

Derleme Makalesi- Review Article

Meyve Bazlı Probiyotiklere Genel Bir Bakış

An Overview of Fruit-Based Probiotics

Gizem Tiryaki^{1*}, Emine Nakilcioğlu²

Geliş / Received: 14/03/2024

Revize / Revised: 03/07/2024

Kabul / Accepted: 22/07/2024

ÖZ

Probiyotikler, yeterli miktarlarda alındığında kişiye fayda sağlayan canlı mikroorganizmalardır. Probiyotiklerin, bağırsak mikrobiyotası dengesini korumak ve bağışıklık sistemini düzenlemek gibi başlıca fonksiyonları bulunmaktadır. İnsan sağlığının sürdürülmesinde kritik bir rol oynayan bağırsak mikrobiyotası, düzenli probiyotik tüketimi ile dengelenebilmektedir. Son yıllarda veganların artması, tüketicilerin süt proteinlerine alerjik reaksiyonlar göstermesi ve laktoz intoleransı nedeniyle süt bazlı probiyotiklerin tüketimi azalmaktadır. Süt bazlı probiyotiklerin yerine meyve bazlı probiyotiklerin kullanılması iyi bir alternatiftir. Meyveler probiyotiklerin büyümesini teşvik eden bir dizi besin içerdikleri için meyve bazlı probiyotik tüketimi, vücuda probiyotikleri taşımak için mükemmel bir araçtır. Meyve bazlı probiyotiklerin canlılığını sürdürerek etkili bir sonuç verebilmeleri için dayanıklı olduğu bilinen probiyotik suşları seçmek oldukça önemlidir. Bu derlemenin amacı, probiyotik mikroorganizmaların sağlık etkileri ve meyve bazlı ürünlerde kullanımı hakkında bilgiler vermektir. Bu derleme, probiyotik kavramını, meyvelerin probiyotik kaynağı olarak kullanımını, meyve bazlı probiyotiklerin fermentasyon mekanizmasını ve fermentasyon sonrasında meydana gelen fizikokimyasal değişiklikleri içermektedir.

Anahtar Kelimeler- Probiyotik, Meyve bazlı probiyotikler, Fermentasyon

ABSTRACT

Probiotics are living microorganisms that provide benefits to the person when consumed in sufficient amounts. Probiotics have major functions, such as maintaining intestinal microbiota balance and regulating the immune system. The intestinal microbiota, which plays a critical role in maintaining human health, can be balanced with regular probiotic consumption. In recent years, the consumption of milk-based probiotics has been decreasing due to the increase in vegans, consumers' allergic reactions to milk proteins, and lactose intolerance. Using fruit-based probiotics instead of milk-based probiotics is a good alternative. Fruits, containing a variety of nutrients that promote the growth of probiotics, are an excellent carrier for delivering probiotics to the body. For fruit-based probiotics to maintain their viability and provide effective results, it is very important to choose probiotic strains that are known to be resistant. The aim of this review is to provide information about the health effects of probiotic microorganisms and their use in fruit-based products. This review includes the concept of probiotics, the use of fruits as probiotic sources, the fermentation mechanism of fruit-based probiotics and the physicochemical changes that occur after fermentation.

Keywords- Probiotics, Fruit based probiotics, Fermentation

^{1*}Sorumlu yazar iletişim: gizemmtiryaki@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0001-5608-9815>)

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 35040, İzmir, Türkiye

²İletişim: emine.nakilcioglu@ege.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0003-4334-2900>)

Gıda Mühendisliği Bölümü, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 35040, İzmir, Türkiye

I. GİRİŞ

Son yıllarda, tüketicilerin sağlık bilincinin gıda pazarını etkileyen kritik bir unsura dönüşmesi göze çarpmaktadır [1]. Günümüzde tüketicilerin, daha yüksek besin değerlerine sahip olan sağlıklı ürünleri tercih etme eğiliminde oldukları görülmektedir. Bu tercih, sağlık sorunlarını önleme, yaşam kalitesini artırma ve insan ömrünü uzatma amacını taşımaktadır [2]. Bu yönelim, tüketicilerin sağlığını destekleyen ve kronik hastalıkların olasılığını azaltan gıda ürünlerinin küresel pazarlara etkili bir şekilde giriş yaparak hızla pazar payı elde etmesini sağlamıştır [3].

Tüketicilerin artan sağlık ihtiyaçlarıyla birlikte, probiyotiklerin gıdalar ve içecekler aracılığıyla tüketimi giderek daha popüler bir hale gelmiştir [4]. Probiyotiklerin gastrointestinal hastalıkları tedavi etme konusundaki yüksek terapötik potansiyeli gibi faydalarının halk arasında giderek daha çok bilinmesi nedeniyle, probiyotik özelliklere sahip mikroorganizmalara olan talep hızla artmaktadır [5]. Probiyotikler, onları tüketen organizmalar üzerinde olumlu etkilere sahip olan yararlı bakterilerdir. Probiyotik ürünlerin, olumlu etki sağlamak için depolama boyunca 10^6 ile 10^7 CFU/mL konsantrasyonlarındaki canlı mikroorganizmaları içermeleri gerekmektedir [2]. İnsan sindirim sisteminde karşılaşılan zorlu koşullara dayanabilmeleri gereken probiyotiklerin, doğal antibiyotik direnç genlerine sahip olmamaları gerekmektedir [4]. Antikanserojenik, antimutajenik ve immünomodülatör etki göstermeleri beklenen probiyotiklerin, gastrointestinal sistemde mukoza bütünlüğünü korumaları da gerekmektedir [6,7].

Günümüzde süt endüstrisi, geniş probiyotik çeşitliliği ve sayısını içeren en büyük gıda sektörüdür [8]. Probiyotikler bu sektörde yoğurt, ekşi/fermente süt, peynir, dondurma, tereyağı, krema, kefir ve kıyma gibi gıda ürünlerinde sıkça kullanılmaktadır [2]. Süt ürünleri, insan beslenmesi açısından gerekli besin maddelerini içeren önemli ürünler arasında yer almaktadır [9]. Genel olarak, süt ürünlerinin sağlığa yararları, zararlarının verdiği etkiyi büyük ölçüde aşmış olsa da ileride fazla süt ürünü tüketiminin bir dizi kronik hastalık riskini arttıracığı düşünülmektedir [10]. Süt tüketimi üzerine yapılan bazı çalışmalar, genel olarak süt ürünlerinin makro besin öğeleri açısından zengin olduğunu gösterirken [11], bazı çalışmalar ise aşırı süt tüketiminin diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve kanser gibi çeşitli hastalıkların riskini arttıracığını öne sürmektedir [12].

Süt ürünlerinin kardiyovasküler hastalıklar üzerindeki olumsuz etkileri, toplam süt yağının %70'inin doymuş yağ içermesinden kaynaklanmaktadır [13]. Doymuş yağ, düşük yoğunluklu lipoproteinleri (LDL) ve toplam kolesterolü arttırmaktadır [14]. Bu durum, doymuş yağ tüketiminin kardiyovasküler hastalık riski artışı ile ilişkilendirilmektedir [15]. Yapılan bazı çalışmalarda az yağlı ve tam yağlı süt çeşitlerinin, kardiyovasküler hastalık riski üzerindeki etkileri incelenmiştir [16,17]. Elde edilen sonuçlara göre, yüksek yağlı süt ürünlerinin tüketiminin düşük yağlı süt ürünlerine kıyasla daha yüksek olması, önemli ölçüde kardiyovasküler hastalık riski ile ilişkilendirilmiştir [16].

