, S. (2018). Turning fruit juice into probiotic beverages. In *Fruit Juices*, Edited by G. Rajauria & B.K. Tiwari, Academic Press, London, England, 279-287p.
- [40] Chaudhary, A. (2019). Probiotic fruit and vegetable juices: Approach towards a healthy gut. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8, 1265-1279.
- [41] Kazakos, S., Mantzourani, I., Plessas, S. (2020). Assessment of pomegranate juice as an alternative "Substrate" for probiotic delivery. Recent advances and prospects. *Fermentation*, 6(1), 24-34.
- [42] Vinderola, G., Gueimonde, M., Gomez-Gallego, C., Delfederico, L., Salminen, S. (2017). Correlation between in vitro and in vivo assays in selection of probiotics from traditional species of bacteria. *Trends in Food Science & Technology*, 68, 83-90.
- [43] Peres, C.M., Peres, C., Hernández-Mendoza, A., Malcata, F.X. (2012). Review on fermented plant materials as carriers and sources of potentially probiotic lactic acid bacteria—With an emphasis on table olives. *Trends in Food Science & Technology*, 26(1), 31-42.
- [44] Marrero, S.C., Martínez-Rodríguez, A., Pérez, S.E.M., Moya, S.P. (2019). New trends and applications in fermented beverages. In *Fermented Beverages*, Edited by A.M. Grumezescu and A.M. Holban, Woodhead Publishing, Sawston, Cambridge, 31-66p.
- [45] Irkin, R. (2019). Natural Fermented Beverages. In *Natural Beverages*, Edited by A.M. Grumezescu and A.M. Holban, Academic Press, Massachusetts, United States, 399-425p.
- [46] Lamba, J., Goomer, S., Saxena, S.K. (2019). Study the lactic acid bacteria content in traditional fermented Indian drink: Kanji. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 16, 100143.
- [47] Shah, N.N., Singhal, R.S. (2017). Fermented fruits and vegetables. In *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering*, Edited by A.

- Pandey, M.A. Sanromán, G. Du, C.R. Soccol and C. Dussap, Elsevier. 45-89p.
- [48] Rivera-Espinoza, Y., Gallardo-Navarro, Y. (2010). Non-dairy probiotic products. *Food Microbiology*, 27(1), 1-11.
- [49] Lavefve, L., Marasini, D., Carbonero, F. (2019). Microbial ecology of fermented vegetables and non-alcoholic drinks and current knowledge on their impact on human health. *Advances in Food and Nutrition Research*, 87, 147-185.
- [50] Laureys, D., Britton, S.J., De Clippeleer, J. (2020). Kombucha tea fermentation: A review. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 78(3), 165-174.
- [51] Jayabalan, R., Waisundara, V.Y. (2019). Kombucha as a Functional Beverage. In *Functional and Medicinal Beverages*, Edited by A.M. Grumezescu & A.M. Holban, Academic Press, Duxford, United Kingdom, 413-446p.
- [52] Malbaša, R.V., Lončar, E.S., Vitas, J.S., Čanadanović-Brunet, J.M. (2011). Influence of starter cultures on the antioxidant activity of kombucha beverage. *Food Chemistry*, 127(4), 1727-1731.
- [53] Ayed, L., Hamdi, M. (2015). Manufacture of a beverage from cactus pear juice using "tea fungus" fermentation. *Annals of Microbiology*, 65(4), 2293-2299.
- [54] Ayed, L., Abid, S.B., Hamdi, M. (2017). Development of a beverage from red grape juice fermented with the Kombucha consortium. *Annals of Microbiology*, 67(1), 111-121.
- [55] Bogdan, M., Justine, S., Filofteia, D.C., Petruta, C., Gabriela, L.U.Ț.Ă., Roxana, U., Florentina, M. (2018). Lactic acid bacteria strains isolated from Kombucha with potential probiotic effect. *Romanian Biotechnological Letters*, 23(3), 13592-13598.
- [56] Otles, S., Nakilcioglu-Tas, E. (2019). Nutritional Components Of Some Fermented Nonalcoholic Beverages. In *Fermented Beverages*, Edited by A.M. Grumezescu & A.M. Holban, Woodhead Publishing, 287-319p.
- [57] Baschali, A., Tsakalidou, E., Kyriacou, A., Karavasiloglou, N., Matalas, A.L. (2017). Traditional low-alcoholic and non-alcoholic fermented beverages consumed in European countries: a neglected food group. *Nutrition Research Reviews*, 30(1), 1-24.
- [58] Sagdic, O., Ozturk, I., Yapar, N., Yetim, H. (2014). Diversity and probiotic potentials of lactic acid bacteria isolated from gilaburu, a traditional Turkish fermented European cranberrybush (*Viburnum opulus* L.) fruit drink. *Food Research International*, 64, 537-545.
