

Received: 18.08.2021
Accepted: 30.09.2021

Starter Kültürler

Mehtap ÇİFTÇİ¹, Nilgün ÖNCÜL^{2*}

^{1,2} Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fethiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 48300, Fethiye/Muğla, Türkiye

Özet

Starter kültürler; gıdalarda kontrollü ve güvenilir fermantasyon sağlamak amacıyla kullanılan ve gıdalara bazı özellikler kazandıran yararlı mikroorganizmalardır. Starter kültürler; asit oluşturma, proteoliz, lipoliz, tat ve aroma bileşiklerinin oluşumu, patojen ve diğer zararlı mikroorganizmaların inhibisyonu gibi temel işlevlere sahiptirler. Elde edilmiş kaynaklarına (doğal, ticari ve dondurulmuş), içerdikleri mikroorganizma kompozisyonuna (tanımlanmış suşlu ve tanımlanmamış suşlu) ve optimum gelişme sıcaklıklarına (mezofilik ve termofilik) göre sınıflandırılırlar. Starter kültür olarak kullanılan en önemli bakteri grubu laktik asit bakterileridir (LAB). Bunlar; *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus* ve *Pediococcus* türleridir. Aynı zamanda *Bifidobacterium* ve *Propionibacterium* cinsi bakteriler de sıklıkla kullanılan mikroorganizmalardır. Bu türler genel olarak Gram pozitif, katalaz negatif, sporsuz, fakültatif anaerob, homofermentatif, çubuk veya kok şeklindedirler. Gelişme sıcaklıkları bakımından mezofilik veya termofilik olup 10-45°C sıcaklıklarda gelişebilen yararlı mikroorganizmalardır. Starter kültürler kullanıldığı ürüne has özellikler kazandırır. Patojen mikroorganizmaları inhibe ederek ürünün uzun süre korunmasını ve saklanmasını sağlarlar. Sağlık açısından çeşitli faydaları vardır. Bu çalışmada; starter kültürlerin tanımı, starter kültür olarak kullanılan mikroorganizmalar ve yararları ile ilgili bilgiler derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Starter kültür, Laktik asit bakterileri, Gıda Güvenirliği, Fermantasyon

Starter Cultures

Mehtap ÇİFTÇİ², Nilgün ÖNCÜL^{2*}

Abstract

Starter cultures are beneficial microorganisms that are used to provide controlled and reliable fermentation for gaining some features in foods. Starter cultures have basic functions such as acid formation, proteolysis, lipolysis, formation of flavor and aroma compounds, and inhibition of pathogens and other harmful microorganisms. Starter cultures are classified according to their source (natural, commercial, and frozen), the composition of microorganisms (specified and unspecified strains), and optimum growth temperatures (mesophilic and thermophilic). Lactic acid bacteria (LAB) are the most important group in starter cultures. *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, and *Pediococcus* species are belong to this group. While *Bifidobacterium* and *Propionibacterium* species are also frequently used microorganisms. These species are generally Gram-positive, catalase-negative, non-spore-forming, facultative anaerobic,

*Sorumlu Yazar, e- mail: nilgunoncul@hotmail.com

homofermentative, bacilli or cocci. They are mesophilic or thermophilic that can grow at temperatures between 10°C to 45°C. When starter cultures are used in a product they improve specific characteristics for the food. Starter cultures are ensured long-term preservation and storage of the product by inhibiting pathogenic microorganisms. They have various health benefits. In this study; the definition of starter cultures, microorganisms used as starter cultures, and their benefits compiled.

Keywords: Starter culture, Lactic acid bacteria, Food Safety, Fermentation

1. Giriş

Mikroorganizmalar yaşamın vazgeçilemez öğelerinden biridir. Çeşitli elementlerin doğal döngüsü, tarım, biyoteknoloji, çevre mühendisliği ve gıda gibi birçok alanda doğal veya kontrollü koşullar altında mikroorganizmalardan yararlanılmaktadır. Et ürünleri, süt ürünleri, alkollü içecekler, sirke ve turşu gibi birçok gıda, mikroorganizma faaliyetleri ile elde edilmektedir. Doğal veya geleneksel yöntemler kullanılarak üretilen bu ürünler bazı seçilmiş mikroorganizmalar kullanılarak kontrollü koşullarda da üretilmektedir [1]. Fermantasyon gıdaların üretimi ve korunması için uzun yıllardır uygulanan bir yöntemdir. Uygarlık tarihi boyunca bitkisel ve hayvansal ürünlerin fermantasyonu için çeşitli yöntemler kullanılmıştır. İlk kayıtlar MÖ 6000 yıllarına kadar uzanmaktadır. Çok eski zamanlarda mikroorganizmaların rolü henüz bilinmemesine rağmen fermente yiyecek ve içecekler ustaca üretilmiştir [2]. Mikrobiyolojinin bir bilim dalı olarak ortaya çıkmasıyla, gıda fermantasyonlarında biyolojik temelli bilgi birikimi artmış ve fermantasyon süreci anlaşılmaya başlamıştır. Son yıllarda, çok çeşitli hammadde, mikroorganizma ve üretim teknikleri kullanılarak küresel olarak üretilen fermente yiyecek ve içeceklere ilgi artmıştır. Günümüzde, tüm dünyada 3.500'den fazla, meyve-sebze ve süt bazlı fermente yiyecek ve içecek üretildiği tahmin edilmektedir [3].

Gıda fermantasyonu sırasında karbonhidratların asit ve/veya alkole dönüşmesi, oksijenin tükenmesi, antimikrobiyal moleküllerin üretilmesi ve sonuçta saprofit organizmaların gelişiminin engellenmesi nedeniyle ilk hedefin gıdanın korunması olduğu düşünülmektedir. Fermantasyon koşullarının kontrolü; gıda fermantasyonunun sanayileşmesi sürecinde gıdanın aroma ve taktüründe devamlılığı sağlamak için giderek önemli olmuştur. Bu durum; endüstriyel gıda fermantasyonlarında starter kültür kullanımını avantajlı hale getirmiştir [4] .

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde yapılan tanıma göre; Starter kültür: Peynir üretiminde esas olarak asitliği artırmak ve peynire kendine özgü tat, aroma gibi özellikleri kazandırmak amacıyla kullanılan, içeriğinde laktik asit bakterileri gibi belirli bakteriler, maya ve küfler bulunduran mikroorganizma kültürlerini ifade etmektedir [5].

Starter kültür; kontrollü ve güvenilir bir fermantasyon sağlamak için gıdalara eklenen, bazı gıda maddelerinin üretiminde ürüne özgü lezzet, yapı, tekstür ve görünüm bakımından istenilen özellikleri kazandırmak ve zararlı mikroorganizmaların gelişimini sınırlamak amacıyla kullanılan yararlı mikroorganizmalardır [6-8].

Fermente gıdaların üretiminde kalite; özel mikroorganizmaların varlığı, gelişmeleri ve metabolik aktivitelerine bağlıdır. Fermantasyon prosesi; doğal fermantasyon, backslopping ve starter kültür kullanımı olmak üzere üç grupta toplanmaktadır. Hammaddede ya da çevrede bulunan mikroorganizmaların ilk florayı oluşturduğu doğal fermantasyonda uygun mikroorganizmaların olması fermantasyonun başarılı olmasını sağlamayabilir. Başarılı bir fermantasyon sonucu elde edilmiş ürünün hakim florayı oluşturması için kullanıldığı backslopping yönteminde ise çoğalabilen hücrelerin inokülasyonu zordur. Böylelikle; bu metotlar yerini son ürünün duyuşal ve

besinsel özelliklerinin kontrol edilebildiği hızlı ve tutarlı bir fermantasyon gerçekleştiren starter kültür kullanımına bırakmıştır [9,10].

Bu çalışmada; starter kültürlerin işlevleri, çeşitleri, starter kültür olarak kullanılan mikroorganizmalar, yararları, doğal kaynakları ve bulunması gereken özellikleri hakkında temel bilgiler derlenmesi amaçlanmıştır.