Kanser, çok faktörlü bir yapıya sahip olduğundan, tek bir gıda ve/veya besinin kanserin ortaya çıkışı ve gelişimi üzerindeki etkisini kanıtlayacak yeterli kanıt bulunmamaktadır. Yapılan birkaç çalışmada, orta düzeyde süt tüketiminin bazı kanser türlerini etkilemediği ya da olumlu etki gösterdiği belirtilmektedir [18]. Ancak, bazı veriler yüksek süt tüketimiyle kanser riskinin arttığını göstermektedir [19]. Bazı süt bileşenleri, kanser ve kardiyovasküler hastalıkların oluşumunu önlerken, bazı bileşenleri ise bu hastalıkların riskini arttırabilmektedir. Süt tüketiminin kanser hastalığı riski üzerindeki olumsuz etkisi, yağ içeriğine ve insülin benzeri büyüme hormonuna (IGF-1) atfedilmektedir [13]. Yapılan bir çalışmada süt tüketiminin IGF-1 üzerindeki etkileri incelenmiştir [20]. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda süt tüketimiyle birlikte IGF-1 değerlerinin arttığı sonucuna varılmıştır. IGF-1 değerinin artması, meme ve prostat kanseri riskini arttırmaktadır [21]. Aşırı süt tüketimi, laktoz alımıyla rahim kanseri, kalsiyum alımı nedeniyle de prostat kanseri risklerini arttırmaktadır. Ayrıca tam yağlı süt tüketimi, yağın androjenler ve östrojenler üzerindeki etkisi nedeniyle meme kanseri riskini de arttırabilmektedir. Bununla birlikte, belirtilen durum tüm kanser türleri için geçerli değildir. Yeterli düzeyde süt tüketimi bazı kanser türlerinde koruyucu etki gösterebilmektedir. Ayrıca aşırı süt tüketimi, düşük yoğunluklu lipoprotein (LPLP) miktarını arttırmaktadır. Kanda bulunan LDLP miktarının artması, kardiyovasküler hastalık, obezite ve tip II diyabet gibi kronik hastalıkların giderek artmasına neden olmaktadır [8].

Aşırı süt tüketiminin yanı sıra, orta düzeyde süt tüketimiyle de tüketicilerin karşılaştığı bazı problemler bulunmaktadır. Bu problemler arasında tüketicilerin laktoz intoleransına sahip olmaları ve süt proteinlerine alerjik reaksiyon göstermeleri yer almaktadır [13]. Laktoz intoleransı, laktaz enzim aktivitesinin işlevini yerine getirememesinden kaynaklanan, laktozun sindirilememesi durumudur [22]. Laktoz intoleransı olan bireylerde, sütte bulunan laktozun sindirilememesi nedeniyle mide ve bağırsak semptomları görülmektedir. Bu semptomların şiddeti bağırsak florası, bağırsak mukozasında bulunan laktaz konsantrasyonu ve tüketilen laktoz miktarı gibi birkaç faktöre bağlıdır [23]. Bağışıklık sisteminin süt proteinlerine karşı aşırı tepki vermesi sonucunda alerjik reaksiyonlar gerçekleşmektedir. Süt proteinlerine alerjik reaksiyon gösteren bireylerde solunum zorluğu, kusma ve ishal gibi gastrointestinal rahatsızlıklar ile ürtiker gibi cilt problemleri görülebilmektedir [24].

Sonuç olarak, süt ürünlerinin tüketimi laktoz intoleransı ve süt proteinlerine alerjisi olan bireyler için sınırlıdır [25]. Bu bireylerin, besin ihtiyaçlarını karşılamak için laktozsuz süt ürünleri ve uygun besin takviyeleri kullanmaları gerekmektedir. Belirtilen durumlar göz önüne alındığında, süt ve süt ürünleri dışında probiyotiklere yönelik araştırmanın gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu derlemede probiyotik mikroorganizmaların sağlık etkileri ve meyve bazlı ürünlerde kullanımı hakkında bilgiler verilmektedir.

II. PROBİYOTİKLER VE SAĞLIĞA YARARLARI

Probiyotikler, Dünya Sağlık Örgütü'ne göre yeterli miktarlarda alındığında kişiye fayda sağlayan canlı mikroorganizmalardır [26]. Probiyotiklerin, bağırsak mikrobiyotası dengesini korumak ve bağışıklık sistemini düzenlemek gibi başlıca fonksiyonları bulunmaktadır [27]. İnsan sağlığının sürdürülmesinde kritik bir rol oynayan bağırsak mikrobiyotası, düzenli probiyotik tüketimi ile dengelenebilmektedir [28]. Probiyotiklerin insan sağlığına yararlı olabilmeleri için minimum 10^6 CFU/mL konsantrasyonundaki canlı hücre sayısına sahip olmaları gerekmektedir [2].

Çoğu probiyotik takviyesi, laktik asit bakterisi ve diğer bazı maya cinslerini içeren mikroorganizmalar kullanılarak üretilmektedir. Probiyotik ürünlerde kullanılan bazı bakteriler arasında *Laktobasil* ve *Bifidobakteri* cinslerine ait olan gram-pozitif bakteriler ile *Streptokok*, *Bacillus*, *Escherichia* ve *Propionibakterium* gibi türler bulunmaktadır [2].

Gıdalar ve takviyeler aracılığıyla tüketilen probiyotikler, ağız yoluyla alındıktan sonra mideye gelerek asidik içeriğe maruz kalmaktadır [2]. Probiyotikler, mide asiditesine ve safra tuzlarına maruz kaldıklarında hayatta kalmaları için çeşitli mekanizmalara sahiptirler. Mide asiditesine dayanıklılık, probiyotiklerin midenin düşük pH seviyelerine dayanabilme yeteneklerini içermektedir. Safra tuzları ise, ince bağırsakta probiyotiklerin hücre zarını ve DNA'sını etkileyerek hayatta kalma oranlarını düşürebilmektedir. Bu gibi zorlu ortamlarda probiyotiklerin hayatta kalabilme yetenekleri, onların etkinliği açısından kritik öneme sahiptir [29].

Probiyotiklerin sağlığa yararları arasında gastrointestinal stabiliteyi artırma, laktoz intoleransını azaltma, obeziteyi önleme, bağışıklığı güçlendirme, ishali hafifletme ve kolesterolü düşürme gibi avantajları bulunmaktadır [30]. Ayrıca alerjik reaksiyonlara olumlu etkileri gözlemlenen probiyotiklerin, depresyon gibi belirli hastalıkların riskini azaltma gibi etkileri de vardır [2]. Probiyotiklerin antioksidatif, anti inflamatuvar, antihipertansif, antijen toksik, antikanserijen, profilaktik, anti osteoporotik ve antidiyabetik gibi özelliklere sahip oldukları bilinmektedir [8]. Probiyotikler, zararlı mikroorganizmalara karşı savaşarak insan sindirim sistemini kolonize edebilmektedir. İnsan vücudunu değerli yan ürünler ile besleyen probiyotikler, besinleri fermentasyon yoluyla daha küçük kompleks maddelere ayırarak sağlığa yararlı etkiler göstermektedir [28]. Probiyotikler, bağırsakta zararlı bakterilerin büyüme ve aktivitesini engelleyerek, besinler için rekabet etmekte ve patojen mikroorganizmaların yerleşmesini önleyerek enfeksiyon riskini azaltmaya yardımcı olmaktadır.

