

Spirulina platensis'in Yoğurt ve Peynir Starter Kültürleri Üzerine Stimüle Etkisi

Stimulating Effect of Spirulina platensis on Yogurt and Cheese Starter Cultures

Işıl Var  ¹Sinan Uzunlu  ²Büşra Alomar  ³¹ Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye² Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye³ Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Adana, Türkiye

Article info

Keywords:

Spirulina Platensis, Lactic Acid Bacteria, Yoğurt, Cheese.

Anahtar Kelimeler:

Spirulina Platensis, Laktik Asit Bakterileri, Yoğurt, Peynir.

Received: 04.10.2024

Accepted: 02.05.2025

E-ISSN: 2979-9511

DOI: 10.58625/jfng-2871

Var et al.; Spirulina platensis'in Yoğurt ve Peynir Starter Kültürleri Üzerine Stimüle Etkisi

Available online at <https://jfng.toros.edu.tr>

Corresponding Author(s):

* Işıl Var

ivar@cu.edu.tr

Özet

Süt, düşük asitte ve yüksek su aktivitesine sahip bir gıda mamulü olup işlenip muhafaza edilmediği sürece hızla bozulmaktadır. Sütün işlenip raf ömrünü uzatmanın yollarından birisi de yoğurt ve peynir olarak üretimidir. Yoğurt ve peynirin endüstriyel üretiminde starter kültürlerden faydalanılmaktadır. Besin bileşimleri, fonksiyonel çeşitliliği ve esnek metabolizmaları nedeniyle mikroalgler, laktik asit bakterileri (LAB) ve mayaların üreme/gelişmesini ve metabolik faaliyetlerini destekleyerek fermantasyon süreçlerinin yüksek verimli gerçekleşmesini sağlamaktadır. Bir mikroalg türü olan *Spirulina platensis* son dönemlerde yaygın şekilde diyet takviyesi olarak kullanılmaktadır. Bunu sağlayan en önemli etmenin vitamin, mineral madde ve farklı besin öğelerini önemli ölçüde bulunduruyor olmasıdır. Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda (2,5 mg/ml, 5 mg/ml, 7,5 mg/ml ve 10 mg/ml) hazırlanan *S. platensis* metanol ekstraktlarının, süt endüstrisinde çeşitli mamullerin üretiminde (beyaz peynir, yoğurt) starter kültür niteliği açısından ticari olarak kullanılan laktik asit bakterileri (*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) üzerine stimüle etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, *Spirulina platensis*'in çalışılan tüm konsantrasyonlarında ve çalışılan sürelerde çalışılan starter kültürler üzerinde logaritmik bir düzeyde bir değişim oluşturmadığı gözlenmiştir.



Abstract

Milk is a food product with low acidity and high-water activity and rapidly deteriorates unless processed and preserved. As one of the ways to obtain a stable product from milk is processing to yoghurt and cheese. For commercial purposes starter cultures are employed in production of yoghurt and cheese. Some microalgae types are used to support the activities of lactic acid bacteria in fermentation processes. *Spirulina platensis*, a type of microalgae, has recently been widely used as a dietary supplement. Containing elevated levels of vitamins, minerals and other nutritional components, *S. platensis* has a metabolic activity enhancing effect on humans. The current study investigated to determine stimulatory effect of methanolic extracts of *S. platensis* at different concentrations ranging from 2.5 mg/ml to 10 mg/ml on starter cultures (*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, and *Streptococcus thermophilus* *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) of yoghurt and cheese. Findings of the study was outlined that *Spirulina platensis* affected no change on the growth of starter cultures studied at all concentrations of different time intervals.

EXTENDED SUMMARY

INTRODUCTION

Milk is a food product with low acidity and high-water activity, and as a result, decays rapidly unless precautionary steps are hired. As one of the ways to process milk and extending its shelf life is to produce fermented foods such as, yoghurt and cheese. Cheese production is made up by handling various techniques such as heating (pasteurization), culturing, direct acidification, dehydration, cooling and packaging. Yoghurt is traditionally produced at industrial scale by using *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* starter cultures.

Spirulina platensis, a microalgae species, has recently been widely used as a dietary supplement (9). *S. platensis*, which contains high amounts of vitamins, minerals and other nutritional components in its structure, influences increasing metabolic activity in humans.

Spirulina spp. stands out in terms of nutrition, thanks to the 95% digestibility of the proteins in

its structure. *Spirulina* where contain high numbers of essential amino acids (lysine, valine and isoleucine, effectively meets this specific need of consumers.

Spirulina spp. also has other biological functions such as antiviral, antibacterial, antifungal and antiparasitic activities (12). Microalga types provide supportive growth mechanisms to fermentative microorganisms. In a study of Parada et al. (1998) investigating the effects of *A. platensis* filtrate on the fermentation phase of Lactic acid bacteria species (LABs); They observed a stimulating effect on the growth of LABs (*Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*) cultivated on MRS (de Man–Rogosa–Sharpe agar) medium. And this result was recorded as the first data obtained on this subject in the literature (13).

In this study, the effect of *S. platensis* on promoting the growth of LABs was examined and for this purpose, different concentrations of methanol extracts of *S. platensis* (2.5 mg/ml, 5 mg/ml, 7.5 mg/ml and 10 mg/ml were used) stimulating effect on lactic acid bacteria (*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) used as starter culture in the production of white cheese and yoghurt was studied.

MATERIAL AND METHOD

L. lactis subsp. *cremoris* and *L. lactis* subsp. *lactis* used together as starter cultures in cheese production were supplied by Chr. Hansen A/S (Denmark) with the product code Rst-743, and *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Str. thermophilus* used together as starter cultures in yoghurt production were supplied by Chr. Hansen A/S (Denmark) with the product code YOFLEX M790.

While, *S. platensis* was obtained in dried powder form from Çukurova University Fisheries Faculty.

First of all, in order to activate lactic acid bacteria, Tryptic Soy Broth was prepared and distributed into tubes and sterilized in an autoclave at 121°C for 15 minutes. Lyophilized starter cul-

tures (YOFLEX M790) were added to these tubes prepared under sterile conditions at a rate of 2%w/v. Incubation was performed for 48 hours at 42°C for *Str. thermophilus*, and for 48 hours at 30°C for *L. lactis* subsp. *cremoris* + *L. lactis* subsp. *lactis*. An anaerobic environment was provided by adding 1 ml of liquid paraffin onto the *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* suspension and was incubated for 48 hours at 42°C.