2. Starter Kültürlerin İşlevleri

Fermantasyon işlemini gerçekleştirmek için kullanılan starter kültürler ürettikleri enzimlerle ürünün bileşiminde bulunan bazı maddeleri metabolize ederek parçalanma ürünleri oluşmasını sağlarlar. Fermantasyon boyunca organik asitler bakteriyosinler gibi antimikrobiyal özellikte proteinler diasetil, alkol ve CO₂ gibi metabolitleri oluştururlar [11]. Starter kültürler; asit oluşturma, proteoliz, lipoliz, tat ve aroma bileşiklerinin oluşumu, patojen ve diğer zararlı mikroorganizmaların inhibisyonu gibi temel işlevlere sahiptirler [6].

2.1. Asit Oluşturma:

Organik asitler laktik asit bakterileri (LAB) tarafından üretilen karbonhidrat metabolizmasının son ürünüdür [12]. Starter kültür olarak kullanılan bakteriler asit oluşturarak pH değerini düşürür ve asitliği geliştirir [13]. Ortamda artan asitlik; ham maddeden kaynaklanan veya çevresel yollardan gıdaya kontamine olan mikroorganizmaların gelişmesini ve çoğalmasını engelleyerek gıda güvenilirliğinin artmasını ve böylece raf ömrünün uzamasını sağlar. LAB tarafından üretilen asitler organik asitlerden en önemlisi laktik asittir. Asetik asit, propiyonik asit ve benzoik asit de LAB tarafından üretilir [7,11]. Sebze, et ve süt gibi ürünlerde fermantasyon işlemi süresince farklı bakteriler tarafından birçok organik asit önemli miktarda üretilmektedir. LAB'leri fermantasyon sırasında glikozu son ürün olan laktik aside dönüştürürler. Homofermantatif LAB'leri tarafından fruktoz difosfat yolu ile fermente edilen şekerlerden %90 veya %100 saf laktik asit üretilir. Heterofermantatif *Lactobacillus* bakterileri tarafından üretilen asetik asitin aromaya katkısı bulunduğu gibi *Bifidobacterium* cinsleri tarafından üretilen asetik asitin ise *Escherichia coli* bakterisine karşı konakçıyı koruyucu ve bağırsak savunmasını geliştirici özelliği bulunur. Gıdada özellikle funguslara karşı kullanılan propiyonik asit, heterofermantatif LAB'leri tarafından az miktarda üretilir [11].

2.2. Proteoliz:

Proteinlerin ve peptitlerin; enzimlerle peptit bağlarının hidrolizi sonucu aminoasitlere parçalanmasına proteoliz denir. Proteinlerin uzun peptit zincirleri endopeptidazlar tarafından kırılır, karboksipeptidazlar ve aminopeptidazlar tarafından ise uç aminoasitlere ayrılır. Mikroflora, fizikokimyasal koşullar ve pH değerine bağlı olmak üzere enzimlerin de katabolik etkisi ile amino asitlerden farklı yan ürünler elde edilir. Ürünün tekstürü, tat ve aromasının belirlenmesinde proteolizin önemli bir rolü bulunmaktadır [14,15].

2.3. Lipoliz:

Lipoliz; yağların starter kültürde bulunan bazı bakterilerin lipolitik enzimleri ile ester bağlarının koparılması, yağın gliserin ve yağ asitlerine kadar parçalanması olayıdır [16]. Fermente gıdaların üretiminde yağların enzimatik metabolizması sınırlıdır. LAB tarafından üretilen esterazların,

trigliseritler üzerinde ki aktivitesi diğliserit ve monogliseritlere göre daha azdır. Yağın parçalanması sonucu serbest yağ asitleri, gliserol, mono ve diğliseritler ortaya çıkar. Serbest yağ asitleri peynirlerde aromanın oluşması için önemli bileşikler olup ester ve tiyoesterleri oluşturmak için alkol veya sülfidril grupları ile reaksiyona girer ve laktonlar gibi birçok aroma maddesi için prekursor olarak rol alırlar [17,18].

2.4. Tat ve Aroma Bileşiklerinin Oluşumu:

Lezzet; genel olarak tat, koku, acı ve sıcaklık duygularını da kapsayan karmaşık bir algıdır. Lezzet algısı, genelde tat ve kokunun birleşimi şeklinde ifade edilmekle beraber gıdanın görünüşü ve doku özellikleri de lezzet algısının değerlendirilmesi açısından önemli role sahiptir. Fermantasyon sırasında bazı enzimlerin aktivitesi sayesinde birçok lezzet maddesi oluşur. Starter kültürler, lezzet bileşenlerini oluşturan metabolik yollar için gerekli olan enzimlerin ana kaynağıdır [19]. LAB fermente gıdaların ürüne özgü aroma bileşiklerini üretir. Aroma bileşiklerinin oluşması ve lezzetin geliştirilmesinde; laktoz ve sitrat fermantasyonu, yağ asitlerini açığa çıkaran lipoliz ve amino asit katabolizmasının meydana geldiği proteoliz önemli role sahiptir [7,12]. Starter kültür olarak kullanılan LAB'leri organik asitler, diasetil, asetat, benzaldehit, çeşitli aminler, karbonil ve kükürtlü bileşikler gibi aromatik bileşikler üreterek ürünün kendine has aroma, koku, lezzet ve yapı kazanmasını sağlarlar [20,21]. LAB tarafından anaerobik şartlarda pirüvat laktik aside dönüştürülür. Ara üründeki pirüvatın bir kısmı da farklı son ürünlere dönüşebilir. Bu ürünler lezzet bileşiklerini oluşturur. LAB'nin ileri pirüvat katabolizması sonucu ürettiği asetat, format, etanol, asetaldehit, diasetil, asetoin ve 2,3 bütandiol başlıca lezzet bileşenleridir. Sitrat metabolizmasında ise üretilen asetat, diasetil, asetoin ve 2,3-bütandiol temel lezzet bileşikleridir. LAB'nin sitrat kullanarak ürettiği süksinat, mono sodyum glutamata benzeyen lezzeti arttıran bir bileşendir [19, 22].

2.5. Antimikrobiyal Bileşikler:

Organik asit (propiyonik, asetik ve laktik asit vb.), hidrojen peroksit (H_2O_2), karbon dioksit (CO_2), diasetil ($C_4H_6O_2$), asetaldehit (C_2H_4O), etanol (C_2H_5OH) ve bakteriyosin gibi antimikrobiyal bileşikler ürettikleri için LAB'den biyolojik koruyucular olarak yararlanılır. Ürettikleri bu metabolitler sayesinde diğer mikroorganizmalara karşı antagonistik aktivite gösterirler[7,23]. Laktik asit üretimine bağlı olarak pH değerinde görülen düşüş LAB'nin temel antimikrobiyal etkisidir. pH değerleri düşük olduğunda, çok miktarda laktik asit iyonize olmamış (dissosiyasyon olmamış) şekilde bulunduğundan birçoğu küf, maya ve bakteri için toksik etkiye sebep olur. Aynı şekilde diğer organik asitler de düşük pH değerlerinde ve dissosiyasyon olmamış molekül yapılarından kaynaklı antimikrobiyal etki gösterirler. Asetaldehit ve etil alkolde antimikrobiyal etki gösterirler fakat koruyucu etkileri çok yaktır [23].

3. Starter Kültür Çeşitleri

Starter kültürler; elde edilmiş kaynaklarına, içerdikleri mikroorganizma kompozisyonuna veya optimum gelişme sıcaklıklarına göre sınıflandırılırlar [8].