A. Probiyotik Seçimi

Probiyotik suşların seçimi, genellikle *in vitro* olarak araştırılarak bazı özellikleri içermesi gerektiği belirtilmektedir [31]. İnsan kaynaklı olmaları gereken probiyotik suşların, gastrointestinal epitelyumuna yapışabilme yeteneğine sahip olmaları ve bu sistemde kolonize olarak varlıklarını sürdürebiliyor olmaları gerekmektedir. Bu suşların gastrointestinal sistem sağlığını iyileştirmeleri ve mukoza bütünlüğünü korumaları gerekmektedir. Ayrıca patojenik ve toksik olmaması gereken probiyotik suşların toksin bağlayıcı maddeler üretmeleri beklenmektedir [7]. Tükürük enzimi, mide asidi, safra tuzu gibi faktörlere karşı dirençli olmaları istenen probiyotik suşların konak tarafından kullanılmayan galaktan, fruktan ve früktooligosakkarit (FOS) gibi bileşenleri hidrolize etmeleri istenmektedir [32].

Gıda ürünlerinde kullanılacak olan probiyotiklerin seçimi, tüketici sağlığını temel almalıdır. Probiyotik takviyesi yapılacak olan gıdanın bileşiminin ve üretim sürecinin gözden geçirilmesi gerekmektedir. Yaygın olarak kullanılan probiyotik besinler arasında fermente sütler, kuru tahıllar ve meyve suları bulunmaktadır [33].

Laktobasil ve *Bifidobakteri* cinslerinin çeşitli türleri ve suşları probiyotik yararlarıyla bilinmektedir. Bu bakterilerin, *Streptokok*, *Saccharomyces boulardii*, *Bacillus*, *Enterococcus*, *Propionibakterium*, *Escherichia coli* (patojenik olmayan suşlar) ve *Pediococcus* olmak üzere, diğer türlerden daha baskın probiyotik yararları bulunmaktadır [34].

III. MEYVELERİN PROBİYOTİK MİKROORGANİZMA TAŞIYICISI OLARAK KULLANILMASI

Meyveler vitamin, mineral, karbonhidrat, amino asit, polifenol, lif ve biyoaktif bileşenler bakımından oldukça zengin bir kaynaktır. Meyve tüketimi, içerdiği yüksek biyoaktif bileşenler sayesinde birçok kronik hastalığın önlenmesinde rol oynamaktadır [35]. Meyve ve ürünlerinin günlük diyetle eklenmesi kolesterolü düşürmekte, kan şekeri düzenlemekte, immünolojik ve sindirim sistemini düzenleyerek insan sağlığına doğrudan fayda sağlamaktadır [32]. Meyvelerin sağladığı koruyucu etkiler askorbik asit, β -karoten ve α -tokoferol gibi

antioksidanların varlığından kaynaklanmaktadır [36]. Selüloz, hemiselüloz ve pektin gibi bileşenler meyve liflerinin başlıca bileşenleri arasında bulunmaktadır. Bu bileşenler, meyvelere prebiyotik özellik kazandırarak bağışıklık sisteminin düzenlenmesini sağlamaktadır [37]. Meyve liflerinin tüketimi ile diyabet ve obezite riski azaltılmakta, bazı kanser türlerinin gelişimi önlenilmekte ve sağlıklı bağırsak fonksiyonları elde edilebilmektedir [38]. Pek çok meyve türü, önemli antioksidan potansiyele sahip olan B, C ve E vitaminleri ile karotenoidler bakımından zengindir [39].

Son yıllarda tüketiciler beslenme ve sağlık konusunda farkındalık kazanarak fonksiyonel gıda tüketimini tercih etmeye başlamışlardır [40]. Laktoz intoleransı olan bireyler probiyotikleri, laktozsuz süt ürünleri, fermente süt ürünleri ve bitki bazlı süt alternatifleri dışında yer alan süt ürünleri ile vücutlarına alamamaktadırlar [41, 42]. Ayrıca süt proteinlerine alerjisi olan bireyler ve hayvansal bazlı gıdaları tüketmeyen veganlar için de meyve bazlı probiyotiklerin yaygınlaşması iyi bir gıda alternatifi olacaktır. Gıda endüstrisinde probiyotik gıdalara alternatif olarak meyve suları, kurutulmuş meyveler, fermente sebzeler ve besin takviyeleri gibi çeşitli formülasyonlarda bulunabilmektedir [43]. Meyveler, vitamin, mineral, şeker ve diğer birçok fitonütrientler açısından oldukça zengin olduğundan mikrobiyal büyüme için ideal bir ortam sunmaktadır [25]. Ayrıca meyveler, fenol ve fitatlar gibi anti-besinsel faktörler, fruktoolisakkaritler ve lif bakımından zengin olduğundan iyi birer prebiyotik kaynağı olarak kullanılabilir [44]. Probiyotik mikroorganizmalar ile zenginleştirilmiş meyveler kimyasal koruyuculardan arınmış olarak tüketicilere taze olarak sunulabilmektedir [45]. Probiyotik ile zenginleştirilmiş fermente meyve suları, gıda takviyeleri olarak işlev görerek sağlığa katkıda bulunmaktadır. Meyveler, faydalı probiyotik bakterilerin etkili olabileceği potansiyel substratlar olarak kullanılabilir [39]. Ayrıca meyve bazlı probiyotik tüketimi ile antioksidan bileşikler gibi fonksiyonel bileşiklere erişim sağlanmaktadır.

Fonksiyonel gıdalar, bazı gıdaların daha fazla besleyici hale getirilmesi için takviye ve/veya iyileştirmeler yapılmış gıdalar anlamına gelmektedir. Fonksiyonel gıdaların tanımına göre probiyotik meyve suları, “geleneksel beslenme şeklini, sağlığa teşvik edici bir bileşen ile iyileştiren ürünler” olarak belirtilmektedir [39]. Meyve sularının doğal yapısında sağlıklı besinler yer aldığından ve laktoz ile kazein gibi alerjenleri içermediğinden probiyotik kültürlerin eklenmesi için uygun birer matris haline gelmektedir. Meyve suları, tüm yaş gruplarına hitap eden lezzet profillerine sahiptir. Bu özellikler, meyve sularının probiyotik kültür taşıyıcı olarak kullanılması için önemli ölçütlerdir [46].

Meyve suları, probiyotik canlılığının sürdürülebilmesi için uygun bir ortam sunması ve yüksek antioksidan içeriğiyle öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, meyve sularının asiditesi ve bazı aroma ile koruyucu maddelerin varlığı (azot gazı ve benzeri) probiyotiklerin canlılığını azaltabilmektedir. Ancak olumsuz koşullar uygun suş seçimi ve işleme teknikleri ile aşılabilmektedir [47]. Dolayısıyla, meyvelerin probiyotik kaynağı olarak kullanılması bazı zorluklar barındırır da sağlık yararları ve süt ürünlerine alternatif olarak sunduğu avantajlar daha ağır basmaktadır [48].

Günümüzde probiyotik mikroorganizmalar ile zenginleştirilmiş meyveler ve meyve bazlı probiyotik içecekler gıda pazarında yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu ürünler arasında yaban mersini, çilek, ejder meyesi, dut, muz gibi gıdalar bulunmaktadır [49]. Meyve probiyotiklerine örnekler Tablo 1’de sunulmaktadır.