Methanol extracts of *S. platensis* at 4 different concentrations (2.5 mg/ml, 5 mg/ml, 7.5 mg/ml and 10 mg/ml) were prepared and used to investigate the stimulating effect on starter cultures. For this purpose, dried form of seven grams of *S. platensis* were weighed and dissolved in a 105 milliliters of 85% methanol (v/v). After five hours of agitation, the solution was sonicated for 15 mins. using an ultrasonic processor (UP200S, Hielscher, Germany). Upon sonication, a Whatman filter paper (Nr. 1) was used for filtration. Methanol was then evaporated using a bench type Rotary Evaporator (Heidolph, Type Rotavac valve tec, Germany). Obtained crude extract was stored at -20°C in sealed tubes for further use. The required concentrations (2.5 mg/ml, 5 mg/ml, 7.5 mg/ml and 10 mg/ml) from the stock crude extract were then dissolved in 75% methanol (v/w), were then stored at ambient temperature in darkened cabinet for subsequent use (Bhowmik et al., 2009). Agar diffusion method was applied in the study. Its effect on *Str. thermophilus* was studied by the spread plate method on plates containing M17 Agar. The seeded petri dishes were incubated under aerobic conditions at 37°C for 48 hours. The working procedure for *L. lactis* subsp. *lactis* + *L. lactis* subsp. *cremoris* was the same as the work applied for *Str. thermophilus*, but for *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, MRS Agar medium was used differently, and it was studied under anaerobic incubation conditions at 45° C for 72 hours. Petri dishes without *S. platensis* extract were used as positive control. Cultivations were made in parallel. The study was performed at five replications.

RESULTS

The change in the growth of *Str. thermophilus* in the samples was observed at different concentrations (2.5 mg/ml, 5.0 mg/ml, 7.5 mg/ml and 10

mg/ml) and at three different time intervals (0 hours, 5 hours and 10 hours) were evaluated by comparing with control samples.

The highest growth of *Str. thermophilus* was observed after the 10th hour of incubation and with the addition of 10 mg/ml *S. platensis* extract. In case of the *L. lactis* subsp. *cremoris* + *L. lactis* subsp. *lactis* mixed culture, the *S. platensis* concentration was observed to be 10 mg/ml, while the highest *L. lactis* subsp. *cremoris* + *L. lactis* subsp. *lactis* numbers were determined as 7.43 and 7.45 log₁₀ cfu/ml at the fifth and tenth hours, respectively. Findings revealed that the effect of *S. platensis* on *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* was positively judged, where the bacterial numbers reached to its highest value of 7.45 log₁₀ cfu/ml at the tenth hour.

DISCUSSION AND CONCLUSION

In conclusion, a statistical increase was observed by beginning up to the 10th hour of starter cultures (*Str. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *L. lactis* subsp. *cremoris* + *L. lactis* subsp. *lactis*) selected as test microorganisms with increasing proportions of all methanol extracts of *S. platensis* used. However, results of the study outlined that, the increases exceeded not a single logarithmic unit.

In a similar study, Çelekli et al. (2019) determined that adding *S. platensis* to buttermilk (Ayran) at different concentrations (0.25, 0.5, 1%) increased the numbers of *Str. thermophilus* both before and after fermentation (including storage for up to 21 days) compared to the control group (24). The researchers found that there was a statistically significant increase in *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* only in the control group on the 21st storage day, but they determined that the increases recorded during the storage period at other concentrations (0.25, 0.5, 1%) did not differ significantly (p>0.05).

Many other studies (11, 19, 25, 26, 27), found a significant stimulating effect of *S. plantensis*. In the current study, the fact that there was no stimulating effect encountered where exceeded not a single logarithmic unit. This might be arisen from the type of algae used, its form and the way of the extracts are obtained.

Author Contribution

Design of the study, Analysis of data; IV

Obtaining study data, Creating the article draft; IV, BAO

Statistical analysis and drafting of the article; SU

Author involved in critical review of content and final approval of the manuscript; IV

Conflict of Interest

None to be declared

1. GİRİŞ

Süt, beslenme gereksinimlerini yerine getirmek için geleneksel olarak dünya genelinde tüketilen değerli bir gıda maddesidir. Birçok önemli besin öğeleri (protein, mineraller ve vitaminler) açısından değerli bir besin kaynağıdır (1).

Süt ve süt ürünlerinden farklı gıda ürünlerinin üretiminde yararlanılmaktadır. Süt, peynir, yoğurt, tereyağı, krema gibi birçok süt bazlı ürünün ana hammadresidir. Bu ürünlerin çeşitliliği ve besin değeri, sütün endüstriyel kullanımını yaygınlaştırmıştır. Sütün raf ömrünü uzatmak ve farklı ürünlere dönüştürmek için insanlık tarihi boyunca çeşitli yöntemlerden yararlanılmıştır.

Sütte doğal olarak bulunan bakteri ve mayaların fermentasyonu ile de fermente süt ürünleri üretilmektedir (2, 3).

Bu süreç, sütte bulunan karbonhidratların (çoğunlukla laktoz) bakteri veya mayalar tarafından fermentasyonu ve sonucunda organik asitlerin, genellikle laktik asidin, oluşmasını içerir.

Açığa çıkan laktik asit pH değerini düşürerek sütün asitliğini artırır. Asit oranı yükselen sütte zararlı mikroorganizmalar engellenmiş olurken, sütün dayanıklılığı artar ve bozulma süreci yavaşlar (4).

Laktik asit bakterilerinin metabolik faaliyetleri sonucunda organik asitlerin yanı sıra çeşitli aroma bileşenleri de açığa çıkar. Bu süreçte, bakterilerin fermentasyonu sırasında karbonhidratların

fermantasyon ürünlerine dönüştürülmesiyle ortaya çıkan metabolik atıklar, elde edilen fermente ürünlere has duyuşsal nitelikler (tat, koku, aroma) ve tekstür kazandırmaktadır. Bunun yanı sıra, bir kısım laktik asit bakterilerinin vitamin (örneğin B vitamini) sentezinde etkinlik gösterdiği de bilinmektedir. Bu nedenle, fermentasyon süreci ve laktik asit bakterilerinin metabolik aktiviteleri, fermente süt ürünlerinin kalitesi ve takviye edici değeri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (4).