3.1. Elde Edilmiş Kaynaklarına Göre Starter Kültürler

Doğal (Artizanal) Starter Kültürler

Doğal kültürlerin üretimi backslopping olarak adlandırılan bir önceki başarılı fermente ürünün fermantasyonu başlatmak için inoküle edilmesi ve ardından pH, sıcaklık gibi özel

koşulların uygulanmasını içerir. Bu sürede çevreden gelebilecek kontaminasyonu önlemek için özel bir uygulama yapılmaz. Bunun sonucu olarak doğal starterler; aroma oluşumu, antimikrobiyal madde üretimi, faj direnci gibi önemli teknolojik karakterlerin bir arada olduğu iyi gelişebilen çok sayıda kültür ve tür içeren mikroorganizmalardan oluşur [24]. Geleneksel yöntemle peynir üretimi esnasında starter kültür kullanılmadan çiğ süt kullanılır [8,25]. Bu peynirlerin üretiminde çiğ süttten gelen mikroorganizmaların oluşturduğu mikrofloradan yararlanır ve bu mikroorganizmalar canlılığını koruyarak çoğalırlar. Doğal starterler; bakteriyolojik açıdan yüksek kaliteli çiğ süt, peynir altı suyu (PAS) veya PAS ile rennin karıştırılarak elde edilir [8]. Bu yöntemle üretilen doğal PAS kültürleri için genellikle bir gün önceki PAS kullanılır. Doğal starter kültürler peynir işletmelerinde günlük olarak üretilir ve istenilen mikroflora, çiğ süte veya PAS'a bazı işlemlerin (ısıtma işlemi, inkübasyon sıcaklığı, pH, rekabet) uygulanması ile elde edilir. PAS'dan bir miktar alınıp içerdiği mikroorganizmaların gelişmesini veya zenginleşmesini sağlamak amacıyla uygun sıcaklıkta ve sürede inkübe edilerek PAS kültürü hazırlanır [26]. Doğal PAS kültürleri dışında süt kullanılarak üretilen doğal süt starterleri de kullanılır, bunlar özellikle yumuşak veya yarı sert peynir üretimi için tercih edilir. Günümüzde; Minas, Parmigiano Reggiano, Grana Padano, Mozzarella, Emmental, Comté ve ülkemizde üretimi gerçekleştirilen Kars Kaşarı bu doğal starter kültürler ile üretilen tanınmış peynirlerden sadece birkaçıdır [8].

Ticari Starter Kültürler

Ticari starter kültürler, fermente gıdaların üretiminde kullanılmak üzere süt ürünlerinde kullanılan teknoloji dikkate alınarak geliştirilmiş çeşitli formlardaki kültürlerdir. İlk başlarda sıvı starter kültürler üretilirken, sonrasında dondurarak kurutma (liyofilizasyon) tekniği geliştirilerek dondurulmuş ve dondurarak kurutulmuş (liyofilize) starter kültürler üretilmiştir [8]. Ticari starter kültürler üretim yöntemlerine göre sıvı, toz (püskürterek kurutma ve dondurarak kurutma) ve dondurulmuş kültürler olarak 3 ana gruba ayrılır [26,27].

Sıvı Starter Kültürler

Sıvı starter kültürler hazırlanırken kullanılacak ürüne özgü bakteriler belirlenerek yağsız süt tozu ile hazırlanmış olan süte ekimi yapılır ve uygun koşullarda inkübe edilir. Bakteriler en yüksek seviyeye ulaştığında elde edilen kültür hemen soğutularak uygun ambalajlarda işletmelere gönderilir. Bakteriler aktivitelerini kaybetmemeleri için +4°C'de saklanır. Sıvı kültürlerin kullanımı kolay olup maliyetleri düşüktür. Raf ömrünün kısa olmasından dolayı kısa sürede kullanılması gerekir. Günümüzde sıvı starter kültürler yerine toz ve dondurulmuş kültürler kullanılır [7,8].

Toz (Kurutulmuş) Starter Kültürler

Sıvı kültürlerin kullanılmasında karşılaşılan sorunlardan dolayı, starter kültürler kurutulmuş toz starter kültürler üretilmeye başlanmıştır. Toz starter kültürler püskürtmeli kurutma ve dondurarak kurutma yöntemi kullanılarak üretilir [28,29].

Püskürterek Kurutma

Püskürterek kurutma yönteminde sıvı kültür atomize edilerek 150-200°C sıcaklığındaki odaya yüksek bir hız ve basınçla püskürtülür ve işlem sonunda toz halinde kurutulmuş starter kültürler elde edilir. Püskürterek kurutma yöntemi düşük maliyetli olması nedeniyle, en fazla kullanılan teknik olan dondurarak kurutma (liyofilizasyon) yöntemine kıyasla da ekonomik ve verimlidir.

Fakat kurutma işlemi süresince mikroorganizmaların yüksek oranda canlılığını yitirmesi, depolamada daha düşük stabilize gözlenmesi ve rehidrasyon sırasında meydana gelen güçlükler sebebiyle dondurarak kurutma yöntemine göre daha az kullanılan bir yöntemdir [30].

Dondurarak Kurutma (Liyofilizasyon)

Liyofilizasyon işlemi ile kültür önce dondurulur sonra süblimasyon ile su buharı uzaklaştırılır. Starter kültür öncelikle -40 ile -60°C sıcaklıkta dondurulur sonra 0.1-0.2 mm Hg'den daha düşük bir basınç ile vakumlanarak su uzaklaştırılır. Bu yöntem kullanılarak hazırlanan kültürler ambalajlanırken paketteki hava uzaklaştırılır. Kültürde bulunan az miktardaki sudan dolayı içerisindeki mikroorganizmalar canlılıklarını uzun süre koruyabilirler [7]. Konsantre liyofilize kültürde ise sıvı kültür önce santrifüjlenir ardından liyofilizatörde kurutulmuş toz hale getirilir. Konsantre liyofilize kültürdeki canlı mikroorganizma sayısı normal liyofilize kültürdeki canlı mikroorganizma sayısından daha fazladır. Mikroorganizma hücrelerinin canlılığını korumasından dolayı raf ömrü uzun kültürler üretilir. Bu nedenle dondurma yönteminden daha fazla tercih edilir fakat diğer kurutma yöntemlerine göre daha maliyetlidir. İşlem sırasında daha fazla enerji ve zaman harcanması maliyeti artırır [8].

Dondurulmuş Starter Kültürler

Starter kültürler dondurulmuş formda da üretilebilir. Dondurulmuş olarak hazırlanan bu starter kültürler depolama boyunca stabil kalır. Optimum koşullarda saklanırsa uzun yıllar boyunca canlılıklarını koruyabilirler. Dezavantajı ise işletmelere sevk edilirken kuru buz kullanıldığı için nispeten pahalı olmalarıdır [31].

Dondurulmuş starter kültürler iki farklı yolla üretilir:- Derin ve sıfırın altındaki sıcaklıklarda (-20 ile -80°C) dondurma ve- Sıvı azot içinde -196°C'de ultra sıcaklıkta dondurma.Derin dondurma yöntemi ile üretimde; steril süte aktif bir starter kültür inoküle edilir ve ana kültür olarak muhafaza edilmek üzere -30°C- -40°C'de dondurulur. Bu dondurulmuş kültürler, -40°C' de saklandığında birkaç ay boyunca canlı kalabilirler. Bu şekilde laboratuvarlarda elde edilen kültürler, kuru buz içinde işletmelere ulaştırılır [27]. Sıvı azot içinde dondurma yönteminde ise;sıvı bakteri kültürleri santrifüjden geçirilerek konsantrasyonları artırılır ve sıvı azotta -196°C'de dondurularak üretilir. Bu dondurma yönteminde, diğer dondurma yöntemlerine göre en iyi sonucun alındığı düşünülmektedir. Sıvı azotta üretilen kültürler, dondurularak hazırlanan kültürlere göre daha stabil kalır ve daha kolay kullanıma sahiptir fakat işletmeler açısından daha maliyetlidir [7].

İçerdikleri Mikroorganizma Kompozisyonuna Göre Starter Kültürler

Starter kültürler içerdikleri mikroorganizma kompozisyonuna göre tanımlanmış suşlu starter (defined strain starter – DSS) kültürler ve tanımlanmamış suşlu starter kültürler olmak üzere iki farklı gruba ayrılmaktadır. Tanımlanmış starter kültürler (DSS) ve tanımlanmamış karmaşık starter kültürler arasındaki temel fark, bakteriyofaj saldırılarına olan hassasiyetleridir. Genel olarak, tanımlanmış starterler bakteriyofaj saldırısına karşı tanımlanmamış kompleks starterlerden daha savunmasızdır [32].