Tablo 1. Farklı meyve probiyotik türleri ve kullanılan mikroorganizmalar

Substrat	Mikroorganizma	Referans
Jak meyve suyu	<i>Lactocaseibacillus casei</i> ATCC334	[50]
Greyfurt suyu	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i> 01, <i>Limosilactobacillus fermentum</i> D13, <i>Lactobacillus rhamnosus</i> B01725, <i>Bifidobacterium bifidum</i> B7.5	[51]
Yaban mersini suyu	Laktik asit bakterileri	[52]
Kızılcık suyu	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	[53]
Ananas suyu	<i>Lactocaseibacillus casei</i> , <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	[54]

Tablo 2. (Devamı)

Substrat	Mikroorganizma	Referans
Elma ve limon kabuğu	<i>Lactocaseibacillus casei</i> , <i>Lactobacillus rhamnosus</i> , <i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	[55]
Kivi meyvesi	Laktik asit bakterileri	[56]

IV. PROBİYOTİK İÇEREN MEYVELERİN/MEYVE SULARININ FERMANTASYONU

Probiyotik içeren içeceklerde probiyotiğin eklenmesi, doğrudan suya eklenerek ya da suyun probiyotik bakterilerle fermantasyonu şeklinde yapılmaktadır. Probiyotik bakteriler ile fermente edilen yöntem, daha iyi uyum sağlayan mikrobiyal suşlar ile sonuçlanmaktadır. Ayrıca daha düşük şeker içeriğine sahip ürünler elde edilebilmektedir. Bu nedenle bu yöntem, bakterilerin hayatta kalma oranlarını arttırarak daha çok tercih edilmektedir [2]. İnsan sindirim sisteminde prebiyotikler ince bağırsak sindirimine uğramadan kolona bütün olarak ulaşmakta ve burada *Lactobacilli* ve *Bifidobacteria* gibi sağlıklı bakteriler tarafından fermente edilmektedir [57]. Fermantasyon işlemi, şekerlerin organik asitlere dönüştürülmesiyle gerçekleşmektedir. Süt bazlı probiyotiklerin fermantasyonu sırasında laktik asit üretilmektedir. Glikoliz yol olarak bilinen bu süreçte laktoz, glukoz ve galaktoza indirgenmektedir. Daha sonra galaktoz, bir fosfat alımı ile meyve şekeri olan glukozla dönüşmektedir. Glikoliz süresinde oluşan bu dönüşümler sonucunda pirüvat oluşmaktadır. Pirüvat, döngüde oluşan indirgeme enerjisini kullanarak NADH formunda laktik aside indirgenmektedir [58].

Laktik asit fermantasyonu, meyve ve sebze gibi bozulabilir gıdaların raf ömrünü uzatmak ve hammaddelerin besinsel ve duyuşal özelliklerini iyileştirmek amacıyla kullanılan bir tekniktir [35]. Bu bağlamda, laktik asit bakterileri tarafından fermente edilen meyve içecekleri, söz konusu ihtiyaçları karşılamak ve meyve tüketimini teşvik etmek için umut vadeden bir alternatif haline gelmiştir.

Meyve fermantasyonu, hammaddede bulunan *Enterococcus* spp., *Fructobacillus* spp. ve *Lactobacillus* spp. gibi laktik asit mikrobiyotası tarafından uygun koşullar altında gerçekleştirilmektedir. Meyve fermantasyonlarında laktik asit bakterileri içeren starter kültürlerinin kullanılması, güvenli ve kaliteli son ürünler elde edilmesini sağlamaktadır. Ancak, bu starter kültürlerin fermente meyve ve sebzelerin hazırlanmasında kullanımı halen sınırlıdır [59]. Bitki temelli gıdalarda starter kullanımının bazı gereksinimlere uygun olması gerekmektedir. Ana gereksinim, çevre koşullarına uyum sağlayarak az besinsel ihtiyaç ile hızlı büyüme yeteneğinin bulunmasıdır [60]. Karbonhidrat, diyet lifi, vitamin ve mineral içeriği bakımından zengin bir kaynak olan meyveler, laktik asit fermantasyonu için iyi matrislerdir. Laktik asit bakterilerinin farklı meyve ekosistemlerine uyum sağlaması, bu bakterilerin türlerine bağlı olarak değişmektedir. Laktik asit bakterileri seçiminin, duyuşal ve besinsel kriterlere dayanması, meyve fermantasyonunun başarılı ve kontrollü bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktadır [59].

Meyve fermantasyonunda kullanılan laktik asit bakterileri içeren starter kültürleri için istenen kriterler arasında düşük pH derecelerinde varlığını sürdürebilmeleri ve fenolik bileşiklere karşı tolere edebilme yeteneklerinin bulunması yer almaktadır. Ayrıca gıda kaynaklı patojenlerin eliminasyonu ile güvenliği sağlamak ve raf ömrünü uzatmak amacıyla laktik asit bakterilerinin antimikrobiyal bileşikler sentezleme yeteneğine sahip olmaları beklenmektedir [61]. Duyusal kriterler arasında seçilen laktik asit bakterilerinin aroma bileşenlerini sentezlemeleri beklenmektedir. Bu sayede tüketici açısından tatmin edici lezzet ve kokulara sahip fermente ürünler elde edilmektedir. Aynı zamanda aldehit gibi istenmeyen tat oluşumuna neden olan bileşen miktarları azalmaktadır [62].

A. Fermantasyon Sonrasında Oluşan Değişiklikler

Fermantasyon sırasında bileşenlerde bazı değişiklikler gözlemlenmektedir. Bu değişiklikler arasında asit konsantrasyonunda ve mikrobiyal hücre sayısında artış, çözünür şeker miktarında azalma bulunmaktadır. Meyve bazlı probiyotik ürünlerde fermantasyon sırasında pH'ta, hücre sayısında, toplam polifenol içeriğinde değişiklikler gözlemlenmektedir [2].

Bakteri popülasyonun zaman içinde artmasıyla daha fazla asit oluşumu nedeniyle pH içeriğinde düşüşler meydana gelmektedir. Probiyotik ürünlerin fermantasyonu sırasında pH derecesinde düşüş yaşanması, fermantasyon süresinin belirlenmesinde önemlidir [51]. Kaprasob vd. [63], *Lactiplantibacillus plantarum* ile fermente edilmiş kaju elma suyu ve 11,4 °Brix konsantrasyonunda kaju elma suyu kullanılarak 72 saat boyunca pH değerlerindeki değişiklikleri gözlemlemiştir. 12 saatlik fermantasyon sürecinin ardından *Lactiplantibacillus plantarum* ile fermente edilmiş kaju elma suyunun pH değerinin, 4'ten 3,50'ye düştüğü ve geri kalan 60 saatlik

fermantasyon süresince sabit kaldığı gözlemlenmiştir. 11,4 °Brix konsantrasyonundaki kaju elma suyunun ise pH değeri ilk 24 saatlik fermentasyon sürecinde 4.50'den 4.73'e yükselmiş, 72 saatlik fermentasyonun sonunda yavaşça azalarak 4.45 değerine düşmüştür. Cai vd. [56] tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise laktik asit bakterileri ile fermente edilmiş kivi meyvesi kullanılarak depolama süresince pH değerlerindeki değişiklikler gözlemlenmiştir. Kivi özütlerinin 3.66 ± 0.01 olan pH değerleri, 5. günde 3.4-3.7 aralığında değişim göstermiştir. Hossain vd. [64] tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise, *Limosilactobacillus fermentum* ve *Lactiplantibacillus plantarum* fermentasyonu yapılmış elma ve yıldız meyve suları kullanılmıştır. Örneklerin her yedi günde bir üç hafta boyunca depolama süresince pH değerlerindeki değişiklikler incelenmiştir. Sonuçlar, elma ve yıldız meyve sularının depolama süresi arttıkça pH derecelerinin azaldığını göstermiştir. Başlangıç pH değeri 4.74 olan elma suyu kontrol örneğinin *Lactiplantibacillus plantarum* ile inoküle edildiğinde 4.26; *Limosilactobacillus fermentum* ile inoküle edildiğinde ise 4.33 pH değerlerine düştüğü görülmektedir. 21 günlük depolama sonrasında ise bu değerler, *Lactiplantibacillus plantarum* için 4.30; *Limosilactobacillus fermentum* için 4.067 olarak elde edilmiştir. Yıldız meyve suyu kontrol örneğinin ise başlangıç pH değeri 3.345 iken bu değer 21. gün sonunda 3.32 pH değerine düşmüştür. *Lactiplantibacillus plantarum* ile fermente edilen yıldız meyve suları başlangıçta 3.12 pH değerine sahip iken 21. gün sonunda bu değer 2.95 pH derecesine düşmüştür. Aynı azalma *Limosilactobacillus fermentum* ile fermente edilen yıldız meyve sularında da gözlemlenmiştir. Başlangıç pH değeri 3.18 olan *Limosilactobacillus fermentum* ile fermente edilen yıldız meyve sularının 21. gün sonunda 2.93 pH değerine düştüğü görülmüştür.

