

Spirulina in the Food Industry and Nutrition

Burcu Çakmak Sancar¹, Meryem Akhan¹, Başak Gökçe Çöl², Melikenur Türkol^{1*}

¹Istanbul Esenyurt University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Istanbul, Türkiye

²Istanbul Gelisim University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Istanbul, Türkiye

Abstract

Cyanobacteria, also known as blue-green algae, are described as microscopic organisms with the ability to photosynthesize. In contrast to algae, these organisms possess a prokaryotic structure. Cyanobacteria, owing to their photosynthetic capabilities, have played a crucial role in the foundation of human life by converting carbon dioxide into organic matter over millions of years. These bacteria encompass species such as *Arthrospira platensis* and *Arthrospira maxima* and constitute a significant portion of total microalgal biomass production. This resource also contains valuable compounds such as chlorophylls, carotenoids, and phycobiliproteins. These compounds are used not only for coloring purposes in the food industry but also offer health benefits. Microalgae have been incorporated into many food formulations. Most of this integration aims to utilize microalgae as a marketing strategy or as a colorant. However, spirulina and its derived compounds have the potential to serve as valuable ingredients in the creation of new functional foods, aligning with one of the major trends in the food industry. Spirulina can be used across a wide spectrum of food products, ranging from snacks to pasta, ice cream, yogurt, and milk. Rich in nutritional value, spirulina contains essential compounds such as proteins, essential amino acids, minerals, essential fatty acids, vitamins, and antioxidants. These components provide significant health advantages, including anti-hypertensive, anti-diabetic, anti-obesity, and antioxidant activities. Spirulina also plays a role in the development of functional foods and has a positive impact on health. It is expected that spirulina will play an even more significant role in the food industry in the future. In this paper, we assess the place of spirulina, an important microalga, in the food industry and its contributions to nutrition.

Keywords: Nutrition, Functional food, Food industry, Spirulina

Spirulinanın Gıda Endüstrisi ve Beslenmedeki Yeri

Özet

Siyano bakteriler, mavi-yeşil algler olarak da bilinen fotosentez yeteneğine sahip mikroskobik organizmalar olarak tanımlanmaktadır. Bu organizmalar, alglerden farklı olarak prokaryotik yapıya sahiptir. Siyano bakteriler, fotosentez yetenekleri sayesinde milyonlarca yıl boyunca atmosferdeki karbondioksiti organik maddeye dönüştürerek insan yaşamının temelini oluşturmuştur. Bu bakteriler, *Arthrospira Platensis* ve *Arthrospira maxima* gibi türleri içermekte ve toplam mikroalgal biyokütle üretiminin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu kaynak aynı zamanda klorofiller, karotenoidler ve fikobiliproteinler gibi değerli bileşikler içermektedir. Bu bileşikler, gıda endüstrisinde renklendirme amaçlı kullanılmanın yanı sıra sağlık açısından da faydalar sunmaktadır. Mikroalgler birçok gıda formülasyonuna entegre edilmektedir. Bu entegrasyonun çoğu, mikroalgleri pazarlama stratejisi veya renklendirici olarak kullanma amacı taşımaktadır. Spirulina ve onun türetilen bileşikleri gıda endüstrisinde en önemli eğilimlerden biri olan yeni fonksiyonel gıdaların oluşturulmasında değerli bir içerik maddesi olarak potansiyel sunmaktadır. Spirulina gıda endüstrisinde atıştırmalıklardan makarnaya, dondurmaya, yoğurda ve süte kadar geniş bir gıda yelpazesinde kullanılabilir. Besin değeri açısından zengin olan spirulina proteinler, esansiyel amino asitler, mineraller, esansiyel yağ asitleri, vitaminler ve antioksidanlar gibi önemli bileşikler içermektedir. İçerdiği bileşikler sayesinde antihipertansif, antidiyabetik, antiobezite, antioksidan aktivite gibi sağlık açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde de rol oynamakta ve sağlık üzerinde olumlu etkiler oluşturmaktadır. Spirulina'nın gelecekte gıda endüstrisinde daha da önemli bir rol oynaması beklenmektedir. Bu bildiride önemli bir mikroalg olan spirulinanın gıda endüstrisi ve beslenmedeki yeri değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Beslenme, Fonksiyonel besin, Gıda endüstrisi, Spirulina