Tanımlanmış Suşlu Starter Kültürler

DSS kültürleri, genellikle bilinen özelliklere sahip bir veya daha fazla suştan oluşur [32,33]. Bu starterler, tek suşlu (single strain starter – SSS) ve çok suşlu starter kültürler (karışık – mixed strain starter – MSS) ya da tek suşlu, çift suşlu ve çok suşlu starter kültürler olarak gruplandırılır [8].

Tek suşlu starter kültür

Tek suşlu starter kültürler genellikle tanımlanmamış MSS kültürlerinden alınıp izole edilir ve çoğunlukla mezofilik laktokoklardan oluşur [32,34]. Bu starterlerdeki suş veya tür oranı belli olduğundan optimize edilmiş ve teknolojik performansları tekrarlanabilecek düzeydedir [26].

Çok suşlu starter kültürler

Çok suşlu starterler (MSS) özellikleri bilinen, mikrobiyolojik olarak karakterize edilmiş üç veya daha fazla suşun belli oranlarda karışımını içeren kültürlerdir. Kültürler hazırlanırken metabolik özellikler, faj direnci ve istenen diğer özellikler için seçimler özenle yapılır. Bu yüzden bir suşun baskın duruma geçmesi veya diğer organizmaların büyümesini etkileyecek inhibitör ajanlar üretmesi gibi durumlar söz konusu değildir. Karışımlar, öngörülebilirlikleri ve kıvamları için genellikle tekli veya çiftli suşlara göre tercih edilir. Farklı faj tiplerine direnç gösteren geniş bir suş spektrumu içerecek şekilde formüle edilirler, böylece bir suş etkilenirse diğer suşlar fermantasyonu tamamlayabilir [8,33].

Tanımlanmamış (Karışık) Suşlu Starter Kültürler

Tanımlanmamış (karışık) suşlu starter kültürler, tarihsel olarak test edilmiş starter kültür organizmalarının karışımlarını içerir. Birkaç cins, tür, hatta organizma suşlarını içerebilirler. Genellikle karışık bir kültürde bulunan organizmaların gerçek kimlikleri bilinmemektedir ve münferit türler mikrobiyolojik veya biyokimyasal olarak karakterize edilmemiş olabilir. Ayrıca, karışık bir kültürdeki farklı organizmaların oranı bir ürün partisinden diğerine sabit olmayabilir. Bununla birlikte, tanımlanmamış suşlar içeren karışık kültürler, kanıtlanmış başarılı kullanım geçmişine sahip oldukları için hala birçok uygulamada başlangıç kültürü olarak kullanılmaktadır. Peynir üretiminde kullanıldığında, suşlardan biri faj enfeksiyonu yüzünden aktivitesini yitirdiğinde, karışık kültürde mevcut olan diğer suşlar, bu faja karşı dirençli olabilir ve fermantasyonu tamamlayabilir [33].

Tablo 1. Gıda fermantasyonlarında kullanılan starter kültür türleri [35,36]

Ürün	Tek suşlu starter kültür	Çok suşlu starter kültür	Karışık suşlu starter kültür
Süt ürünleri	+	+	+
Et ürünleri	+	+	-
Ekşi hamur	+	+	+
Şarap	+	+	+
Sirke	-	-	+
Lahana turşusu	+	-	-
Fermente sebzeler	+	-	-
Sebze ve meyve suları	+	-	-
Soya ürünü	+	-	-

+ : kullanılır; - : kullanılmaz

3.3. Optimum Gelişme Sıcaklıklarına Göre Starter Kültürler

Laktik asit üretimini başlatan kültürlerle birincil kültür veya starter laktik asit bakterileri denilmektedir [8]. Birincil starterler optimum sıcaklık istemlerine göre genellikle mezofilik ve termofilik olarak sınıflandırılır [26].

Mezofilik Starter Kültürler

Mezofilik starterler 18-30°C arasında gelişebilen 45°C'nin üzerinde gelişemeyen homofermentatif ve heterofermentatif streptokoklardan oluşan kültürlerdir. Mezofilik starter kültürler asitliği arttırıcı kültür olarak birçok peynirin üretiminde, tereyağı, ekşitilmiş krema ve kuark yapımında kullanılırlar. Asit yapan mezofilik organizmalar *Streptococcaceae* familyasından *Streptococcus* ve *Leuconostoc* cinslerine ait bakterilerdir ve yaygın olarak *Leu. lactis*, *Leu. cremoris*, *Leu. mesenteroides* türleri starter kültür olarak kullanılır [37].

Termofilik Starter Kültürler

Termofilik starter kültürler 37°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda asit üreten kültürlerdir. Termofil bakterilerin optimum gelişme sıcaklığının 45°C'nin üzerinde olmasından dolayı termofilik starter kültürleri termofil bakterilerden ayırmak gerekir [37]. Termofilik starterler *Str. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis*, *Lb. acidophilus*, *Lb. helveticus*, *Lb. casei* ve *Lb. plantarum* gibi türleri içerir [8]. *Str. thermophilus*, mezofilik starter kültür olarak kullanılan tek *Streptococcus* türüdür [38]. Termofilik starter kültürler; besin maddeleri için rekabet ederek, ortam pH'sını düşürerek, antibiyotik gibi inhibitör maddeler üreterek bakterisid özellik gösterirler. Termofilik starter kültürlerin glikozu parçalama yetenekleri ve proteolitik aktiviteleri *Streptococcus* türlerine oranla daha etkilidirler, özellikle *Lactobacillus* türleri proteini amino asitlere parçalar [37].

4. Starter Kültür Olarak Kullanılan Mikroorganizmalar

Genel olarak, tüm mikroorganizma sınıfları fermente gıdaların üretimi için kullanılsa da mikroorganizmalar içerisinde en önemli grup laktik asit bakterileridir [7,39]. *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus* ve *Pediococcus* cinsleri gıda fermantasyonlarında önemlidir [40]. Bunların dışında *Bifidobacterium*, *Propionobacterium*, *Brevibacterium* ve *Oenococcus* cinlerine ait bakteriler de kullanılır [27].

4.1. *Lactobacillus* spp.

Lactobacillus cinsi bakteriler *Lactobacillaceae* familyasının LAB grubuna ait bakterilerdir. *Lactobacillus* spp.'ler Gram pozitif, katalaz negatif, sporsuz (*Sporolactobacillus inulinus* hariç), genelde hareketsiz, basil veya kokobasil şeklinde, fakültatif anaerob veya mikroaerofilik mikroorganizmalardır. Sahip oldukları enzime bağlı olarak zorunlu homofermantatif (Grup I), fakültatif heterofermantatif (Grup II) ve zorunlu heterofermantatif (Grup III) olmak üzere 3 grup altında toplanırlar. Optimum gelişme sıcaklığı 30-40°C olmakla beraber en düşük 5°C, en yüksek 53°C sıcaklıkta gelişirler. Starter kültürlerde yer alan laktobasiller termofilik olarak adlandırılır. Optimum pH istemi 5.5-5.8 veya daha düşüktür [41-43]. Süt ve mamüllerinde çok rastlanan ve süt mikrobiyolojisinde önemli olan bu bakterilerin patojen özellikleri olmadığı gibi aksine ürettikleri laktik asit ve bazı antimikrobiyal maddeler sayesinde koruyucu etkiye sahiptir. Laktoz intoleransını hafifletmesi, bazı diyare türlerini tedavi etmesi, kanseri önlemesi, bağışıklık sistemini güçlendirmesi ve serum kolesterol miktarını düşürmesi gibi probiyotik özelliklere sahiptirler [42,44]. Starter kültür olarak kullanılan türleri; *Lb. bavaricus*, *Lb. plantarum*, *Lb. casei*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis*, *Lb. helveticus*, *Lb. acidophilus*, *Lb.*

hilgardii, *Lb. sanfranciscensis*, *Lb. fructivorans*, *Lb. brevis*, *Lb. fermenti*, *Lb. curvatus*, *Lb. sakei*, *Lb. bifidus*, *Lb. breuis*, *Lb. salivarius*, *Lb. xylosus*, *Lb. pentosus*, *Lb. kefir* [25,35,38,45].