Probiyotik ürünlerin pH değerleri ile yakından ilişkili olan asidite, laktik asit bakteri fermentasyonu yapılan örneklerde hızla artmaktadır [63]. Bakteriler basit şekerleri parçalayarak düşük miktarda organik asit üretmekte ve asiditeyi arttırmaktadır [54]. Yapılan bir çalışmada, yaban mersini suyunda laktik asit bakterilerinin fermentasyonu incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda 48 saatlik fermentasyonun ardından laktik asit içeriğinin 0 mg/L'den $2184,90 \pm 335,80$ mg/L'nin üzerine çıktığı ve malik asit içeriğinin $511,47 \pm 10,50$ mg/L'den $146,38 \pm 3,79$ mg/L'nin altına düştüğü gözlemlenmiştir [52]. Bir başka çalışmada ise laktik asit bakterileri ve maya ile fermente edilmiş kivi meyvesi kullanılarak asiditedeki değişiklikler gözlemlenmiştir. Laktik asit bakterileri ile fermente edilmiş örneklerde bu bakterilerin anaerobik koşullarda laktik asit üreterek çoğalması nedeniyle asitliğin arttığı görülmüştür. Maya ile fermente edilmiş örneklerde de kivi meyvesinin bir miktar asetobakter ve laktik asit bakteri içermesi nedeniyle asitlik artmıştır. Laktik asit bakterileri ile fermente edilmiş örneklerin pH değerleri 20. günde yaklaşık 3,5 iken, maya ile fermente edilmiş örneklerin pH değeri yaklaşık 3,8'dir. Asiditenin pH değerleri ile yakından ilişkili olmasından dolayı, laktik asit bakterileri ile fermente edilmiş örneklerde 20. gündeki asidite, maya ile fermente edilmiş örnek asiditesinden daha düşük bulunmuştur [56].

Toplam çözünmüş katı maddelerin zamanla azalmasının nedeni olarak fermentasyon sırasında bakterilerin bu maddeleri kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir [65]. Bakteriler, depolama süresi boyunca çözünmüş katı maddeleri enerji kaynağı olarak kullanmaktadır. Cai vd. [56] tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, laktik asit bakteri fermentasyonu yapılmış kivi meyvesindeki biyoaktif bileşiklerinin değişimi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, fermentasyonun ilk on gününde örneklerdeki çözünmüş katı madde içeriğinin hızla azaldığı yönündedir. Fermentasyonun son günlerinde ise çözünmüş katı madde içeriği yaklaşık 10-15 °Brix civarında sabit kalma eğilimi göstermiştir. Hossain vd. [64] tarafından elma ve yıldız meyve suları kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada, örneklerin her yedi günde bir üç hafta boyunca depolama süresince toplam çözünmüş katı maddelerdeki değişiklikler incelenmiştir. *Limosilactobacillus fermentum* ve *Lactiplantibacillus plantarum* ile fermente edilen elma ve yıldız meyve sularının depolama süreleri arttıkça toplam çözünmüş katı maddelerin azaldığı gözlemlenmiştir. Başlangıçta $13 \pm 0,5$ °Brix olan elma suyu örneklerinin toplam çözünmüş katı içeriği, 21. gün sonunda *Limosilactobacillus fermentum* için $10,33 \pm 0,28$ °Brix; *Lactiplantibacillus plantarum* için $10,34 \pm 0,28$ °Brix olarak bulunmuştur. Aynı eğilim yıldız meyve suyunda gözlemlenerek başlangıçta $4.50 \pm 0,50$ °Brix olan yıldız meyve suyu örneklerinin toplam çözünmüş katı içeriği, 21. gün sonunda *Limosilactobacillus fermentum* için 3.50 ± 0.50 °Brix; *Lactiplantibacillus plantarum* için $3,66 \pm 0,28$ °Brix olarak bulunmuştur.

Fermentasyon sonrasında hücre sayısında artış gözlemlenmektedir. Fakat belli bir süreden sonra bu hücrelerin sayısında azalma gözlenmektedir [2]. Bunun nedeni olarak mevcut oksijen veya iz miktardaki azot moleküllerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. pH derecesinin düşmesiyle, hücre içinde pH'ı korumak için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum, ATP'nin azalmasına ve sonuçta hücre duvarının parçalanarak hücre ölümüne neden olmaktadır. Kaprasob vd. [63], tarafından *Lactiplantibacillus plantarum* fermente edilmiş kaju elma suyu ve 11,4 °Brix konsantrasyonunda kaju elma suyu incelenmiştir. Fermentasyonun 72. saatinde, *Lactiplantibacillus plantarum* popülasyonu başlangıçta 9,18 Log10 CFU/mL'den kaju elma suyunda 5,12 Log10 CFU/mL'ye ve 11,4 °Brix konsantrasyonundaki kaju elma suyunda 4,95 Log10 CFU/mL'ye düştüğü gözlemlenmiştir. Bir başka çalışmada ise *Lactocaseibacillus casei* ile fermente edilmiş kaju meyvesi suyu incelenmiştir. Fermentasyonun 24. saatinde, canlı hücre sayısının 6 Log10 CFU/mL'den 8,176 Log10 CFU/mL'ye arttığı gözlemlenmiştir. Fakat 3 haftalık sürenin ardından bu sayının 7,672 Log10 CFU/mL'ye düştüğü görülmüştür. Fermentasyon koşulları, hammadde bileşimi ve depolama koşulları, hücre sayısı üzerinde önemli bir

etkiye sahiptir. Fermantasyonun ilk 24 saatinde hücre sayısının artması, probiyotiklerin meyve sularını fermente etme yetenekleri ile uygun büyüme koşullarında hücre sayılarını hızla arttırma yeteneklerinden kaynaklanmaktadır. Depolamanın ikinci ve üçüncü haftasında hücre sayısında gözlemlenen azalma ise fermente jak meyvesi suyunun nihai pH derecesinin 3,69 olmasından kaynaklanmaktadır [50].