Giriş

Siyanobakteriler, bakterilere yakın ancak fotosentez yeteneğine sahip mikroskobik organizmalar olarak bilinmektedir. Bu organizmalar genellikle "mavi-yeşil algler" olarak adlandırılmakta ve prokaryotik yapıları sayesinde alg adıyla anılan ökaryotik organizmalardan ayrılmaktadır. Siyanobakteriler, mikroalgler kategorisine dahil edilse de prokaryotik oldukları unutulmamalıdır. Siyanobakterilerin milyonlarca yıl süren fotosentetik



aktiviteleri sayesinde atmosferdeki karbondioksiti organik maddeye dönüştürme yetenekleri insan yaşamının temelini oluşturan önemli bir rol oynamıştır (Lafarga et al., 2020).

Spirulina, özellikle *Arthrospira Platensis* ve *Arthrospira maxima* olarak adlandırılan iki siyanobakteri türünü içeren ve ticari olarak yaygın bir şekilde kullanılan bir cinstir. Spirulina, dünya çapında en çok tanınan mikroalg türlerinden birisidir ve toplam mikroalgal biyokütle üretiminin %30'unun üzerinde bir kısmı Spirulina üretiminden gelmektedir (Costa et al., 2019).

Bu önemli kaynak aynı zamanda klorofiller, karotenoidler ve fikobiliproteinler gibi diğer değerli bileşikler içermektedir. Bu bileşikler, gıda endüstrisinde potansiyel renk pigmenti uygulamaları olan renkli maddelerdir. Spirulina kökenli pigmentler, sentetik alternatifleri kadar uzun süreli stabilizeye sahip olmasa da tüketildiklerinde ek sağlık faydaları sunma potansiyeline sahiptir. Örneğin, karotenoidler provitamin A aktivitesine sahiptir ve bunların tüketimi gelişmiş bağışıklık sistemi, düşük dejeneratif kronik hastalık riski, kardiyovasküler hastalıklar ve belirli kanser türlerine karşı koruma ile ilişkilendirilmiştir (Rodriguez Concepcion et al., 2018).

Spirulina algleri toz, sıvı, yağ, tablet veya kapsül gibi çeşitli formlarda üretilebilmekte ve tatlı, atıştırmalık ürünlerden hamur işlerine kadar geniş bir yelpazede gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Bu çeşitlilik, pazarın farklı tercihlerini karşılamada yardımcı olmanın yanı sıra, son derece besleyici yiyecekler sağlayarak çocukların beslenmesini ve yetersiz beslenmeyle mücadeleyi desteklemek için de kullanılmaktadır (Gogna et al., 2023). Spirulina, sağlık açısından büyük önem kazanan meyve suları gibi fonksiyonel içeceklerin üretiminde yer almasının yanı sıra süt ürünleri, makarna, yağ türevleri ve besin maddelerinin üretiminde de kullanılmaktadır (Aljobair et al., 2021; Hossam El-Beltagi et al., 2020; ManjulaR et al., 2021). Spirulina, sadece gıda endüstrisinde renklendirici olarak değil aynı zamanda insan beslenmesi, hayvan yemi ve balık yemi alanlarında da oldukça geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir (Bleakley & Hayes, 2017).

Spirulinanın Fonksiyonel Bileşikleri

Spirulina proteinler, esansiyel amino asitler, mineraller, esansiyel yağ asitleri, vitaminler ve yağda çözünen antioksidanlar (E vitamini ve karotenoidler) içeriği sayesinde yüksek değerlerine sahiptir (Finamore et al., 2017). Spirulina, geniş vitamin ve mineral yelpazesi içermektedir. Bunlar arasında B1, B2, B3, B6, B9, B12, C, D ve E vitaminleri ile K, Ca, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, P, Se, Na ve Zn gibi mineraller yer almaktadır. Ayrıca içeriğinde pigmentler (örneğin klorofil A, ksantofiller, β -karoten), ekinenon, miksoksanofil, zeaksantin, kantaksantin, diatoksantin, 3-hidroksikinoninon, β -kriptoksantin, osilakzantin gibi bileşikler ile C-fikosiyanin ve allokosiyanin gibi fikobiliproteinler ve lipaz gibi enzimler de bulunmaktadır (Hosseini et al., 2013).