4.2. *Lactococcus* spp.

Lactococcus cinsi bakteriler LAB grubundandır. *Lactococcus* spp.'ler Gram pozitif, katalaz negatif, sporsuz, hareketsiz, fakültatif anaerobik özellik gösteren, kok şeklinde ve tek, çiftler ya da kısa zincirler halinde bulunabilen mikroorganizmalardır. Optimum gelişme sıcaklığı 30°C olmakla beraber 10°C'nin altında ve 45°C'nin üstündeki sıcaklıklarda gelişemezler. %6.5 tuz (NaCl) konsantrasyonunda canlılıklarını sürdürmezler. Laktokoklar; aroma oluşturma yeteneğinde olması, bakteriyosin ve ekzopolisakkarit (EPS) oluşturmaları, bakteriyofajlara dirençli olması gibi olumlu etkilerinden dolayı fermente süt ürünlerinde kullanılır. Bu mikroorganizmaları süt fermantasyonları için uygun kılan özelliklerin çoğu plazmidlerde kodlanır. Laktoz kullanımı, kazein yıkımı, bakteriyofaj direnci, bakteriyosin üretimi, antibiyotik direnci, metal iyonlarına direnç, metal iyonlarının taşınması ve ekzopolisakkarit (EPS) üretimi gibi özelliklerin tümü ekstra kromozomal plazmit DNA ile ilişkilendirilir. Plazmitler genellikle suşlar arasında konjugasyon yoluyla ve kromozomla insersiyon dizisi (IS) elemanlarıyla değiştirilir. Muhtemelen, bu değiş tokuşlar ve yeniden düzenlemeler, hızlı suş adaptasyonunu sağlar, ancak aynı zamanda önemli metabolik fonksiyonların kararsızlığına da katkıda bulunur. Özellikle de birçoğu peynirin yapımı ve olgunlaştırılması için endüstriyel açıdan önemli mikroorganizmalardır [11,46,47]. Starter kültür olarak kullanılan türleri: *L. lactis* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *cremoris*, *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* [18,27,33,41].

4.3. *Streptococcus* spp.

Streptococcus cinsi bakteriler Gram pozitif, katalaz negatif, yuvarlak veya oval şekilli (kok), spor oluşturamayan, çift halde veya zincirler halinde bulunan, genelde fakültatif anaerob ve homofermentatif mikroorganizmalardır [42,48]. Optimum gelişme sıcaklığı 37°C olup en yüksek ve en düşük gelişme sıcaklıkları türlerine göre değişiklik gösterir [11]. Optimum pH istemi 9.6'dır [42]. Streptokok cinsi içerisinde 79 tür yer alır ve bunlardan sadece *Str. thermophilus* (*salivarius* subsp. *thermophilus* starter kültür olarak kullanılır (Fox ve ark., 2017). *Str. thermophilus* 45-52°C sıcaklıkta gelişebilen, optimum pH istemi 6.0-6.5 olan aerob veya fakültatif anaerob özellik gösteren bir türüdür [49]. Fermente sütler, yoğurt, Feta ve Mozzarella peynirleri gibi süt ürünlerinin üretiminde starter kültür olarak yer alır [18].

4.4. *Leuconostoc* spp.

Leuconostoc cinsi bakteriler Gram pozitif, spor oluşturamayan, hareketsiz, heterofermentatif, fakültatif anaerob, kok şeklinde ikili veya zincir halinde bulunabilen mikroorganizmalardır. Fermantasyon sonucu son ürün olarak laktik asit, etanol, asetat ve CO₂ üretirler. Diasetil üretimi nedeniyle süt ürünlerine lezzet verir. Çevrede, bitkilerde, süt ve süt ürünlerinde, ette, şarapta ve diğer gıdalarda yaygın olarak bulunurlar. Gıdaların karakteristik özelliklerinin kazandırılmasında, duyu kalitesinin gelişmesinde, tat ve aromalarının oluşmasında önemli rol alır [11,50]. *Leuconostoc* cinsine ait bakteriler süt, üzüm, et ve et ürünleri, yeşillik, bazı sebze ve şekerlerin yapısında doğal olarak bulunur [05]. Starter kültür olarak kullanılan türleri: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* ve *Leu. lactis* 'tir [26,33,45,51].

4.6. *Enterococcus* spp.

Enterococcus cinsi bakteriler *Streptococcocea* ailesine ait olup Gram pozitif, katalaz negatif, genelde hareketsiz (*E. casseliflavus*, *E. flavescens* ve *E. gallinarum* hariç), kok şeklinde, tek tek veya çift kısa zincirler oluşturan, fakültatif anaerob mikroorganizmalardır [52,53]. Optimum gelişme sıcaklığı 10-45°C olmakla beraber 60°C'de 30 dakika canlı kalabilirler. Optimum pH istemi 7.2'dir ve 9.6 pH değerinde ve %40 oranında safra tuzu içeren besiyerlerinde üreyebilirler [53,54]. Enterokoklar; bitkilerde, dışkı ile kirlenmiş toprakta, yüzey sularında ve et, süt ürünleri gibi hayvansal gıdalarda bulunur. Bu mikroorganizmalar insan ve hayvanların gastrointestinal sistemlerinde ve bağırsaklarında normal florayı oluşturur. *E. faecium* ve *E. faecalis* türleri probiyotik özellik gösterir. Bu türler endüstriyel açıdan ve özellikle süt endüstrisi açısından en önemli enterokok türleridir ve bu ürünlerin fermantasyonunda doğal starter kültür olarak kullanılır. Bazı LAB'leri ile beraber peynir ve sucuk üretimi için yaygın olarak kullanılan starter kültürlerdir [55]. Enterokokların bazılarının ana kaynaklarının hayvan ve insan bağırsak sistemi olması, starter kültür olarak kullanılmalarının tartışılmasına neden olur. Bu nedenle gıdalarda indikatör olarak kullanılsalar da lezzet gelişiminde olumlu etkilerinden dolayı starter olarak tercih edilirler [41].

4.7. *Pediococcus* spp.

Pediococcus cinsi bakteriler *Lactobacillaceae* familyasının LAB grubuna ait bakterilerdir. *Pediococcus* spp.'ler Gram pozitif, katalaz negatif, sporsuz, hareketsiz, kok şeklinde, mikroaerofilik, fermantatif mikroorganizmalardır. Koklar tekli, ikili veya dörtlü olarak bulunabilir. Gelişme sıcaklıkları 7-45°C arasında olup optimum gelişme sıcaklığı 25-32°C'dir [47,51,56]. *Pediococcus* cinsine ait türler bitkiler, turşu, bira, şarap gibi fermente ürünlerde bulunurlar. Tuza toleransının yüksek olması, yüksek asit üretimine sahip olması ve geliştikleri sıcaklık aralığının geniş olması sebebiyle büyük öneme sahiptirler [47]. Starter kültür olarak kullanılan türleri: *P. acidilactici*, *P. cerevisiae* ve *P. pentasaceus*'tur [38,39,56].

4.8. *Bifidobacterium* spp.

Bifidobacterium cinsi bakteriler *Bifidobacteriaceae* ailesine ait olup Gram pozitif, katalaz negatif, spor oluşturmamayan, hareketsiz, çubuk şeklinde, anaerobik mikroorganizmalardır. Fakat bazı türleri oksijeni tolere edebilir [57,58]. Geliştiği optimum sıcaklık değerleri 37-43°C'dir. Optimum pH istemi 6.5-7.0 pH arasındadır ve ortamdaki pH değeri 4.5-5'ten düşük ve 8-8.5'ten yüksek olduğu durumlarda çoğalmaları azalır [59]. *Bifidobacterium* cinsine ait türler probiyotik özellik göstermesi, gıdaların üretimi ve korunmasında rol alması ve insan beslenmesini olumlu yönde etkilemesinden dolayı önemli türlerdir. *Bf. bifidum* türü starter kültür olarak kullanılır ve özellikle anne sütü ile beslenen çocukların bağırsağında yaygın olarak bulunur. Bağırsak mikrobiyotasında sindirilemeyen karbonhidratları hidrolize ederek fermantasyon yoluyla vücut tarafından kullanılabilir hale getirirler [58]. Starter kültür olarak kullanılan tür *Bf. bifidum*'dur [60,61].