Tran vd. [51] farklı *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* suşlarını yaklaşık 10^6 CFU/mL hücre konsantrasyonunda greyfurt suyuna enjekte etmişlerdir. Her bir laktik asit bakterisi, greyfurt suyunda besin takviyesi olmaksızın çoğalma göstermiştir. Fermantasyonun 24. saatinde *Lactobacillus rhamnosus* B01725 dışındaki tüm suşların 10^9 CFU/mL hücre sayısına ulaştığı görülmüştür. Yapılan başka bir çalışmada ise laktik asit bakterileri ve bifidobakteriler ile probiyotik noni suyu üretilmiştir [66]. Örneklerde *Lactocaseibacillus casei*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Bifidobacterium longum* suşlarının 48 saatlik fermantasyonun ardından artarak 10^9 CFU/mL'ye ulaştığı görülmüştür. Li vd. [52] *Lactiplantibacillus plantarum* ve *Limosilactobacillus fermentum* türlerini meyve bazlı üründe kullanarak canlı hücre sayısını belirlemişlerdir. Yaban mersini kullanarak gerçekleştirilen bu çalışmada, fermantasyonun ilk 24 saatinde fermente edilmiş yaban mersini suyundaki canlı mikroorganizma sayılarının arttığı gözlemlenmiştir. İnokülasyondan sonra yaklaşık 7,5 log CFU/mL olan mikrobiyal hücre sayısı, fermantasyon sonunda 10 log CFU/mL'nin üzerine çıkmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda tüm suşlar arasında *Lactiplantibacillus plantarum* LSJ-TY-HYB-T9 10,40 log CFU/mL ile en yüksek canlı hücre sayısına sahip iken, *Limosilactobacillus fermentum* LSJ-TY-HYB-H33 10,19 log CFU/mL ile en düşük canlı hücre sayısına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bakteri kültürleri kullanılarak gerçekleşen fermantasyon sonrasında toplam fenolik ve toplam flavonoid içeriğinin arttığı gözlemlenmektedir. Yapılan bir çalışmada 5 farklı *Limosilactobacillus fermentum* ve 4 farklı *Lactiplantibacillus plantarum* türü tarafından fermente edilen yaban mersini suyu kullanılmıştır. Bakteri türlerinin, yaban mersini suyunun fenolik içeriğini önemli ölçüde etkilediği gözlemlenmiştir. Başlangıçta $866,15 \pm 19,23$ mg/L olan toplam fenolik içeriğinin önemli ölçüde arttığı belirtilmektedir. *Limosilactobacillus fermentum* LSJ-TY-HYBH33 ile yapılan çalışmada toplam fenolik içeriğinin %57,9; *Lactiplantibacillus plantarum* LSJ-TY-HYB-T9 ile yapılan çalışmada ise toplam fenolik içeriğinin %41,8 oranında arttığı gözlemlenmiştir [52]. Kaprasob vd. [63], kaju elma suyunun toplam fenolik içeriğini belirlemek amacıyla çalışmışlardır. *Lactiplantibacillus plantarum* ile fermente edilmiş kaju elma suyunun başlangıç toplam fenolik içeriği (123,97 mg GAE/L), 11,4 °Brix konsantrasyonundaki kaju elma suyunun toplam fenolik içeriğinden (164,75 mg GAE/L) daha düşüktür. Fermente kaju elma suyunun 0-24 saat aralığındaki toplam fenolik içeriği yavaşça artış gösterirken (123,97 mg GAE/L'den 128,20 mg GAE/L'ye), 24-72 saatlik fermantasyon süresince yavaşça azalma göstermiştir. 0-24 saat aralığındaki fermente kaju elma suyunun toplam fenolik içeriğindeki artış, laktik asit bakterileri aracılığıyla artmış olan biyoaktif bileşikler ile ilişkilendirilmektedir. 11,4 °Brix konsantrasyonundaki kaju elma suyunun toplam fenolik içeriği, fermente kaju elma suyundan daha yüksek değerler göstererek, 0-72 saat boyunca 164,75 ile 169,21 mg GAE/L değerleri arasında kalmıştır. Bir başka çalışmada ise, kızılçık suyu serbest ve immobilize *Lactiplantibacillus plantarum* ATCC14917 ile fermente edilerek dört hafta boyunca depolanmıştır. Fermente edilmeyen kızılçık suyunun toplam fenolik içeriği 169,32 mg GAE/100 mL'den 135,19 mg GAE/100 mL'ye değişim göstermiştir. Serbest ve immobilize *Lactiplantibacillus plantarum* ATCC14917 ile fermente edilen örneklerde ise toplam fenolik içerik sırasıyla 165,02 mg GAE/100 mL'den 195,02 mg GAE/100 mL'ye ve 214,41 mg GAE/100 mL'den 249,61 mg GAE/100 mL'ye değişim göstermiştir. Dört haftalık sürecin sonucunda fermente kızılçık sularında fenolik içeriklerin arttığı tespit edilmiştir [53].

V. SONUÇ

Probiyotikler, bağırsak duvarlarına bağlanabilen ve onları tüketen organizmalar üzerinde olumlu etkilere sahip olan yararlı mikroorganizmalardır. Çoğu probiyotik takviyesi, laktik asit bakterileri kullanılarak oluşturulmaktadır. Probiyotik ürünlerin olumlu etki sağlamak için 10^6 ila 10^7 CFU/mL konsantrasyonlarındaki canlı mikroorganizmaları içermeleri gerekmektedir. Probiyotikler, onları tüketen mikroorganizmaların bağırsak florasını düzenleyerek çeşitli hastalıkları tedavi etmektedir. Süt bazlı ve süt bazlı olmayan olmak üzere iki adet probiyotik türü bulunmaktadır. Son yıllarda veganların artması, tüketicilerin süt proteinlerine alerjik reaksiyonlar göstermesi ve laktoz intoleransı nedeniyle süt bazlı probiyotiklerin tüketimi azalmıştır. Süt bazlı probiyotiklerin yerine meyve bazlı probiyotiklerin kullanılması iyi bir alternatiftir. Meyve bazlı probiyotikler, biyoaktif bileşen, antioksidan, diyet lifi, vitamin ve mineral bakımından iyi bir kaynaktır. Meyve bazlı probiyotiklerin fermantasyonu sırasında meyvede bulunan şekerlerden organik asit üretilmektedir. Bu durum, şekerin pirüvata dönüştürülmesi ve laktik aside indirgenmesi ile gerçekleşmektedir. Meyve bazlı probiyotiklerin fermantasyonu sonrasında bazı fizikokimyasal değişiklikler gözlemlenmektedir. Bu değişiklikler arasında asit konsantrasyonu ile mikrobiyal hücre sayısında artış ve çözünür şeker miktarında azalma bulunmaktadır. Aynı zamanda pH'ta, hücre sayısında, toplam polifenol içeriğinde azalma gözlemlenmektedir. Fermantasyon sonrasında duyuusal özelliklerde minimum düzeyde değişiklikler görülmektedir. Alternatif bir kullanım yaklaşımı olarak, meyve bazlı probiyotiklerin kullanılması, çeşitli terapötik etkilere sahip faydalı içecekler geliştirmeye yardımcı olabilmektedir. Bu probiyotik içeceklerin, meyve atıklarını değerlendirerek, iyi bir katma değerli ürün eldesine imkân sağlayacağı