Peynir endüstrisinde yaygın olarak kullanılan peynir olgunlaşmasında hayati rol oynayan laktik asit bakterileri (LAB), genellikle *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Streptococcus* ve *Leuconostoc* cinslerine aittir. Laktik asit bakterilerinin faaliyeti, peynirin raf ömrünü uzatmada önemli bir rol oynar. Bu nedenle, LAB'lerin mikrobiyal metabolizmasının ve etkilerinin peynir endüstrisinde ürün kalitesinin iyileştirilmesi ve tüketicilere daha sağlıklı ve lezzetli peynirler sunulması açısından önemlidir. Laktik asit bakterileri aynı zamanda probiyotik özelliklere sahip olmaları nedeniyle sindirim sistemindeki faydalı bakterilerin çoğalmasını destekler, zararlı bakterilerin etkisini azaltır ve böylece bağırsak mikrobiyotasının dengelenmesine katkıda bulunurlar (5).

Bir diğer fermente süt ürünü olan yoğurtta, *S. salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lb. helveticus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* ve *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakterileri etkinlik göstermektedir. Bu bakteriler, yoğurt üretiminde sütün asitleştirilmesini sağlayarak ürünün kıvamını ve tat profilini belirlerler. Bu işlem, yoğurdun bozulmasını önleyerek saklama süresini artırır ve aynı zamanda ürüne özgü lezzet ve tekstürün oluşumunu sağlar (6).

Yoğurt, protein, kalsiyum, potasyum, fosfor, B2 vitamini ve B12 vitamini gibi çeşitli temel besin öğelerinin önemli bir kaynağıdır. Bu besin öğeleri, vücut için gerekli olan bir dizi biyolojik işlevi destekler ve özellikle kemik sağlığı, kas fonksiyonları ile metabolizma için kritik öneme sahiptir. Aynı zamanda, yoğurdun tüketimi ile barsak mikrobiyasında denge durumu ile metabolik aktiviteler açısından farklılaşmalar meydana gelebilmektedir. Bu nedenle, düzenli olarak yoğurt tüketimi, genel sağlık ve sindirim sistemi için

önemli faydalar sağlamaktadır (1, 7).

Mikroalgler ise mikroskopik canlılar olup çapı 2 µm'den küçük, siyanobakteriler gibi prokaryot veya yeşil algler gibi ökaryotik olabilmektedir (8). Bir mikroalg türü olan *Spirulina platensis* son dönemlerde yaygın şekilde diyet takviyesi olarak kullanılabilmektedir (9).

Spirulina platensis siyanobakteriler içerisinde çok hücreye sahip iplikli yapıda filamentli bir organizasyona sahiptir. Yüksek oranda (%95) sindirilebilir protein barındırması bu alglerin besin kaynağı olarak seçiminde önem teşkil etmektedir. Kuru maddede %6-7 aralığında lipid içeren *Spirulina* spp. linoleik asit, γ-linolenik asit gibi elzem yağ asitlerini barındırmaktadır. Bununla birlikte, çeşitli vitaminleri (örneğin A, B2, B3, B12) ve mineralleri (örneğin demir, magnezyum, kalsiyum, potasyum) bulundurmaktadır (10, 11).

Spirulina ayrıca pek çok mikrobiyal türe (bakteriler, virüsler, fungal hücreler, parazitler) karşı da antimikrobiyal aktivite gösterebilmektedir (12). Algler, özellikle *Spirulina* (*Arthrospira*) *platensis* besin bileşimleri, fonksiyonel çeşitliliği ve esnek metabolizmaları nedeniyle laktik asit bakterileri (LAB) ve mayalar için iyi bir fermantasyon substratı olarak görülmektedirler.

Parada ve ark. (1998) *Arthrospira platensis*'in LAB türlerinin fermantasyonları aşamasındaki etkilerinin ilk kez araştırıldığı çalışmalarında; MRS ve RM besiyerlerine ekilmiş olan LAB'ların (*Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus*) büyümesi üzerinde uyarıcı bir etki gözlemlenmiştir (13).

Laktik asit bakterilerinin üremesini destekleyici olarak *A. platensis* ve *Chlorella vulgaris*'in potansiyeli test edilmiş ve alglerin bazı LAB ve probiyotik suşlarının (*Str. thermophilus*, *Lc. lactis* subsp. *lactis*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lb. acidophilus*, *Bifidobacterium* spp., *Lb. plantarum*, *E. faecium* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*) büyümesini ve hayatta kalmasını artırdığı yürütülen başka araştırmalar ile de doğrulanmıştır (14, 15, 16, 17).

Chlorella vulgaris, *Arthrospira platensis*, *Haematococcus pluvialis* ve *Dunaliella salina* gibi bazı

mikroalgler esas olarak gıda, yem ve nutrasötik sektörlerinde pazarlanmaktadır. Bu alglerin protein, karotenoidler, omega-6 ve omega-3 lipidleri üretme potansiyellerine dayanarak, hayvan yemi ve su ürünleri yetiştiriciliği, protein ve kozmetik gibi birçok pazarda geniş uygulama alanları bulunmaktadır (18).

Spirulina spp. protein sindirilebilirlik oranı yüksek (%95) olmakla beraber lizin, valin ve izolisin gibi esansiyel amino asitler açısından zengindir. Bu esansiyel amino asitler, insan vücudu tarafından sentezlenemediği için dışarıdan alınmaları gereklidir ve *Spirulina* bu ihtiyacı etkili bir şekilde karşılamaktadır (10, 11).

Bu çalışmada, LAB'lerin üreme, gelişmesini teşvik edici *S. platensis* farklı konsantrasyonlara sahip (2,5 mg/ml, 5 mg/ml, 7,5 mg/ml ve 10 mg/ml) metanolik ekstraktların, beyaz peynir ve yoğurt üretiminde starter kültür olarak kullanılan laktik asit bakterileri (*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) üzerine stimüle etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Starter Kültür Olarak Kullanılan Laktik Asit Bakterileri

Peynir üretiminde starter kültür olarak birlikte kullanılan *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* ile *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* Chr. Hansen A/S (Danimarka) firmasından RST-743 ürün kodu ile yoğurt üretiminde starter kültür olarak birlikte kullanılan *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ile *Streptococcus thermophilus* da yine Chr. Hansen A/S (Danimarka) firmasından YOFLEX M790 ürün kodu ile temin edilmiştir.

2.1.2. *Spirulina platensis*

Spirulina platensis mikroalglerinin temini Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nden toz şeklinde sağlanmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Çalışmada kullanılan Laktik Asit Bakterilerinin Aktive Edilmesi

Öncelikle laktik asit bakterilerinin aktive edilmesi amacı ile Tryptic Soy Broth kullanılmış ve steril edilmiş Tryptic Soy Broth (TSB) tüpleri içerisine liyofilize starter kültürler Rst-743 %1, (w/v) ve YOFLEX M790 %2, (w/v) oranında aseptik koşullar altında ilave edilmiştir. *Streptococcus thermophilus* için 48 saat 42°C'de inkübasyon işlemi, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* için 30°C'de 48 saat inkübasyon işlemi uygulanmıştır. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* süspansiyonu üzerine 1 ml sıvı parafin ilave edilip (anaerobik ortamı sağlamak için) 48 saat 42°C'de inkübasyona bırakılmıştır (19, 20).