- [59] Erten, H., Tanguler, H., Canbaş, A. (2008). A traditional Turkish lactic acid fermented beverage: Shalgam (Salgam). *Food Reviews International*, 24(3), 352-359.
- [60] Tanriseven, D., Diblan, S., Selli, S., Kelebek, H. (2018). Şalgam suyunun üretim yöntemleri ve biyoaktif bileşenleri. *Artıbilim: Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 38-45.
- [61] Tanguler, H., Erten, H. (2012). Occurrence and growth of lactic acid bacteria species during the fermentation of shalgam (salgam), a traditional Turkish fermented beverage. *LWT-Food Science and Technology*, 46(1), 36-41.
- [62] Kiray, E. (2016). The Investigation of Some Probiotics Properties of Lactic Acid Bacteria Isolated from Traditionally Produced Shalgam Juice in Mersin Region. *2nd International Congress on the World of Technology and Advanced Materials*. Nov 17-18, 2004, Kırşehir, Turkey, Book of Proceedings, p29-32.
- [63] Varzakas, T., Kandylis, P., Dimitrellou, D., Salamoura, C., Zakynthinos, G., Proestos, C. (2018). Innovative and fortified food: Probiotics, prebiotics, gmos, and superfood. In *Preparation and Processing of Religious and Cultural Foods*, Edited by M.E. Ali and N.N.A. Nizar, Woodhead Publishing, Sawston, Cambridge, 67-129p.
- [64] Mustafa, S.M., Chua, L.S. (2020). Green technological fermentation for probioticated beverages for health enhancement. In *Biotechnological Progress and Beverage Consumption*, Edited by A.M. Grumezescu and A.M. Holban, Academic Press, Massachusetts, United States, 407-434p.
- [65] Saarela, M. (2009). Probiotics as ingredients in functional beverages. In *Functional and speciality beverage technology*, Edited by P. Paquin, Woodhead Publishing, Sawston, Cambridge, 55-70p.
- [66] Cueva, C., Moreno-Arribas, M.V., Martín-Álvarez, P.J., Bills, G., Vicente, M.F., Basilio, A., Rivas, C.L., Requena, T., Rodríguez, J.M., Bartolomé, B. (2010). Antimicrobial activity of phenolic acids against commensal, probiotic and pathogenic bacteria. *Research in Microbiology*, 161(5), 372-382.
- [67] do Espírito Santo, A.P., Perego, P., Converti, A., Oliveira, M.N. (2011). Influence of food matrices on probiotic viability—A review focusing on the fruity bases. *Trends in Food Science & Technology*, 22(7), 377-385.
- [68] Tripathi, M.K., Giri, S.K. (2014). Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods*, 9, 225-241.
- [69] Perricone, M., Bevilacqua, A., Altieri, C., Sinigaglia, M., Corbo, M.R. (2015). Challenges for the production of probiotic fruit juices. *Beverages*, 1(2), 95-103.
- [70] Guergoletto, K.B., Farinazzo, F.S., Mauro, C.S.I., Fernandes, M.T.C., Alves, G., Prudencio, S.H., Garcia, S. (2019). Nondairy probiotic and prebiotic beverages: applications, nutrients, benefits, and challenges. In *Nutrients in Beverages*, Edited by A.M. Grumezescu and A.M. Holban, Academic Press, Massachusetts, United States, 277-314p.
- [71] Forssten, S.D., Sindelar, C.W., Ouweland, A.C. (2011). Probiotics from an industrial perspective. *Anaerobe*, 17(6), 410-413.
- [72] Dinkçi, N., Akdeniz, V., Akalin, A.S. (2019). Survival of probiotics in functional foods during shelf life. In *Food Quality and Shelf Life*, Edited by

- C.M. Galanakis, Academic Press, Massachusetts, United States, 201-233p.
- [73] Vodnar, D.C., Călinoiu, L.F., Mitrea, L., Precup, G., Bindea, M., Păcurar, A.M., Szabo, K., Ştefănescu, B.E. (2019). A new generation of probiotic functional beverages using bioactive compounds from agro-industrial waste, In *Functional and Medicinal Beverages*, Edited by A.M. Grumezescu and A.M. Holban, Academic Press, Massachusetts, United States, 483-528p.
- [74] da Silva, B.V., Barreira, J.C., Oliveira, M.B.P. (2016). Natural phytochemicals and probiotics as bioactive ingredients for functional foods: Extraction, biochemistry and protected-delivery technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 50, 144-158.
- [75] Pimentel, T.C., Madrona, G.S., Garcia, S., Prudencio, S.H. (2015). Probiotic viability, physicochemical characteristics and acceptability during refrigerated storage of clarified apple juice supplemented with *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* and oligofructose in different package type. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1), 415-422.