4.9. *Propionibacterium* spp.

Propionibacterium cinsi bakteriler Gram pozitif, katalaz pozitif, spor oluşturmamayan, hareketsiz, mezofilik, pleomorfik çubuk şeklinde, anaerob veya mikroaerofilik mikroorganizmalardır. Optimum gelişme sıcaklığı 25-32°C arasındadır. Optimum pH istemi 6.0-7.5 arasında olmakla beraber pH 5.1-8.5'te 15-40°C'de gelişebilirler. Peynir yapımında hem doğal florada yer alması hem de starter kültür olarak kullanılabilmesi açısından önemlidir. Fermantasyon özelliğinin dışında, probiyotik, asetik asit ve propiyonik asit üretiminde kullanılır [62,63]. Starter kültür olarak kullanılan türleri: *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *freudenreichii* ve *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* [35].

5. Starter Kültür Kullanmanın Yararları

Starter kültür olarak kullanılan ve özellikle süt ürünlerinde bulunan LAB'leri diasetil, asetat, benzaldehit, çeşitli aminler, karbonil ve kükürtlü bileşikler gibi aromatik bileşikler üreterek ürünün kendine has aroma, koku, lezzet ve yapı kazanmasını sağlarlar [20,21].

5.1. Koruma

LAB; gıda maddelerinin üretiminde ve olgunlaşmasında önemli bir paya sahip olduğu için koruyucu bir yöntem olarak kullanılır. Bazı metabolitler üreterek patojen ve bozulmaya sebep olan mikroorganizmaları inhibe ederler. Ürettiği metabolitler; organik asitler, bakteriyosinler, hidrojen peroksit, karbondioksit, diasetil, etanol ve reuterindir. LAB'leri organik asit olan, laktik, asetik, propiyonik ve benzoik asit gibi ürünler sayesinde gıdanın pH değerini düşürerek hammaddede bulunan veya kontamine olan mikroorganizmaların gelişmesini ve çoğalmasını engellerler. Böylece fermente gıdalarda istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini engelleyip raf ömrünü uzatırlar [7,11,20]. Bakteriyosinlerin birçoğu LAB tarafından sentezlenebilen, protein yapılı, doğal antimikrobiyal metabolitlerdir. Patojen ve bozulmaya sebep olan mikroorganizmaların gelişimini engeller [12,20]. Ayrıca; bazı LAB türleri *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* ve *Pseudomonas aeruginosa* gibi gıda kaynaklı patojenlere karşı aktiftir. LAB'leri ürünün korunmasına ve uzun süre boyunca bozulmadan saklanmasına yardımcı olurlar [21,22].

5.2. Probiyotik Özellik

Starter kültür olarak kullanılan LAB'leri probiyotik bakteriler oldukları için sağlık açısından faydalıdır. Probiyotik genel olarak; yeterli düzeyde alındığı zaman konağın sağlığı ve fizyolojisi için yararlı etkiler sağlayan, bağırsağın mikrobiyal dengesini düzenleyen canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanır. Probiyotik mikroorganizmalar bazı asitler oluşturarak bozulmalara sebep olan birçok mikroorganizmaları ve gıda kaynaklı birçok patojenleri inhibe ederler [11,64]. Kolay sindirildikleri için sindirim sisteminde görev alarak kabızlığın azaltılmasını sağlarlar. Gastrointestinal enfeksiyonlara karşı korur ve laktoz intoleransının hafifletilmesine yardımcı olurlar. Chron hastalığı, çeşitli tip diyare ve üriner sistemi hastalıklarında koruyucu ve iyileştirici etki gösterirler. Bazıları kalsiyum bağlayıcı özelliğe sahip olup kemik yapısına katılarak bağışıklık sistemini uyarırlar. Antikanserojenik, antitümöral, antihipertansif, antioksidant, antimikrobiyal ve antiaterjenik etki gösterirler. Serum kolesterolünün düşürülmesinde ve kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde rol alırlar [11,25,65-67].

5.3. Ekzopolisakkarit Üretimi

Ekzopolisakkaritler (EPS) bakteriyel hücre yüzeyinde kapsül şeklinde bulunan veya hücrenin dışına salgılanan, hücrenin yapışmasında ve korunmasında görev alan hücre dışı polisakkaritlerdir. EPS'ler sahip oldukları çeşitli yapı ve fonksiyonel özellikler sayesinde, gıda endüstrisinde stabilizatör, emülgatör, su bağlayıcı ajan, kıvam arttırıcı ve jelleştirici olarak sıklıkla kullanılırlar [11].

LAB suşlarının süt ürünlerinde tekstürel özellikleri iyileştiren EPS'leri ürettiği bilinmektedir [6]. Ekzopolisakkaritler; sahip oldukları viskozite arttırıcı, yapı düzenleyici, su bağlayıcı, stabilizatör ve emülgatör özellikleri sayesinde süt ürünlerinin yapısal özelliklerine olumlu katkıda bulunur. Ekzopolisakkarit üreten *Str. salivarius* ssp. *thermophilus* ve *Lb. dulbreuckii* ssp. *bulgaricus* türleri yoğurt yapımı esnasında viskoziteyi arttırır, serum ayrılmasını azaltır ve yapıyı düzenler.

Ekzopolisakkaritler yüksek su tutma kapasiteleri sayesinde düşük yağlı ve sert peynirlerin kusurlarını önlemek içinde kullanılırlar [68].

EPS'ler mikroorganizmayı; kurumaya, fagositoza, faj saldırılarına, antibiyotiklere, toksik bileşiklere ve ozmotik strese karşı korur ve antimikrobiyal maddelerin difüzyonunu da sınırlandırılırlar [69]. Ürünlere kazandırdığı teknolojik özellikler dışında insan sağlığı üzerinde de faydalı etkileri bulunmaktadır. Birçok probiyotik bakteri ekzopolisakkarit üretebilmektedir. EPS'lerin, kolesterolü düşürdüğü, bağışıklık sistemini güçlendirdiği, antitümör, antiülser ve antimitojenik aktiviteye sahip olduğu ve bu sebeple sağlık üzerine olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir [11,69].

6. Starter Kültürlerin Doğal Kaynakları

Starter kültür olarak kullanılan mikroorganizmalar gıda üretiminde kullanılan pek çok hammadde de doğal olarak bulunur. LAB; süt ve et ürünleri, bazı alkollü içecekler, bazı bitkiler ve bazı meyve-sebzelerden izole edilir. Örneğin; şarap yapımında kullanılan mayalar üzümün doğal yapısında bulunduğundan üzüm suyu kendi haline bırakılarak şarap üretilebilir. Oluşan şarabın duysal özellikleri üzümde gelen mayaların sayısı, hangi tür veya türlerde oldukları, mayaların ve üzümde bulunan diğer mikroorganizmaların aktivitesine bağlıdır. Sonuç olarak duysal özellikleri çok yüksek bir şarapta elde edilebilir, çok düşük bir şarapta elde edilebilir. Yine aynı şekilde sofralık zeytin üretiminde ortama starter eklenmeden, zeytindeki doğal flora sayesinde fermantasyon gerçekleşir. Bu fermantasyonda LAB ve mayalar rol alır. Süt ürünleri de bu örneklerdendir. Bakteriyolojik kalitesi yüksek çiğ süt, peynir, PAS, kefir, kımız ve yoğurta bulunan mikroorganizmalar da spontan fermantasyonu gerçekleştirirler. Gıdalardan izole edilen LAB'leri incelendiğinde genel olarak, *Lactobacillus* türlerinin süt, et, sebze ve tahıl ürünlerinden, *Lactococcus* türlerinin süt ve ürünlerinden, *Leuconostoc* türlerinin süt ve sebzelerden, *Pediococcus* türlerinin et ve sebzelerden, *Oenococcus* türlerinin şaraplardan, *Enterococcus* ve *Streptococcus* türlerinin ise süt ve ürünlerinden izole edildiği görülür [1,8,25,26,70].