2.2.2. *Spirulina platensis*'in Metanolik Ekstraktlarının Hazırlanması

Kuru olarak temin edilen *Spirulina platensis* 7 g tartılmış, üzerine 105 ml çözücü olarak metanol (%85 v/v) ilave edilerek, oda sıcaklığında 5 saat bekletildikten sonra 15 dakika sonikasyon (UP200S, hielscher, Germany) uygulanmıştır. Sonikasyondan sonra Whatman filtre kağıdından (Nr.1) süzümüştür. Elde edilen ekstrakttaki metanol Rotary Evaporator cihazı (Heidolph, Type Rotavac valve tec, Germany) kullanılarak evapore edilip uzaklaştırılmıştır. Elde edilen kalıntı (ham ekstrakt) daha sonra analizlerde kullanılıncaya kadar hava geçirmez şişelerde -20 °C'de saklanmıştır. Daha sonra elde edilen ekstraktlar dört farklı konsantrasyonda (2,5 mg/ml, 5 mg/ml, 7,5 mg/ml ve 10 mg/ml) 75% metanol

(v/w) içinde hazırlanmıştır. (21, 22, 23).

2.2.3. Mikrobiyolojik Analizler

TSB (Tryptic Soy Broth) kullanarak aktive edilmiş laktik asit bakteri tüplerinden birer mililitre alınarak, %0,1 peptonlu su içerisinde seri dilüsyonlar (10-8) hazırlanarak vortekslenmiştir (19, 20).

Çalışmada *Spirulina platensis*'in laktik asit bakterisi kültürlerine etkisini çalışmak için agar difüzyon yöntemi uygulanmıştır. *Streptococcus thermophilus*'un etkisini belirlemek amacıyla, dilüsyonlardan 0,1 ml'lik süspansiyonlar iki paralelli M17 Agar besiyerine cam drigalski spatülü yardımıyla homojen bir şekilde dağıtılmıştır (yayma plak yöntemi) (24).

Petri kutuları 37°C'de 48 saat aerobik inkübasyona bırakılmıştır. *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* + *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* ve *Str. thermophilus* için uygulanan metodoloji aynı olup, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* için MRS Agar besiyerine ekim yapılmış, 45°C'de 72 saat anaerobik inkübasyon uygulanmıştır. *S. platensis* metanol ekstraktı ilave edilmeyen petriler pozitif kontrol olarak kullanılmıştır. Çalışma 2 paralelli, 5 tekerrür olarak uygulanmıştır (24, 25).

3. BULGULAR

3.1. *Spirulina platensis*'in *Streptococcus thermophilus* üzerine etkisi

Spirulina platensis'in 2,5 mg/ml, 5,0 mg/ml, 7,5 mg/ml ve 10 mg/ml konsantrasyonlarında 3 farklı zamanda (0 saat, 5 saat ve 10 saat) *Streptococcus thermophilus*'un üremesi üzerindeki etkisi kont-

Çizelge 1. *Spirulina platensis*'in *Streptococcus thermophilus* üzerine etkisi

<i>S. platensis</i> konsantrasyon (mg/ml)	0. saat	5. saat	10. saat
0	7,30 ± 0,00 ^{aA}	7,33 ± 0,00 ^{aB}	7,35 ± 0,00 ^{aC}
2,5	7,31 ± 0,00 ^{bA}	7,36 ± 0,00 ^{bB}	7,38 ± 0,00 ^{bC}
5	7,31 ± 0,00 ^{bcA}	7,37 ± 0,00 ^{cB}	7,41 ± 0,00 ^{cC}
7,5	7,31 ± 0,01 ^{cA}	7,40 ± 0,00 ^{dB}	7,42 ± 0,00 ^{dC}
10	7,30 ± 0,00 ^{aA}	7,33 ± 0,00 ^{aB}	7,35 ± 0,00 ^{aC}

Aynı sütundaki farklı harfler (a, b, c, d) veriler arasında istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklılık olduğunu göstermektedir (P<0.05). Aynı satırdaki farklı harfler (A, B, C) veriler arasında istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklılık olduğunu göstermektedir (P<0.05).

rol örnekleriyle değerlendirilerek Çizelge 1'de verilmiştir.

Pozitif kontrol (0 mg/ml) örneklerinde *Streptococcus thermophilus* değeri ilk analiz saatinde 7,30 log₁₀ kob/ml olarak gözlenmiştir. Beşinci saatte 7,33 log₁₀ kob/ml seviyesine geldiği tespit edilmiştir. Onuncu saat analizinde *Str. thermophilus* sayısı 7,35 log₁₀ kob/ml düzeyinde bulunmuştur. Bu değişimlerin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir (p<0,05) (Çizelge 1).

2,5 mg/ml konsantrasyonda *S. platensis* örneklerinde ilk analiz saatinde 7,31 log₁₀ kob/ml düzeyinde olduğu belirlenen *Str. thermophilus*' un, beşinci saat analizinde 7,36 log₁₀ kob/ml olarak tespit edilmiştir. Onuncu saat analizinde *Str. thermophilus* sayısı 7,38 log₁₀ kob/ml düzeyinde bulunmuştur. Bu değişimlerin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir (p<0,05) (Çizelge 1).

5 mg/ml konsantrasyonda *S. platensis* örneklerinin ilk analiz saatinde 7,31 log₁₀ kob/ml düzeyinde olduğu belirlenen *Str. thermophilus*' un, beşinci saat analizinde 7,37 log₁₀ kob/ml seviyesinde tespit edilmiştir. Onuncu saat analizinde *Str. thermophilus* sayısı en yüksek değerini alarak 7,41 log₁₀ kob/ml düzeyine ulaşmıştır. Bu değişimlerin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir (p<0,05) (Çizelge 1).

7,5 mg/ml *S. platensis* konsantrasyon örneklerinde ise, ilk analiz saatinde 7,31 log₁₀ kob/ml olan verinin, beşinci saat analizinde 7,40 log₁₀ kob/ml seviyesine geldiği tespit edilmiştir. Onuncu saat analizinde *Str. thermophilus* sayısı en yüksek değerini alarak 7,42 log₁₀ kob/ml düzeyine ulaş-

mıştır. Bu değişimlerin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir (p<0,05) (Çizelge 1).