düşünülmektedir. Aynı zamanda meyvenin farklı şekillerde daha uzun süre kullanabilmesine yardımcı olabilmekte ve elde edilen yeni ürünler piyasaya ticari olarak katkı sağlayabilecektir. İleride meyve bazlı probiyotiklerin, süt bazlı probiyotikler kadar yaygın kullanılması için daha fazla araştırmanın yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Annunziata, A., & Pascale, P. (2009). *Consumers' behaviours and attitudes toward healthy food products: The case of Organic and Functional foods*. AgEcon Search, <https://ageconsearch.umn.edu/record/57661?ln=en&v=pdf>, (16.05.2025).
- [2] Manoj, P. M., Mohan, J. R., Khasherao, B. Y., Shams, R., & Dash, K. K. (2023). Fruit based probiotic functional beverages: A review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14.
- [3] Childs, N. M. (1997). Functional foods and the food industry: Consumer, economic and product development issues. *Journal of Nutraceuticals, Functional and Medical Foods*, 1(2), 25–43.
- [4] Wolfe, W., Xiang, Z., Yu, X., Li, P., Chen, H., Yao, M., Fei, Y., Huang, Y., Yin, Y., & Xiao, H. (2023a). The Challenge of Applications of Probiotics in Gastrointestinal Diseases. *Advanced Gut & Microbiome Research*, 2023, 1–10.
- [5] Wolfe, W., Xiang, Z., Yu, X., Li, P., Chen, H., Yao, M., Fei, Y., Huang, Y., Yin, Y., & Xiao, H. (2023b). The Challenge of Applications of Probiotics in Gastrointestinal Diseases. *Advanced Gut & Microbiome Research*, 2023, 1–10.
- [6] Bhan, Maharaj Kishan, (2011). Guidelines For Evaluation Of Probiotics In Food, Department of Health Research, Ministry of Health & Family Welfare, New Delhi.
- [7] Markowiak, P., & Ślizewska, K. (2017). Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. In *Nutrients* 9(9). MDPI AG.
- [8] Syiemlieh, I., & Morya, S. (2022). Dairy and non-dairy based probiotics: a review. *Pharma Innov J*, 11, 2956-64.
- [9] Davoodi, H., Esmaeili, S., & Mortazavian, A. M. (2013). Effects of milk and milk products consumption on cancer: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(3), 249–264.
- [10] Thorning, T. K., Raben, A., Tholstrup, T., Soedamah-Muthu, S. S., Givens, I., & Astrup, A. (2016). Milk and dairy products: good or bad for human health? An assessment of the totality of scientific evidence. *Food & nutrition research*, 60(1), 32527.
- [11] Rice, B. H., Quann, E. E., & Miller, G. D. (2013). Meeting and exceeding dairy recommendations: Effects of dairy consumption on nutrient intakes and risk of chronic disease. *Nutrition Reviews*, 71(4), 209–223.
- [12] Melnik, B. C. (2009). Milk - The promoter of chronic Western diseases. *Medical Hypotheses*, 72(6), 631–639.
- [13] Pereira, P. C. (2014). Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition*, 30(6), 619-627.
- [14] Siri-Tarino, P. W., Sun, Q., Hu, F. B., & Krauss, R. M. (2010). Saturated fat, carbohydrate, and cardiovascular disease. In *American Journal of Clinical Nutrition* (Vol. 91, Issue 3, pp. 502–509).
- [15] Mozaffarian, D., Micha, R., & Wallace, S. (2010). Effects on coronary heart disease of increasing polyunsaturated fat in place of saturated fat: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS Medicine*, 7(3).
- [16] Hu, F. B., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Ascherio, A., Colditz, G. A., Speizer, F. E., Hennekens, C. H., & Willett, W. C. (1999). Dietary saturated fats and their food sources in relation to the risk of coronary heart disease in women. *The American journal of clinical nutrition*, 70(6), 1001-1008.
- [17] Larsson, S. C., Männistö, S., Virtanen, M. J., Kontto, J., Albanes, D., & Virtamo, J. (2009). Dairy foods and risk of stroke. *Epidemiology*, 20(3), 355-360.
- [18] Huncharek, M., Muscat, J., & Kupelnick, B. (2008). Dairy products, dietary calcium and vitamin D intake as risk factors for prostate cancer: a meta-analysis of 26,769 cases from 45 observational studies. *Nutrition and cancer*, 60(4), 421-441.
- [19] Elwood, P. C., Givens, D. I., Beswick, A. D., Fehily, A. M., Pickering, J. E., & Gallacher, J. (2008). The survival advantage of milk and dairy consumption: an overview of evidence from cohort studies of vascular diseases, diabetes and cancer. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(6), 723S-734S.
- [20] Qin, L. Q., He, K., & Xu, J. Y. (2009). Milk consumption and circulating insulin-like growth factor-I level: a systematic literature review. *International journal of food sciences and nutrition*, 60(sup7), 330-340.
- [21] Qin LiQiang, Q. L., Xu JiaYing, X. J., Wang PeiYu, W. P., Tong Jian, T. J., & Hoshi, K. (2007). Milk consumption is a risk factor for prostate cancer in Western countries: evidence from cohort studies. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, 16(3).
- [22] Fassio, F., Facioni, M. S., & Guagnini, F. (2018). Lactose malabsorption and intolerance: What should be the best clinical management? *World Journal of Gastrointestinal Pharmacology and Therapeutics*, 9(2), 48.
- [23] Misselwitz, B., Pohl, D., Frühauf, H., Fried, M., Vavricka, S. R., & Fox, M. (2013). Lactose malabsorption and intolerance: Pathogenesis, diagnosis, and treatment. *United European Gastroenterology Journal*, 1(3), 151-159.