- [76] Călinoiu, L.F., Vodnar, D.C., Precup, G. (2016). The probiotic bacteria viability under different conditions. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*, 73(2), 55-60.
- [77] Costa, M.G.M., Fonteles, T.V., de Jesus, A.L.T., Rodrigues, S. (2013). Sonicated pineapple juice as substrate for *L. casei* cultivation for probiotic beverage development: process optimisation and product stability. *Food Chemistry*, 139(1-4), 261-266.
- [78] Reddy, L.V., Min, J.H., Wee, Y.J. (2015). Production of probiotic mango juice by fermentation of lactic acid bacteria. *Microbiology and Biotechnology Letters*, 43(2), 120-125.
- [79] Pakbin, B., Razavi, S. H., Mahmoudi, R., Gajarbeygi, P. (2014). Producing probiotic peach juice. *Biotechnology and Health Sciences*. 1(3): e24683.
- [80] da Costa, G.M., de Carvalho Silva, J.V., Mingotti, J.D., Barão, C.E., Klososki, S.J., Pimentel, T.C. (2017). Effect of ascorbic acid or oligofructose supplementation on *L. paracasei* viability, physicochemical characteristics and acceptance of probiotic orange juice. *LWT - Food Science and Technology*, 75, 195-201.
- [81] Nematollahi, A., Sohrabvandi, S., Mortazavian, A.M., Jazaeri, S. (2016). Viability of probiotic bacteria and some chemical and sensory characteristics in cornelian cherry juice during cold storage. *Electronic Journal of Biotechnology*, 21, 49-53.
- [82] Perricone, M., Corbo, M.R., Sinigaglia, M., Speranza, B., Bevilacqua, A. (2014). Viability of *Lactobacillus reuteri* in fruit juices. *Journal of Functional Foods*, 10, 421-426.
- [83] Yoon, K.Y., Woodams, E.E., Hang, Y.D. (2004). Probiotication of tomato juice by lactic acid bacteria. *The Journal of Microbiology*, 42(4), 315-318.
- [84] Dimitrovski, D., Stojanovska, M.C., Simonovska, J., Doneva Sapceska, D. (2016). Lactic acid fermentation of cabbage juice by probiotic strain. In *III International Congress "Food Technology, Quality and Safety"*, October 25-27, 2016, Skopje, Macedonia, 67-73p.
- [85] Pereira, A.L.F., Maciel, T.C., Rodrigues, S. (2011). Probiotic beverage from cashew apple juice fermented with *Lactobacillus casei*. *Food Research International*, 44(5), 1276-1283.
- [86] Profir, A.G., Neagu, C.V., Vizireanu, C. (2015). Impact of nutrients on the probiotic survival and sensory properties of vegetables juice. *Romanian Biotechnological Letters*, 20(6), 11041.
- [87] Bujna, E., Farkas, N.A., Tran, A.M., Sao Dam, M., Nguyen, Q.D. (2018). Lactic acid fermentation of apricot juice by mono-and mixed cultures of probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. *Food Science and Biotechnology*, 27(2), 547-554.
- [88] Koh, W.Y., Uthumporn, U., Rosma, A., Irfan, A.R., Park, Y.H. (2018). Optimization of a fermented pumpkin-based beverage to improve *Lactobacillus mali* survival and α -glucosidase inhibitory activity: A response surface methodology approach. *Food Science and Human Wellness*, 7(1), 57-70.
- [89] Amanda, E., Choo, W.S. (2018). Effect of refrigerated storage on the physicochemical characteristics and viability of *Lactobacillus plantarum* in fermented watermelon juice with or without supplementation with inulin or fructooligosaccharide. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(12), 1-8.
- [90] dos Santos Filho, A.L., Freitas, H.V., Rodrigues, S., Abreu, V.K.G., de Oliveira Lemos, T., Gomes, W.F., Narain, N., Pereira, A.L.F. (2019). Production and stability of probiotic cocoa juice with sucralose as sugar substitute during refrigerated storage. *LWT-Food Science and Technology*, 99, 371-378.
- [91] Sengun, I.Y., Kirmizigul, A., Atlama, K., Yilmaz, B. (2020). The viability of *Lactobacillus rhamnosus* in orange juice fortified with nettle (*Urtica dioica* L.) and bioactive properties of the juice during storage. *LWT-Food Science and Technology*, 118, 108707.
- [92] Miranda, R.F., de Paula, M.M., da Costa, G.M., Barão, C.E., da Silva, A.C.R., Raices, R.S.L., Gomes, R.G., Pimentel, T.C. (2019). Orange juice added with *L. casei*: is there an impact of the probiotic addition methodology on the quality parameters? *LWT - Food Science and Technology*, 106, 186-193.