10 mg/ml *S. platensis* konsantrasyon örneklerinin ilk analiz saatinde 7,30 log₁₀ kob/ml olan sayımların beşinci saat analizinde 7,33 log₁₀ kob/ml olarak tespit edilmiştir. Onuncu saat de ise *Str. thermophilus* sayısı 7,35 log₁₀ kob/ml düzeyinde bulunmuştur. Bu artışların istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir (p<0,05) (Çizelge 1).

Sıfırıncı saatin farklı konsantrasyonlara bağlı değişimler istatistiksel açıdan incelendiğinde, 0 mg/ml ile 10 mg/ml konsantrasyon aynı grupta yer almıştır; 5 mg/ml ise hem 2,5 mg/ml hem de 7,5 mg/ml ile aynı grupta bulunmuştur. Beşinci ve onuncu saatlerde farklı konsantrasyonlar arasındaki değişim istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde, sıfırıncı saate benzer şekilde 0 mg/ml ile 10 mg/ml konsantrasyonları aynı grupta yer almıştır. 2,5 mg/ml, 5 mg/ml ve 7,5 mg/ml arasında ise farklılık bulunmuştur (p<0,05) (Çizelge 1).

3.2. *Spirulina platensis*'in *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* ve *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* üzerine stimüle etkisi

Lactococcus lactis subsp. *cremoris* ile *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*'in üremesindeki değişim Çizelge 2'de verilmiştir. *Spirulina platensis*'in farklı konsantrasyonlardaki (2,5 mg/ml, 5,0 mg/ml, 7,5 mg/ml ve 10 mg/ml) etkisi 3 farklı zamanda (0 saat, 5 saat ve 10 saat) kontrol örnekleriyle kıyaslanarak değerlendirilmiştir.

Buna göre, pozitif kontrol (0 mg/ml) örneklerinde *Lc. lactis* subsp. *cremoris* ile *Lc. lactis* subsp. *la-*

Çizelge 2. *Spirulina platensis*'in *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* + *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* üzerine etkisi

<i>S. platensis</i> konsantrasyon (mg/ml)	0. saat	5. saat	10. saat
0	7,30 ± 0,00 ^{Aa}	7,33 ± 0,00 ^{aB}	7,35 ± 0,00 ^{aC}
2,5	7,31 ± 0,00 ^{cA}	7,36 ± 0,00 ^{bB}	7,38 ± 0,00 ^{bC}
5	7,31 ± 0,00 ^{cdA}	7,38 ± 0,00 ^{cB}	7,41 ± 0,00 ^{cC}
7,5	7,32 ± 0,00 ^{dA}	7,40 ± 0,00 ^{dB}	7,43 ± 0,00 ^{dC}
10	7,31 ± 0,00 ^{bA}	7,43 ± 0,00 ^{eB}	7,45 ± 0,00 ^{eC}

Aynı sütundaki farklı harfler (a, b, c, d) veriler arasında istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklılık olduğunu göstermektedir (P<0,05). Aynı satırdaki farklı harfler (A, B, C) veriler arasında istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklılık olduğunu göstermektedir (P<0,05).

ctis değeri ilk analiz saatinde 7,30 log₁₀ kob/ml olarak gözlenmiştir. Beşinci saat analizinde bu değerin 7,33 log₁₀ kob/ml seviyesine geldiği tespit edilmiştir. Onuncu saat analizinde *Lc. lactis* subsp. *cremoris* ile *Lc. lactis* subsp. *lactis* sayısı 7,35 log₁₀ kob/ml düzeyine ulaşmıştır. Bu değişimlerin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir (p<0,05) (Çizelge 2).

2,5 mg/ml konsantrasyonda *S. platensis* örneklerinde ilk analiz saatinde 7,31 log₁₀ kob/ml düzeyinde olduğu belirlenen *Lc. lactis* subsp. *cremoris* ile *Lc. lactis* subsp. *lactis*' in, beşinci saat analizinde 7,36 log₁₀ kob/ml seviyesinde tespit edilmiştir. Onuncu saat analizinde *Lc. lactis* subsp. *cremoris* ile *Lc. lactis* subsp. *lactis* sayısı 7,38 log₁₀ kob/ml olarak bulunmuştur. Bu değişimlerin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir (p<0,05) (Çizelge 2).

5 mg/ml konsantrasyonda *S. platensis* örneklerinin ilk analiz saatinde 7,31 log₁₀ kob/ml düzeyinde olduğunu belirlenen *Lc. lactis* subsp. *cremoris* ile *Lc. lactis* subsp. *lactis*' in, beşinci saat analizinde 7,38 log₁₀ kob/ml seviyesinde bulunmuştur. Onuncu saat analizinde *Lc. lactis* subsp. *cremoris* ile *Lc. lactis* subsp. *lactis* sayısı 7,41 log₁₀ kob/ml düzeyine ulaşmıştır. Bu değişimlerin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir (p<0,05) (Çizelge 2).

7,5 mg/ml konsantrasyonda *S. platensis* örneklerinde ilk analiz saatinde 7,32 log₁₀ kob/ml düzeyinde olduğunu belirlenen *Lc. lactis* subsp. *cremoris* ile *Lc. lactis* subsp. *lactis*' un, beşinci saat analizinde 7,40 log₁₀ kob/ml seviyesine geldiği tespit edilmiştir. Onuncu saat analizinde *Lc. lactis* subsp. *cremoris* ile *Lc. lactis* subsp. *lactis* sayısı 7,43 log₁₀ kob/ml olarak bulunmuştur. Bu de-ği-

şimlerin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir (p<0,05) (Çizelge 2).

10 mg/ml konsantrasyonda *S. platensis* örneklerinde ilk analiz saatinde 7,31 log₁₀ kob/ml düzeyinde olduğunu belirlenen *Lc. lactis* subsp. *cremoris* ile *Lc. lactis* subsp. *lactis*' in, beşinci saat analizinde 7,43 log₁₀ kob/ml seviyesinde tespit edilmiştir. Onuncu saat analizinde *Lc. lactis* subsp. *cremoris* ile *Lc. lactis* subsp. *lactis* sayısı 7,45 log₁₀ kob/ml olarak belirlenmiştir. Bu değişimlerin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği bulunmuştur (p<0,05) (Çizelge 2).