Spirulina İçeren Gıda Ürünleri

Spirulina içeren en yaygın besin örnekleri arasında makarna, ekmekek veya bisküvi gibi tahıl temelli ürünler yer almaktadır (Niccolai et al., 2019). Spirulina ekşi mayalı crostini (kızarmış ekmekek) ilave edilmiş ve özellikleri değerlendirilmiştir. Mikro alg içeren ekmekeklerin protein ve polifenol içeriğinin artmış olduğu ayrıca spirulina ilave edilmemiş ekmekeklere kıyasla daha yüksek antioksidan kapasite ile demir ve selenyum minerallerine sahip olduğu gözlenmiştir (Uribe-Wandurraga et al., 2019). Yapılan bir başka çalışmada makarnaya spirulina eklenmiş, makarnanın fenolik ve protein içeriğinin arttığı gözlenmiştir (Rodríguez De Marco et al., 2014). Beheshtipour ve ark. yapmış olduğu çalışmada spirulina yoğurda ilave edilmiş ve yoğurdun pH düşüşünün daha yavaş olduğu, *Lactobacillus acidophilus* ile *Bifidobacterium lactis*'in artan ve sürdürülebilir canlılık gösterdiği gözlenmiştir (Beheshtipour et al., 2012). Ayra spirulinanın eklenmesi sonucunda probiyotik ve protein içeriğinde artış tespit edilmiştir (Çelekli et al., 2019). Yapılan bir başka çalışmada yoğurda ilave edilen spirulina sonucunda yoğurdun karotenoid içeriğinin arttığı gözlenmiştir (Golmakani et al., 2019).

Spirulinanın Gıda Endüstrisinde Çeşitli Gıda Ürünleri Formülasyonları

Atıştırmalık Yiyecek Formülasyonu

Bisküvi ve atıştırmalık endüstrisi, ürünlerini protein ve mineral açısından zenginleştirmek amacıyla spirulina gibi algleri kullanmaya yönelik artan bir ilgi göstermektedir. Bu endüstrinin atıştırmalık ürünlerinin besin içeriğini geliştirmek için tercih ettiği bir yöntem ürünlerine spirulina eklemektir. Yapılan çalışmalar farklı konsantrasyonlarda (%0, %2,5, %5, %7,5, %10 veya %12,5) spirulina ilavesinin ürünlerin protein (%9,43-18,11) ve kül yüzdesinde artış sağladığını göstermiştir. Mikrobiyolojik testler sonucunda tüm örneklerin güvenli olduğu belirlenmiştir (Haoujar et al., 2022).

Makarna Formülasyonu

Spirulina türü algler gelişmiş besinsel, duyuusal ve tedavi edici faydaları içeren zenginleştirilmiş makarna üretimi için makarna imalat endüstrisinde kullanılmıştır. Aynı şekilde müşteri taleplerini karşılamak amacıyla suşi, kurutulmuş et ve makarna gibi çeşitli spirulina bazlı yeni gıda ürünleri geliştirilmiştir. Bu sayede spirulina temelli ürünler hem sağlık açısından zengin seçenekler sunmakta hem de gıda endüstrisine yenilikçi ürün yelpazesi katmaktadır (Grahl et al., 2018; Mostolizadeh et al., 2020).



Pagnussatt ve ark. yaptığı çalışmada kuru makarnaya spirulina ve yulaf eklemenin ürünün besin içeriğinde artış sağladığını ve bu durumun makarnanın güçlendirilmesinin sonucu olduğunu gözlemlemiştir. Spirulina ilavesi makarnanın çözünebilir katı madde miktarını ve rengini etkilerken yulaf ilavesi makarnanın asitlik seviyesini etkilemiştir ve ham protein ve genel gıda aroması değerlerini arttırmıştır (%13,06). Bu eklemeler, ticari makarnalarda bulunan lif miktarıyla (%2,40) karşılaştırıldığında ilavelerin sağlıklı ve besleyici lif kaynakları olarak kabul edilerek ürünlere değer kattığı gözlenmiştir (Pagnussatt et al., 2014).