7. Starter Kültürlerde Bulunması Gereken Özellikler

Starter kültürler, istenilen düzeyde asit oluşturma kabiliyetine ve proteolitik güce sahip olmalıdır. Hızlı asit üreten ve yüksek düzeyde proteolitik güce sahip kültürler üründe istenmeyen, acı tat ve aromaya sebep olurlar. Bunların dışında lipolitik etki, aroma oluşturma ve gaz oluşturma özelliklerini de istenilen düzeyde taşımaları dikkate alınmalıdır [1]. Starter kültürlerin üretim sırasında dayanıklı olması, hızlı gelişme göstermesi, yüksek biyokütle ve ürün verimine sahip olması ve spesifik organoleptik özellikleri taşıması da istenilen özellikler arasında bulunur [71].

8. Sonuç

Sonuç olarak; starter kültürlerin kullanımı hem gıda üretimi hem de tüketici açısından birçok fayda sağlamaktadır. Starter kültür olarak kullanılan mikroorganizmalar çeşitli aromatik bileşikler üreterek ürünün kendine has aroma, koku, lezzet ve yapı kazanmasını sağlarlar ve ürünün tekstürel özelliklerinin iyileşmesinde rol oynarlar. Patojen ve bozulmaya sebep olan mikroorganizmaları inhibe ederler. Gıda maddelerinin üretiminde ve olgunlaşmasında önemli bir paya sahip olduğu için koruyucu bir yöntem olarak kullanılır ve ürünün uzun süre boyunca bozulmadan saklanmasına yardımcı olurlar. Probiyotik bakteriler oldukları için sağlık açısından faydalıdır. Günümüzde et ürünleri, sebze ve meyveler, tahıl ürünleri ve süt ürünlerinin fermantasyonunda kullanılırlar. Bu sebeple; starter kültür kullanılarak fermente gıdaların üretimi hem tüketici hem de gıdanın üretimi açısından birçok faydalı etkiye sahiptir.

9. Kaynakça

- [1] Halkman AK, Taşkın Y (2001). Süt ürünleri endüstrisinde starter kültür. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 10: 13-18.
- [2] Karaçıl MŞ, Acar Tek N (2013). Dünyada üretilen fermente ürünler: tarihsel süreç ve sağlık ile ilişkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (2): 163-173.
- [3] Kabak B, Dobson ADW (2011). An introduction to the traditional fermented foods and beverages of Turkey. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51 (3): 248-260.
- [4] Bachmann H, Pronk JT, Kleerebezem M, Teusink B (2015). Evolutionary engineering to enhance starter culture performance in food fermentations. *Current Opinion in Biotechnology*, 32: 1-7.
- [5] Anonim (2015). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği, Resmi Gazete, Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Tebliğ No: 2015/6, Ankara, Türkiye.
- [6] Ardıç M, Durmaz H, (2006). Peynirde starter kültür gelişimini etkileyen faktörler. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 1 (3-4): 69-73.
- [7] Demirgül F, Sağdıç O, (2017). Laktik Starter Kültür Üretim Teknolojisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7 (11): 27-37.
- [8] Oğuz Ş, Andiç S (2019). Peynir üretiminde kullanılan starter kültürler. *Gıda/The Journal of Food*, 44 (6): 1174-1196.
- [9] Vinicius De Melo Pereira, G., De Carvalho Neto, D. P., Junqueira, A. C. D. O., Karp, S. G., Letti, L. A., Magalhães Júnior, A. I., & Soccol, C. R. A review of selection criteria for starter culture development in the food fermentation industry, *Food Reviews International*, 36(2): 135-167.
- [10] Akdeniz Oktay B, Özbaş ZY (2020). Fermente gıdaların insan sağlığı üzerindeki etkileri. *GIDA Gıda/The Journal of Food*, 45(6): 1215-1226.
- [11] Kırma İ (2016). Gıda kaynaklı laktik asit bakterileri kullanılarak ekzopolisakkarit üretimi. Yüksek lisans tezi (Basılmamış), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- [12] Widyastuti Y, Febrisiantosa A (2014). The role of lactic acid bacteria in milk fermentation. *Food and Nutrition Sciences*, 5: 435-442.
- [13] Ercoşkun H, ve Ertaş AH (2003). Fermente et ürünlerinin lezzet bileşenleri ve oluşumları. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7 (16): 38-45.
- [14] Koçak C, Aydınoglu G, Uslu K (1997). Ankara piyasasında satılan dil peynirlerinin proteoliz düzeyi üzerinde bir araştırma. *Gıda/The Journal of Food*, 22 (4): 251-255.
- [15] Tunçtürk Y, Ocak E, Köse Ş (2014). Farklı süt türlerinden üretilen Van otlu peynirlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile proteoliz profillerinde olgunlaşma sürecinde meydana gelen değişimler. *Gıda/The Journal of Food*, 39 (3): 163-170.
- [16] Collins YF, McSweeney PL, Wilkinson M.G (2003). Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *International Dairy Journal*, 13 (11): 841-866.
- [17] Parente E, Cogan TM, Powell IB (2017). Starter cultures general aspects. (Ed: PLH McSweeney, PF Fox, PD Cotter, DW Everett), Cheese, s. 201-226, Academic Press, İngiltere
- [18] Bintsis T (2018). Lactic acid bacteria as starter cultures: An update in their metabolism and genetics. *AIMS microbiology*, 4(4): 665.
- [19] Ertekin B, Seydim Z (2009). Laktoz, sitrat ve lipit metabolizmalarının peynirde lezzet bileşenlerinin oluşumuna etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46 (3): 97-104.
- [20] Şimşek B, Sağdıç O, Karahan AG (2002). Süt starter kültürleri tarafından üretilen bakteriosinlerin süt teknolojisindeki önemleri. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8 (3): 335-341.
- [21] Evren M, Apan M, Tutkun E, Evren S (2011). Geleneksel fermente gıdalarda bulunan laktik asit bakterileri. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR*, 9 (1): 11-17.
- [22] Leroy F, De Vuyst L (2004). Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science & Technology*, 15: 67-78.