Sıfırıncı saatin farklı konsantrasyonlardaki değişimleri istatistiksel açıdan incelendiğinde, 2,5 mg/ml ile 5 mg/ml konsantrasyonları aynı grupta yer almıştır. Diğer konsantrasyonlar (0 mg/ml, 7,5 mg/ml, 10 mg/ml) hem kendi aralarında hem de 2,5 mg/ml ve 5 mg/ml konsantrasyonlarıyla istatistiksel olarak farklılık (p<0,05) göstermiştir. Beşinci ve onuncu saatlerde ise, farklı konsantrasyonlar arasındaki değişim istatistiksel açıdan farklılık göstermiştir (p<0,05) (Çizelge 2).

3.3. *Spirulina platensis*'in *Lactobacillus delbrueckii* subsp.. *bulgaricus* üzerine etkisi

Lactobacillus delbrueckii subsp.. *bulgaricus* üremesindeki değişim Çizelge 3'te verilmiştir. *Spirulina platensis*'in farklı konsantrasyonlardaki (2,5 mg/ml, 5,0 mg/ml, 7,5 mg/ml ve 10 mg/ml) etkisi 3 farklı zamanda (0 saat, 5 saat ve 10 saat) kontrol örnekleriyle kıyaslanarak değerlendirilmiştir.

Pozitif kontrol grubunda (0 mg/ml) *Lactobacillus delbrueckii* subsp.. *bulgaricus* sayısı, ilk analiz saatinde 7,18 log₁₀ kob/ml olarak gözlemlenmiş, beşinci saat analizinde 7,20 log₁₀ kob/ml, onuncu saat analizinde ise 7,26 log₁₀ kob/ml olarak bu-

Çizelge 3. *Spirulina platensis*'in *Lactobacillus delbrueckii* subsp.. *bulgaricus* üzerine etkisi

<i>S. platensis</i> konsantrasyon (mg/ml)	0. saat	5. saat	10. saat
0	7,18 ± 0,00 ^{aA}	7,20 ± 0,00 ^{aB}	7,26 ± 0,00 ^{aC}
2,5	7,19 ± 0,00 ^{aA}	7,21 ± 0,00 ^{aB}	7,29 ± 0,00 ^{bC}
5	7,21 ± 0,00 ^{bA}	7,26 ± 0,00 ^{bB}	7,35 ± 0,00 ^{cC}
7,5	7,22 ± 0,00 ^{bcA}	7,31 ± 0,00 ^{cB}	7,39 ± 0,00 ^{dC}
10	7,23 ± 0,00 ^{cA}	7,36 ± 0,00 ^{dB}	7,45 ± 0,00 ^{eC}

Aynı sütundaki farklı harfler (a,b,c,d) veriler arasında istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklılık olduğunu göstermektedir (P<0.05). Aynı satırdaki farklı harfler (A, B, C) veriler arasında istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklılık olduğunu göstermektedir (P<0.05).

lunmuştur. Bu değişimlerin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 3).

2,5 mg/ml *S. platensis* konsantrasyonunda, *Lactobacillus delbrueckii* subsp.. *bulgaricus*'un sayısı ilk analiz saatinde 7,19 $\log_{10}$ kob/ml olarak belirlenmiş, beşinci saat analizinde 7,21 $\log_{10}$ kob/ml, onuncu saat analizinde ise 7,29 $\log_{10}$ kob/ml olarak tespit edilmiştir. Bu değişimlerin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 3).

5 mg/ml *S. platensis* konsantrasyonunda ise *Lactobacillus delbrueckii* subsp.. *bulgaricus*'un sayısı ilk analiz saatinde 7,21 $\log_{10}$ kob/ml olarak gözlemlenmiş, beşinci saat analizinde 7,26 $\log_{10}$ kob/ml, onuncu saat analizinde ise 7,35 $\log_{10}$ kob/ml olarak bulunmuştur. Bu değişimlerin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 3).

7,5 mg/ml *S. platensis* konsantrasyonunda ise *Lactobacillus delbrueckii* subsp.. *bulgaricus*'un sayısı ilk analiz saatinde 7,22 $\log_{10}$ kob/ml olarak gözlemlenmiş, beşinci saat analizinde 7,31 $\log_{10}$ kob/ml, onuncu saat analizinde 7,39 $\log_{10}$ kob/ml değerleri tespit edilmiştir. Bu değişimlerin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 3).

10 mg/ml *S. platensis* konsantrasyonunda *Lactobacillus delbrueckii* subsp.. *bulgaricus*'un sayısı ilk analiz saatinde 7,23 $\log_{10}$ kob/ml olarak gözlemlenmiş, beşinci saat analizinde 7,36 $\log_{10}$ kob/ml'ye, onuncu saat analizinde ise en yüksek değeri olan 7,45 $\log_{10}$ kob/ml'ye ulaşmıştır. Bu değişimlerin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 3).

Sıfırncı saatin farklı konsantrasyonlardaki değişimleri istatistiksel açıdan incelendiğinde, 0 mg/ml 2,5 mg/ml ile; 5 mg/ml ise 7,5 mg/ml ile istatistiksel açıdan aynı grupta yer almıştır. 10 mg/ml konsantrasyonu ise, bu gruplardan istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($p<0,05$). Beşinci saat analizinde ise 0 mg/ml ile 2,5 mg/ml aynı grupta yer almıştır. Diğer konsantrasyonlar (5 mg/ml, 7,5 mg/ml, 10 mg/ml) ise hem kendi aralarında hem de bu grupla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($p<0,05$). Onuncu saatte ise, farklı konsantrasyonlar arasındaki

değişim istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($p<0,05$) (Çizelge 3).

Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde her ne kadar istatistiksel olarak bir değişim olduğu görülsede, kontrol örnekleriyle *Spirulina platensis*'in çalışılan tüm konsantrasyonlarında ve sürelerinde mikroorganizma üremesinde logaritmik düzeyde bir değişim gözlenmemiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan çalışmamıza benzer olarak, Bhowmik ve ark. (2009) tarafından yapılan *Spirulina platensis*'in farklı konsantrasyonlarda (1, 5, 10 mg/ml) on saate kadarki zaman diliminde laktik asit bakterilerinin (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*) üremelerine stimüle edici etkisinin çalışıldığı araştırmada; *Streptococcus thermophilus*'un beşinci saatte kontrol grubuna göre %27, onuncu saatte ise %45 oranında üremesinin stimüle edildiği bildirilmiştir. Laktik asit bakterileri arasında *Streptococcus thermophilus*'un 10 mg/ml *S. platensis* eklendiği koşulda diğer laktik asit bakterileri arasında en düşük üreme değerine sahip olduğu belirlenmiştir. *Spirulina* biyokütlesinin asit gelişimini de destekleyici bir unsura sahip olduğu, bu sayede düşük pH'ya ulaşan ortamda laktik asit bakterilerinin üremesinin desteklendiği bildirilmiştir (25).