Dondurma

Algler, polikaroten fenoller gibi çeşitli antioksidanları içerdiği için serbest radikalleri etkili bir şekilde temizleme kapasitesine sahiptir. Yapılan çalışmalarda yosun ekstraktının dondurma ürününe katılması, antioksidan aktivitede belirgin bir artış sağladığı ve dondurma üretiminde alglerin kullanılmasının bireylerin sağlığı üzerinde olumlu etki yarattığı gözlenmiştir. *S. platensis* üretim sürecine dahil edilerek yüksek besin değerine sahip ve fonksiyonel özelliklere sahip bir dondurma elde etmek amaçlanmıştır. Optimal alg konsantrasyonunun %1,2 olduğu belirlenmiştir. Bu konsantrasyon, ürünlerdeki protein miktarını olumlu yönde etkileyerek tatmin edici duyuşsal ve fiziksel özelliklere sahip bir dondurma elde edilmesini sağlamıştır (Agustini et al., 2016; Szmajda et al., 2018).

Yoğurt ve Asidofilik Süt

Yapılan bir çalışmada farklı konsantrasyonlarda (%0,1, %0,2, %0,3 ve %0,5) kurutulmuş spirulina kullanılarak üretilen fonksiyonel yoğurtlar değerlendirilmiştir. Sonuçlar, %0,3 konsantrasyonunun besin değerini artırma ve duyuşsal özellikleri geliştirme açısından en olumlu etkiyi sağladığı göstermiştir. Depolama süresi boyunca *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*'un hayatta kalma oranının kontrol grubuna kıyasla en yüksek olduğu tespit edilmiştir (Malik, 2011).

Probiyotik bakteriler olan *S. platensis*, *L. acidophilus* (A), *Bifidobacteria* (B) ve *Streptococcus thermophilus* (T) içeren bir başlatıcı (ABT-4), fermente edilmiş sütün içine eklenerek etkisi değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bu karışımdaki bileşenlerin depolama süresi boyunca başlatıcı bakterilerin başarılı bir şekilde hayatta kalmasını arttırmada olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Gouveia et al., 2008; Varga et al., 2002).

Spirulinanın Beslenmedeki Önemi

Spirulina'nın bileşimi yetiştirildiği alglerin kaynağına, üretim tesisinin çevresel koşullarına ve yılın mevsimine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Spirulina gövdesi, %55 ile %70 arasında protein, %15 ile %25 arasında karbonhidrat, %6 ile %8 arasında yağ, %7 ile %13 arasında mineral ve nem (kurutulmuş algler için) içermektedir. Diyet lifi miktarı %3 ile %7 arasında değişkenlik gösterebilirken bu oran %8 ile %10 arasında da olabilmektedir (Jung et al., 2019). Tablo 1'de Spirulina tozunun besin içeriği yer almaktadır (Lafarga et al., 2019).

Tablo 1 . Spirulina tozunun besin içeriği (Lafarga et al., 2019)

Kompozisyon *	100 gr başına	Kompozisyon *	100 gr başına
1. Makrobesinler		B2 Vitamini, mg	
Kalori, kcal	290	B3 Vitamini, mg	3.7
Su, g	4.7	B6 Vitamini, mg	12.8
Toplam lipitler, g	7.7	E Vitamini, mg	0,4
Toplam protein, g	57.5	4. Amino asitler	
Karbonhidratlar, g	23.9	Triptofan, g	0,93
Kül, g	6.2	Treonin, g	2.97
2. Mineraller		İzolösin, g	3.21
Demir, mg	28.5	Lizin, g	3.02
Magnezyum, mg	195.0	Metiyonin, g	1.15
Fosfor, mg	118.0	Sistein, g	0,66
Potasyum, g	1.4	Fenilalanin, g	2.77
Sodyum, g	1.0	Tirozin, g	2.58
Çinko, mg	2.0	Valin, g	3.51
Bakır, mg	6.1	Arginin, g	4.15
Manganez, mg	1.9	Histidin, g	1.08
Selenyum, µg	7.2	Alanin, g	4.51
3. Vitaminler		Aspartik asit, g	5.79
A Vitamini, IU	570	Glutamik asit, g	8.39
K vitamini, µg	25.5	Glisin, g	3.09
B1 Vitamini, mg	2.4	Prolin, g	2.38
		serin, g	2,99