- [24] Fiocchi, A., Schünemann, H. J., Brozek, J., Restani, P., Beyer, K., Troncone, R., ... & Lockey, R. F. (2010). Diagnosis and rationale for action against cow's milk allergy (DRACMA): a summary report. *Journal of Allergy and clinical immunology*, 126(6), 1119-1128.
- [25] 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.
- [26] Mazziotta, C., Tognon, M., Martini, F., Torreggiani, E., & Rotondo, J. C. (2023). Probiotics mechanism of action on immune cells and beneficial effects on human health. *Cells*, 12(1), 184.
- [27] Chung, H., Pamp, S. J., Hill, J. A., Surana, N. K., Edelman, S. M., Troy, E. B., Reading, N. C., Villablanca, E. J., Wang, S., Mora, J. R., Umesaki, Y., Mathis, D., Benoist, C., Relman, D. A., & Kasper, D. L. (2012). Gut immune maturation depends on colonization with a host-specific microbiota. *Cell*, 149(7), 1578–1593.
- [28] Abatenh, E., Gizaw, B., Tsegay, Z., Tefera, G., & Aynalem, E. (2018). Health benefits of probiotics. *J Bacteriol Infect Dis*, 2(1).
- [29] Morelli, L., & Capurso, L. (2012). FAO/WHO guidelines on probiotics: 10 years later. *Journal of clinical gastroenterology*, 46, S1-S2.
- [30] Gheorghita, R., Anchidin-Norocel, L., Filip, R., Dimian, M., & Covasa, M. (2021). Applications of biopolymers for drugs and probiotics delivery. *Polymers*, 13(16), 2729.
- [31] James, A., & Wang, Y. (2019). Characterization, health benefits and applications of fruits and vegetable probiotics. *CyTA-Journal of Food*, 17(1), 770-780.
- [32] Mohanty, D., Misra, S., Mohapatra, S., & Sahu, P. S. (2018). Prebiotics and synbiotics: Recent concepts in nutrition. *Food bioscience*, 26, 152-160.
- [33] Latif, A., Shehzad, A., Niazi, S., Zahid, A., Ashraf, W., Iqbal, M. W., ... & Korma, S. A. (2023). Probiotics: Mechanism of action, health benefits and their application in food industries. *Frontiers in microbiology*, 14, 1216674
- [34] Mani-López, E., Ramírez-Corona, N., & López-Malo, A. (2023). Advances in probiotic incorporation into cereal-based baked foods: Strategies, viability, and effects—A review. *Applied Food Research*, 3(2), 100330.
- [35] Mazzoni, L., Ariza Fernández, M. T., & Capocasa, F. (2021). Potential health benefits of fruits and vegetables. *Applied Sciences*, 11(19), 8951.
- [36] Garcia-Salas, P., Morales-Soto, A., Segura-Carretero, A., & Fernández-Gutiérrez, A. (2010). Phenolic-compound-extraction systems for fruit and vegetable samples. *Molecules*, 15(12), 8813-8826.
- [37] Dreher, M. L. (2018). Whole fruits and fruit fiber emerging health effects. *Nutrients*, 10(12), 1833.
- [38] Zahid, H. F., Ranadheera, C. S., Fang, Z., & Ajlouni, S. (2021). Utilization of mango, apple and banana fruit peels as prebiotics and functional ingredients. *Agriculture (Switzerland)*, 11(7).
- [39] Naseem, Z., Mir, S. A., Wani, S. M., Rouf, M. A., Bashir, I., & Zehra, A. (2023). Probiotic-fortified fruit juices: Health benefits, challenges, and future perspective. *Nutrition*, 115, 112154
- [40] Salvetti, E., & O'Toole, P. W. (2017). When regulation challenges innovation: The case of the genus *Lactobacillus*. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 187-194.
- [41] Facioni, M. S., Raspini, B., Pivari, F., Dogliotti, E., & Cena, H. (2020). Nutritional management of lactose intolerance: the importance of diet and food labelling. *Journal of translational medicine*, 18, 1-9.
- [42] Giugliano, R., Musolino, N., Ciccotelli, V., Ferraris, C., Savio, V., Vivaldi, B., Ercolini, C., Bianchi, D. M., & Decastelli, L. (2023). Soy, rice and oat drinks: Investigating chemical and biological safety in plant-based milk alternatives. *Nutrients*, 15(10), 2258.
- [43] Champagne, C. P., da Cruz, A. G., & Daga, M. (2018). Strategies to improve the functionality of probiotics in supplements and foods. *Current Opinion in Food Science*, 22, 160-166.
- [44] Septembre-Malaterre, A., Remize, F., & Poucheret, P. (2018). Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: Changes in bioactive compounds during lactic fermentation. *Food research international*, 104, 86-99.
- [45] Barbosa, A. A. T., Mantovani, H. C., & Jain, S. (2017). Bacteriocins from lactic acid bacteria and their potential in the preservation of fruit products. *Critical reviews in biotechnology*, 37(7), 852-864.
- [46] 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*, 483-513, Woodhead Publishing.
- [47] Vinderola, C. G., Costa, G. A., Regenhart, S., & Reinheimer, J. A. (2002). Influence of compounds associated with fermented dairy products on the growth of lactic acid starter and probiotic bacteria. *International Dairy Journal*, 12(7), 579-589.
- [48] Di Gioia, D., & Biavati, B. (2018). Probiotics and prebiotics in animal health and food safety: conclusive remarks and future perspectives. *Probiotics and prebiotics in animal health and food safety*, 269-273.
- [49] Delgado, G. T. C., & Tamashiro, W. M. D. S. C. (2018). Role of prebiotics in regulation of microbiota and prevention of obesity. *Food Research International*, 113, 183-188.
- [50] Joint, F. A. O. (2006). Probiotics in food. Health and nutritional properties and guidelines for evaluation.

- [51] Tran, A. M., Nguyen, T. B., Nguyen, V. D., Bujna, E., Dam, M. S., & Nguyen, Q. D. (2020). Changes in bitterness, antioxidant activity and total phenolic content of grapefruit juice fermented by *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. *Acta Alimentaria*, 49(1), 103–110.
- [52] Li, S., Tao, Y., Li, D., Wen, G., Zhou, J., Manickam, S., Han, Y., & Chai, W. S. (2021). Fermentation of blueberry juices using autochthonous lactic acid bacteria isolated from fruit environment: Fermentation characteristics and evolution of phenolic profiles. *Chemosphere*, 276.
- [53] Wang, C. Y., Ng, C. C., Su, H., Tzeng, W. S., & Shyu, Y. T. (2009). Probiotic potential of noni juice fermented with lactic acid bacteria and bifidobacteria. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(sup6), 98-106.
- [54] Ghafari, S., & Ansari, S. (2018). Microbial viability, physico-chemical properties and sensory evaluation of pineapple juice enriched with *Lactocaseibacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus* and inulin during refrigerated storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(4), 2927–2935.
- [55] Gupta, E., Mishra, N., Mishra, P., Shiekh, A., Gupta, K., & Singh, P. (2020). FRUIT PEELS: A STRONG NATURAL SOURCE OF ANTIOXIDANT AND PREBIOTICS. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 12(5), 134–143.
- [56] Cai, L., Wang, W., Tong, J., Fang, L., He, X., Xue, Q., & Li, Y. (2022). Changes of bioactive substances in lactic acid bacteria and yeasts fermented kiwifruit extract during the fermentation. *LWT*, 164.
- [57] Guarino, M. P. L., Altomare, A., Emerenziani, S., Di Rosa, C., Ribolsi, M., Balestrieri, P., Iovino, P., Rocchi, G., & Cicala, M. (2020). Mechanisms of action of prebiotics and their effects on gastro-intestinal disorders in adults. *Nutrients*, 12(4), 1037.
- [58] Bintsis, T. (2018). Lactic acid bacteria as starter cultures: An update in their metabolism and genetics. *AIMS Microbiology*, 4(4), 665–684.
- [59] Ruiz Rodríguez, L. G., Zamora Gasga, V. M., Pescuma, M., Van Nieuwenhove, C., Mozzi, F., & Sánchez Burgos, J. A. (2021). Fruits and fruit by-products as sources of bioactive compounds. Benefits and trends of lactic acid fermentation in the development of novel fruit-based functional beverages. *Food Research International*, 140.
- [60] Szutowaska, J. (2020). Functional properties of lactic acid bacteria in fermented fruit and vegetable juices: A systematic literature review. *European Food Research and Technology*, 246(3), 357-372.
- [61] Fessard, A., & Remize, F. (2017). Why are *Weissella* spp. not used as commercial starter cultures for food fermentation?. *Fermentation*, 3(3), 38.
- [62] Ayed, L., M'hir, S., & Hamdi, M. (2020). Microbiological, biochemical, and functional aspects of fermented vegetable and fruit beverages. *Journal of Chemistry*, 2020(1), 5790432.
- [63] Kaprasob, R., Kerdchoechuen, O., Laohakunjit, N., Thumthanaruk, B., & Shetty, K. (2018). Changes in physico-chemical, astringency, volatile compounds and antioxidant activity of fresh and concentrated cashew apple juice fermented with *Lactiplantibacillus plantarum*. *Journal of Food Science and Technology*, 55(10), 3979–3990.
- [64] Hossain, M. A., Das, R., Yasin, M., Kabir, H., & Ahmed, T. (2022). Potentials of two *Lactobacilli* in probiotic fruit juice development and evaluation of their biochemical and organoleptic stability during refrigerated storage. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 23(2), 131-140.
- [65] Jin, X., Chen, W., Chen, H., Chen, W., & Zhong, Q. (2018). Comparative Evaluation of the Antioxidant Capacities and Organic Acid and Volatile Contents of Mango Slurries Fermented with Six Different Probiotic Microorganisms. *Journal of Food Science*, 83(12), 3059–3068.
- [66] Muhiaddin, B. J., Hussin, A. S. M., Kadum, H., Hamid, A. A., & Jaafar, A. H. (2021). Metabolomic changes and biological activities during the lacto-fermentation of jackfruit juice using *Lactobacillus casei* ATCC334. *Lwt*, 141, 110940.