Bizim bulgularımızda ise *S. platensis*'in stimüle edici etkisinin bulunmamasının sebebinin, farklı üretici firmalardan temin edilen farklı suşların gösterdiği etkilerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bir başka çalışmada, Çelekli ve ark. (2019), *S. platensis*'in farklı konsantrasyonlarda (0,25, 0,5, 1%) ayrana ilave edilmesinin hem fermentasyon öncesinde hem de fermentasyon sonrasında (21 güne kadarki depolanma da dahil) *Streptococcus thermophilus* sayısını kontrol grubuna kıyasla önemli derecede artırdıkları bildirilmiştir ($p<0,05$). Araştırmacılar, *Lactobacillus delbrueckii* subsp.. *bulgaricus* açısından sadece kontrol grubunun 21. depolama gününde istatistiksel olarak önemli derecede bir artış olduğunu tespit etmişlerdir; diğer konsantrasyonlarda (0,25, 0,5, 1%) depolama sürecinde kaydedilen artışların önemli derecede farklılık göstermediğini belirt-

mişlerdir ($p>0,05$). Araştırmacılar, bu artışların *S. platensis*'in yüksek oranda protein içermesi, pepton, serbest amino asitler, hipoksantin ve adenin bulundurmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir (24).

Aydemir (2019)'da farklı oranlarda (%0,25; %0,50; %0,75 ve %1) *Spirulina platensis*'in yoğurtlarda streptokok ve laktobasil starter kültürleri üzerinde stimüle edici etkiler gösterdiğini belirtmiştir (26).

Guldas ve Irkin (2010) *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un % 0,5 ve %1 oranlarında *Spirulina platensis* tozu ilave edilmiş yoğurdun 30 günlük depolanma sürecindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışılan yoğurt örneklerinde starter kültürlerin depolama sürecinde artış kaydettiği, *Str. thermophilus*'un *Lb. bulgaricus*'tan daha yüksek olduğu ve *Lb. acidophilus*'un ise her iki starter kültürden daha yüksek artışlar kaydettiği belirtilmiştir (27).

Akça (2020), yoğurt üretiminde *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Bifidobacterium animalis* ve *Lactobacillus acidophilus* ile birlikte toz formda % 0,50, % 0,75 ve %1 *Spirulina platensis* kullanmıştır. %1 *S. platensis* katılmış yoğurt örneklerinde, *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'un 28'er günlük depolama sonucunda, başlangıç ve kontrol grubuna göre önemli derecede artış gösterdikleri belirtilmiştir. Sonuç olarak, *Spirulina* tozunun yoğurt üretiminde kullanılmasının starter ve probiyotik kültürler üzerine stimüle edici etkisinin bulunduğu belirtilmiştir (11).

Fadaei ve ark. (2013) feta peynirinde *Spirulina platensis*'in *Lactococcus* suşlarını (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) stimüle edici etkisini belirlemeye yönelik yaptıkları bir araştırmada, bakteri kültürlerinin farklı konsantrasyonlardaki (%0,3, %0,5, %0,8) *Spirulina* ile 45 günlük depolama süresince üremelerinin desteklendiğini belirlemişlerdir.

Çelekli ve ark. (2019), depolama sürecinde *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* açısından sadece kontrol grubunun 21. depolama gününde istatistiksel olarak önemli derecede artış gösterdiğini tespit etmişlerdir; ancak diğer konsantrasyonlarda (%0,25, 0,5, 1) depolama sürecinde

kaydedilen artışların önemli derecede farklılık göstermediğini belirlemişlerdir ($p>0,05$). Buna rağmen *Spirulina platensis*'in probiyotik bakterilerin üreme/gelişmesini destekleyeceği ve ayrının besin kalitesini arttıracığına ilişkin değerlendirilmede bulunmuştur (24).

Bu çalışmadan elde edilen bulgular ışığında, *S. platensis* metanol ekstraktlarının çalışılan tüm konsantrasyonlarında test edilen yoğurt ve peynir starter kültürleri (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* ile *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*) üzerinde logaritmik düzeyde bir stimülasyon etkisinin olmadığı görülmüştür.

Buna neden olarak da kullanılan algin çeşidi, formu ve ekstraktların elde edilme biçimlerinin stimülasyon etkisinin değerlendirilmesinde farklı sonuçlarla karşılaşılabilceğini düşündürmüştür. Bu nedenle araştırmanın tüm bu parametreler ışığında yeniden gözden geçirilerek kurgulanması ve çalışmanın hem *in vitro* hem de *in situ* olarak yapılmasının, stimülasyon etkisini değerlendirmede daha gerçekçi veriler elde edilmesi için gerek olduğuna düşünülmektedir.

5. Yazar Katkısı

Çalışmanın tasarımı, Verilerin analizi; IV

Çalışma verilerinin elde edilmesi, Makale taslağının oluşturulması; IV, BAO

İstatistiksel analiz ve Makale taslağının oluşturulması; SU

İçerik için eleştirel gözden geçirme ve makalenin son onayında görev alan yazar; IV

6. Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan *Spirulina platensis*'i üreterek çalışmamızda kullanılmasını sağlayan Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi öğretim üyeleri sayın Prof. Dr Oya IŞIK ve Prof. Dr. Leyla USLU'ya minnetlerimizi ifade ederken, aynı zamanda Çukurova Üniversitesi BAP birimine FYL-2023-15713 kodlu proje desteğinden dolayı da teşekkür ederiz.

7. Çıkar Çatışması

Çıkar çatışması yoktur.