- [23] Tokatlı M (2013). Ankara çubuk yöresi turşularından izole edilen laktik asit bakterilerinin tanımlanmaları, teknolojik ve fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi ve starter olarak kullanılma olanaklarının değerlendirilmesi. Doktora tezi (Basılmamış), Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- [24] Kandasamy S, Kavitate D, Shetty PH (2018). Lactic acid bacteria and yeasts as starter cultures for fermented foods and their role in commercialization of fermented foods. (Ed: S Panda, P Shetty), Innovations in Technologies for Fermented Food and Beverage Industries. Food Microbiology and Food Safety, s. 25-52, Springer, ABD.
- [25] Rašović M (2017). Potential of indigenous lactobacilli as starter culture in dairy products. *Acta Periodica Technologica*, 48: 39-52.
- [26] Parente E, Cogan TM, Powell IB (2017). Starter cultures: general aspects. (Ed: P Cotter, P Fox, D Everett, P McSweeney) *Cheese: Chemistry, Physics And Microbiology*, s. 201-226, Londra, İngiltere.
- [27] Tamime AY (2005). Microbiology of starter cultures. (Ed: RK Robinson) *Dairy Microbiology Handbook*, s.261-366, Wiley, New York, ABD.
- [28] Peighambardoust SH, Tafti AG, Hesari J (2011). Application of spray drying for preservation of lactic acid starter cultures: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 22 (5), 215-224.
- [29] Gong P, Zhang L, Han X, Shigwedha N, Song W, Yi H, Du M, Cao C (2014). Injury mechanisms of lactic acid bacteria starter cultures during spray drying: a review. *Drying technology*, 32 (7): 793-800.
- [30] Öztürk S, Çakır İ (2015). Mikroorganizma kültürlerinin korunmasında kullanılan kurutma yöntemleri. *Akademik Gıda*, 13 (1): 94-100.
- [31] Hansen EB (2002). Commercial bacterial starter cultures for fermented foods of the future. *International Journal of Food Microbiology*, 78: 119– 131
- [32] Smid EJ, Erkuş O, Spus M, Wolkers-Rooijackers JCM, Alexeeva S, Kleerebezem M (2014). Functional implications of the microbial community structure of undefined mesophilic starter cultures. *Microbial Cell Factories*, 13 (Suppl 1), S2.
- [33] Durso L, Hutkins R (2003). Starter cultures. (Ed: B Cabarello, L Trugo, P Finglas) *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*, s. 5583-5593, Nebraska, ABD.
- [34] Blaya J, Barzideh Z, LaPointe G, (2018). Interaction of starter cultures and nonstarter lactic acid bacteria in the cheese environment. *Journal of Dairy Science*, 101: 3611–3629.
- [35] Hammes WP (1990). Bacterial starter cultures in food production. *Food Biotechnology*, 4 (1): 383-397.
- [36] Holzapfel W (1997). Use of starter cultures in fermentation on a household scale. *Food Control*, 8 (5/6): 241-258.
- [37] Metin M (2003). *Süt Teknolojisi-Sütün Bileşimi ve İşlenmesi*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, s. 802, İzmir, Türkiye.
- [38] Mahony J, McAuliffe O, Cotter PD, Fitzgerald GF (2019). Fermentations and beneficial microbes. (Ed: Doyle, M. P., Diez-Gonzalez, F., Hill, C.), *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, s. 789-813, Washington, ABD.
- [39] Yücel Şengün İ (2011). Fermente gıdaların üretiminde kullanılan laktik asit bakterileri. *Biological Diversity and Conservation*, 4 (1): 42-53.
- [40] Mullan WMA (2017). Microbiology of starter cultures. <https://www.dairyscience.info/index.php/cheese-starters/49-cheese-starters.html> (Erişim Tarihi: 04.Nisan.2020).
- [41] Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, McSweeney PLH (2017). *Fundamentals of Cheese Science* (2. basım), Springer, Boston, ABD.
- [42] Gündüz A (2010). Model sistemlerde laktik asit bakterileri (*Lactobacillus bulgaricus* ve *Lactococcus lactis*) üzerine stres faktörlerin etkisinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi (Basılmamış), Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye.

- [43] Zoral S (2013). İnsan kaynaklı *Lactobacillus* spp suşlarının probiyotik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi (Basılmamış), Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir, Türkiye.
- [44] Alp D, Ertürkmen P (2017). Probiyotik olarak kullanılan *Lactobacillus* spp. suşlarının kolesterol düşürücü etkileri ve olası mekanizmalar. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8 (1): 108-113.
- [45] Buckenhüskes HJ (1993). Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as starter cultures for various food commodities. *FEMS Microbiology Reviews*, 12: 253-272.
- [46] Büyükyörük S, Soyutemiz GE (2010). Geleneksel olarak üretilmiş izmir tulum peynirinden *Lactococcus lactis* (*Lactococcus lactis* alttür *lactis* ve alttür *cremoris*) suşlarının izolasyonu, fenotipik ve moleküler teknikler ile identifikasyonu. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7 (2), 81-87.
- [47] Akepaer M (2015). Bazı *Enterococcus lactococcus* ve *Pediococcus* bakterilerinin probiyotik özelliklerinin araştırılması. Yüksek lisans tezi (Basılmamış), Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- [48] Başarı F (2007). Çeşitli klinik örneklerden izole edilen beta-hemolitik streptokokların gruplandırılması ve antibiyotiklere dirençlerinin araştırılması. Uzmanlık tezi (Basılmamış), Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul, Türkiye.
- [49] Yılmaz R, Temiz A (2003). *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un klasik ve moleküler yöntemler kullanılarak tanımlanması ve karakterizasyonu. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 1 (3): 19-42.
- [50] Gülseren G (2012). Boza kaynaklı laktik asit bakterilerinin laktik asit miktarlarının ve *Staphylococcus aureus* üzerine antimikrobiyal etkinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi (Basılmamış), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- [51] Bintsis T, (2018). Lactic acid bacteria as starter cultures: an update in their metabolism and genetics. *AIMS Microbiology*, 4 (4): 665-684.
- [52] Çiçekler Tok N (2006). Enterokoklarda vankomisin direnci. Uzmanlık tezi (Basılmamış), Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi İnfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji Kliniği, İstanbul, Türkiye.
- [53] Yıldız Ö (2014). Mastitisli sığır sütlerinden izole edilen *Enterococcus faecalis* suşlarının virulens genlerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi (Basılmamış), Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Türkiye.
- [54] Yıldırım M (2007). Enterokoklar ve enterokoklarla gelişen infeksiyonlar. *Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 2: 46-52.
- [55] Erginkaya Z, Yurdakul NE, Karakaş A (2007). *Enterococcus faecium* ve *Enterococcus faecalis*'in starter ve probiyotik kültür özellikleri. *Gıda/The Journal of Food*, 32 (3): 137-142.
- [56] Aslan B (2017). Sucuktan izole edilen *Pediococcus* suşlarının bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi (Basılmamış), Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye.
- [57] Alp G, Aslım B (2009). İnsan bağırsak sisteminde probiyotik olarak bifidobakterilerin önemi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10 (2): 343-354.
- [58] Elal Muş T, Çetinkaya F (2018). Probiyotik olarak bifidobakteriler. (Ed: M Nizamlıoğlu) *Barsak Mikrobiyotası ve Probiyotikler*, s. 21-27. Ankara, Türkiye.
- [59] Doğan M (2012). Probiyotik bakterilerin gastrointestinal sistemdeki etki mekanizması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7 (1): 20-27.
- [60] Tamime AY, Robinson RK (1988). Fermented milks and their future trends. Part II. Technological aspects. *Journal of Dairy Research*, 55: 281 – 307.
- [61] Kneifel W, Jaros D, Erhard F (1993). Microflora and acidification properties of yogurt and yogurt-related products fermented with commercially available starter cultures. *International Journal of Food Microbiology*, 18: 179-189.

- [62] Özer E, Kesenkaş H (2012). Propiyonik asit bakterilerinin izolasyonu ve tanımlanması. *Akademik Gıda*, 10 (1): 92-96.
- [63] Tırpancı Sivri G, Öksüz Ö (2019). Identification of *Propionibacterium* spp. isolated from Mihaliç Cheeses by MALDI-TOF MS. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (2): 244-250.
- [64] Sezen AG (2013). Prebiyotik, probiyotik ve sinbiyotiklerin insan ve hayvan sağlığı üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 8 (3): 248-258.
- [65] Ouwehand AC, Salminen SJ (1998). The health effects of cultured milk products with viable and non-viable bacteria. *International Dairy Journal*, 8 (9): 749-758.
- [66] Panesar PS (2011). Fermented dairy products: starter cultures and potential nutritional benefits. *Food and Nutrition Sciences*, 2: 47-51.
- [67] Rakhmanova A, Khan ZA, Shah K, (2018). A mini review fermentation and preservation: role of lactic acid bacteria. *MOJ Food Processing & Technology*, 6 (5): 414-417.
- [68] Milci S, Yaygın, H (2005). Laktik asit bakterileri tarafından üretilen ekzopolisakkaritler ve süt ürünlerindeki fonksiyonları. *Gıda/The food Journal*, 30 (2): 123-129.
- [69] Soyuçok A, Teslime Ekiz T, Gül den Başyigit Kılıç G (2016). Ekzopolisakkaritlerin özellikleri ve gıda sanayindeki önemi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD*, Özel Sayı: 332-344.
- [70] Arık G (2018). Çeşitli gıdalardan izole edilen laktik asit bakterilerinin (LAB) tanımlanması ve biyofilm oluşturma yetenekleri ile antibiyotik dirençliliklerinin araştırılması. Doktora tezi (Basılmamış), Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.
- [71] Bachmann H, Pronk JT, Kleerebezem M, Teusink B (2015). Evolutionary engineering to enhance starter culture performance in food fermentations. *Current opinion in biotechnology*, 32: 1-7.