- [93] de Oliveira Ribeiro, A.P., dos Santos Gomes, F., dos Santos, K.M.O., da Matta, V.M., de Araujo Santiago, M.C.P., Conte, C., de Oliveira Costa, S.D., de Oliveira Ribeiro, de Oliveira Godoy, R.L., Walter, E.H.M. (2020). Development of a probiotic non-fermented blend beverage with juçara fruit: Effect of the matrix on probiotic viability and survival to the gastrointestinal tract. *LWT - Food Science and Technology*, 118, 108756.
- [94] Gamage, S.M., Mihirani, M.K.S., Perera, O.D.A.N., Weerahewa, H.D. (2016). Development of synbiotic beverage from beetroot juice using beneficial probiotic *Lactobacillus casei* 431. *Ruhuna Journal of Science*, 7, 64-69.

- [95] Rafiq, S., Sharma, V., Nazir, A., Rashid, R., SA, S., Nazir, F., Nayik, G.A. (2016). Development of probiotic carrot juice. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 6(4), 1-5.
- [96] Nualkaekul, S., Charalampopoulos, D. (2011). Survival of *Lactobacillus plantarum* in model solutions and fruit juices. *International Journal of Food Microbiology*, 146(2), 111-117.
- [97] Zaeim, D., Sarabi-Jamab, M., Ghorani, B., Kadkhodae, R., Liu, W., Tromp, R.H. (2020). Microencapsulation of probiotics in multipolysaccharide microcapsules by electrohydrodynamic atomization and incorporation into ice-cream formulation. *Food Structure*, 25, 100147.
- [98] Haghshenas, B., Abdullah, N., Nami, Y., Radiah, D., Rosli, R., Yari Khosroushahi, A. (2015). Microencapsulation of probiotic bacteria *Lactobacillus plantarum* 15 HN using alginate-psyllium-fenugreek polymeric blends. *Journal of Applied Microbiology*, 118(4), 1048-1057.
- [99] Olivares, A., Soto, C., Caballero, E., Altamirano, C. (2019). Survival of microencapsulated *Lactobacillus casei* (prepared by vibration technology) in fruit juice during cold storage. *Electronic Journal of Biotechnology*, 42, 42-48.
- [100] Ezekiel, O.O., Ojuola, O.F., Adedeji, O.E. (2020). Stability of encapsulated *Lactobacillus rhamnosus* GG in cocoa (*Theobroma cacao* L.) juice. *Acta Periodica Technologica*, 51, 61-75.
- [101] Mokhtari, S., Jafari, S.M., Khomeiri, M. (2019). Survival of encapsulated probiotics in pasteurized grape juice and evaluation of their properties during storage. *Food Science and Technology International*, 25(2), 120-129.
- [102] Ünal, E., Erginkaya, Z. (2010). Probiyotik mikroorganizmaların mikroenkapsülasyonu. *Gıda*, 35(4), 297-304.
- [103] Mitropoulou, G., Nedovic, V., Goyal, A., Kourkoutas, Y. (2013). Immobilization technologies in probiotic food production. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2013, 1-16.
- [104] Roberts, D., Reyes, V., Bonilla, F., Dzandu, B., Liu, C., Chouljenko, A., Sathivel, S. (2018). Viability of *Lactobacillus plantarum* NCIMB 8826 in fermented apple juice under simulated gastric and intestinal conditions. *LWT-Food Science and Technology*, 97, 144-150.
- [105] Phromthep, K., Leenanon, B. (2017). Survivability of immobilized *Lactobacillus plantarum* cells within bacterial cellulose in mamao juice. *International Food Research Journal*, 24(3), 939-949.
- [106] Tsen, J.H., Lin, Y.P., Huang, H.Y., King, V.A.E. (2008). Studies on the fermentation of tomato juice by using kappa-carrageenan immobilized *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of Food Processing and Preservation*, 32(2), 178-189.
- [107] Mantzourani, I., Terpou, A., Alexopoulos, A., Bezirtzoglou, E., Bekatorou, A., Plessas, S. (2019). Production of a potentially synbiotic fermented Cornelian cherry (*Cornus mas* L.) beverage using *Lactobacillus paracasei* K5 immobilized on wheat bran. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 17, 347-351.
- [108] Altieri, C., Bevilacqua, A., Sinigaglia, M. (2011). Prolonging the viability of *Lactobacillus plantarum* through the addition of prebiotics into the medium. *Journal of Food Science*, 76(6), M336-M345.
- [109] Goderska, K., Czarnecka, M., Czarnecki, Z. (2007). Effect of prebiotic additives to carrot juice on the survivability of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* bacteria. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57(4), 427-432.
-