8. KAYNAKLAR

1. Park, Y. W. (Ed.). (2009). *Bioactive components in milk and dairy products*. Wiley-Blackwell, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780813821504>
2. Zamfir, M., Vancanneyt, M., Makras, L., Vaningelgem, F., Lefebvre, K., Pot, B., Swings, J., & De Vuyst, L. (2006). Biodiversity of lactic acid bacteria in Romanian dairy products. *Systematic and Applied Microbiology*, 29(6), 487-495. <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2005.10.002>
3. Visioli, F., & Strata, A. (2014). Milk, dairy products, and their functional effects in humans: A narrative review of recent evidence. *Advances in Nutrition*, 5(2), 131-143. <https://doi.org/10.3945/an.113.005025>
4. Panesar, P. S. (2011). Fermented dairy products: Starter cultures and potential nutritional benefits. *Food and Nutrition Sciences*, 2(1), 47-51. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=3643>
5. Tilocca, B., Costanzo, N., Morittu, V. M., Spina, A. A., Soggiu, A., Britti, D., Roncada, P., & Piras, C. (2020). Milk microbiota: Characterization methods and role in cheese production. *Journal of Proteomics*, 210, 103534. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2019.103534>
6. Akan, E., Yerlikaya, O., Saygılı, D., & Kınık, Ö. (2021). Farklı starter kültür kullanımının yoğurtların tekstürel ve viskozite özelliklerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58(3), 377-383. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.838079>
7. Fisberg, M., & Machado, R. (2015). History of yogurt and current patterns of consumption. *Nutrition Reviews*, 73(suppl_1), 4-7. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv020>
8. Sasa, A., Şentürk, F., Üstündağ, Y., & Erem, F. (2020). Alglerin gıda veya gıda bileşeni olarak kullanımı ve sağlık üzerine etkileri. *Uluslararası Mühendislik Tasarım ve Teknoloji Dergisi*, 2(2), 97-110. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijedt/issue/58095/800571>
9. Kapoor, R., & Mehta, U. (1993). Effect of supplementation of blue green alga (*Spirulina*) on outcome of pregnancy in rats. *Plant Foods for Human Nutrition*, 43(1), 29-35. <https://doi.org/10.1007/BF01088093>
10. Suna, G. (2020). *Spirulina platensis* ve *Chlorella vulgaris* ile zenginleştirilmiş probiyotik beyaz peynir üretiminin araştırılması (Tez No. 667454) [Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi], YÖK Tez Merkezi.
11. Akça, S. (2020). Probiyotik Yoğurtların Kalite Özellikleri Üzerine *Spirulina Platensis*'in etkisi, (Tez No. 624962) [Yüksek lisans tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi], YÖK Tez Merkezi.
12. El-Baz, F. K., El-Senousy, W. M., El-Sayed, A. B., & Kamel, M. M. (2013). In vitro antiviral and antimicrobial activities of *Spirulina platensis* extract. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3(12), 52-56. https://www.researchgate.net/publication/287938821_In_vitro_antiviral_and_antimicrobial_activities_of_Spirulina_platensis_extract
13. Parada, J. L., de Caire, G. Z., de Mulé, M. C. Z., & de Cano, M. M. S. (1998). Lactic acid bacteria growth promoters from *Spirulina platensis*. *International Journal of Food Microbiology*, 45(3), 225-228. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(98\)00151-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(98)00151-2)
14. de Caire, G. Z., Parada, J. L., Zaccaro, M. C., & de Cano, M. M. S. (2000). Effect of *Spirulina platensis* biomass on the growth of lactic acid bacteria in milk. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 16, 563-565. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008928930174>
15. Varga, L., Szigeti, J., Kovacs, R., Foldes, T., & Buti, S. (2002). Influence of a *Spirulina platensis* biomass on the microflora of fermented ABT milks during storage (R1). *Journal of Dairy Science*, 85(5), 1031-1038. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74163-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74163-5)
16. Gyenis, B., Szigeti, J., Molnár, N., & Varga, L. (2005). Use of dried microalgal biomasses to stimulate acid production and growth of *Lactobacillus plantarum* and *Enterococcus faecium* in milk. *Acta Agraria Kaposvárensis*, 9(2), 53-59. <https://journal.uni-mate.hu/index.php/aak/article/view/1744>
17. Mocanu, G-D., Botez, E., Nistor, O. V., Andronoiu, D. G., & Vlăsceanu, G. (2013). Influence of *Spirulina platensis* biomass over some starter culture of lactic bacteria. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 19(4), 474-479. https://www.researchgate.net/publication/271135301_Influence_of_Spirulina_platensis_biomass_over_some_starter_culture_of_lactic_bacteria
18. Molino, A., Iovine, A., Casella, P., Mehariya, S., Chianese, S., Cerbone, A., Rimauro, J., & Musmarra, D. (2018). Microalgae characterization for conso-

- lidated and new application in human food, animal feed and nutraceuticals. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(11), 2436. <https://doi.org/10.3390/ijerph15112436>
19. Fadaei, V., Mazinani, S., & Khosravi-Darani, K. (2013). Influence of *Spirulina platensis* powder on viability of *Lactococcus* strains in probiotic UF feta cheese containing *Mentha longifolia* L. *International Journal of Biology and Biotechnology*, 10(3), 475-478.
 20. Martelli, F., Alinovi, M., Bernini, V., Gatti, M., & Bancalari, E. (2020). *Arthrospira platensis* as natural fermentation booster for milk and soy fermented beverages. *Foods*, 9(3), 350. <https://doi.org/10.3390/foods9030350>
 21. Kaushik, P., & Chauhan, A. (2008). In vitro antibacterial activity of laboratory grown culture of *Spirulina platensis*. *Indian Journal of Microbiology*, 48(3), 348-352. <https://doi.org/10.1007/s12088-008-0043-0>
 22. Elshouny, W. A. E., El-Sheekh, M. M., Sabae, S. Z., Khalil, M. A., & Badr, H. M. (2017). Antimicrobial activity of *Spirulina platensis* against aquatic bacterial isolates. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 6(5), 1203-1208. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2017.6.5.1203-1208>
 23. Gheda, S. F., & Ismail, G. A. (2020). Natural products from some soil cyanobacterial extracts with potent antimicrobial, antioxidant and cytotoxic activities. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92(2), e20190934. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020190934>
 24. Çelekli, A., Alslibi, Z. A., & Bozkurt, H. (2019). Influence of incorporated *Spirulina platensis* on the growth of microflora and physicochemical properties of ayran as a functional food. *Algal Research*, 44, 101710. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2019.101710>
 25. Bhowmik, D., Dubey, J., & Mehra, S. (2009). Probiotic efficiency of *Spirulina platensis* stimulating growth of lactic acid bacteria. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 4(2), 160-163. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:30860238>
 26. Aydemir, S., & Öner, Z. (2020). Farklı konsantrasyonlarda *Spirulina platensis* eklenmiş yoğurtların kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(3), 553-565. <https://doi.org/10.19113/sdufenbed.534480>
 27. Guldaz, M., & Irkin, R. (2010). Influence of *Spirulina platensis* powder on the microflora of yoghurt and acidophilus milk. *Mljekarstvo*, 60(4), 237-243. <https://hrcak.srce.hr/62548>