Spirulina'da bulunan ve vitaminlerle yakından ilişkilendirilen önemli bileşiklerden biri karotenoidlerdir. Karotenoidler, mikroalgler tarafından doğal olarak sentezlenen bir pigment sınıfıdır ve bazı karotenoidler vücudumuzda in vivo A vitamini olarak dönüştürülebilmektedir. A vitamini genel büyümenin desteklenmesi, görsel fonksiyonların düzenlenmesi, epitel doku farklılaşmasının kontrol edilmesi ve embriyonik gelişim için gereklidir (Tang, 2010).

Yapılan araştırmalarda spirulinanın içeriğindeki besin değeri sayesinde sağlık üzerinde antihipertansif, antidiyabetik, antiobezite, antioksidan aktivite gösterdiği ve kilo kontrolüne yardımcı olduğu kanıtlanmıştır (Huang et al., 2018).

Sonuç

Spirulina, gelecekte gıda endüstrisinde önemli bir yere sahip olacaktır. Bu benzersiz kaynak her geçen yıl daha fazla yeni ürün formülasyonunda kullanılmaktadır. Nicelik olarak değil besleyici bileşenler açısından da oldukça zengin olan spirulina, çeşitli gıda ürünlerinde kullanılmakta bu durum pazarın farklı tercihlerini karşılamaya yardımcı olurken sağlıklı beslenmeyi de teşvik etmektedir. Spirulina'nın sağladığı pigmentler sentetik alternatifler olarak önemli avantajlar sunmaktadır. Bu pigmentler tüketildiğinde sağlık teşvik eden özelliklere sahip olmanın yanı sıra yeni fonksiyonel gıdaların oluşturulmasında çok yönlü bir bileşen olarak kullanılmaktadır.

Spirulina ilave edilen besinler sadece besin değeri bakımından değil aynı zamanda antihipertansif, antidiyabetik, antiobezite ve antioksidan gibi olumlu biyoaktivitelerin kaynağı olarak da önemli bir potansiyele sahiptir. Bu durum spirulina'nın yalnızca beslenme alanında değil aynı zamanda fonksiyonel gıda endüstrisinde de önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Kaynaklar

- Agustini, T. W., Ma'ruf, W. F., Widayat, Suzery, M., Hadiyanto, & Benjakul, S. (2016). Application of spirulina platensis on ice cream and soft cheese with respect to their nutritional and sensory perspectives. *Jurnal Teknologi*, 78(4-2), 245-251. <https://doi.org/10.11113/jt.v78.8216>
- Aljobair, M. O., Albaridi, N. A., Alkuraieef, A. N., & AlKehayez, N. M. (2021). Physicochemical properties, nutritional value, and sensory attributes of a nectar developed using date palm puree and spirulina. *International Journal of Food Properties*, 24(1), 845-858. <https://doi.org/10.1080/10942912.2021.1938604>
- Beheshtipour, H., Mortazavian, A. M., Haratian, P., & Khosravi-Darani, K. (2012). Effects of Chlorella vulgaris and Arthrospira platensis addition on viability of probiotic bacteria in yogurt and its biochemical properties. *European Food Research and Technology*, 235(4), 719-728. <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1798-4>
- Bleakley, S., & Hayes, M. (2017). Algal proteins: Extraction, application, and challenges concerning production. *Foods*, 6(5), 1-34. <https://doi.org/10.3390/foods6050033>
- Çelekli, A., Alslibi, Z. A., & Bozkurt, H. üseyin. (2019). Influence of incorporated Spirulina platensis on the growth of microflora and physicochemical properties of ayran as a functional food. *Algal Research*, 44(August), 101710. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2019.101710>
- Costa, J. A. V., Freitas, B. C. B., Rosa, G. M., Moraes, L., Morais, M. G., & Mitchell, B. G. (2019). Operational and economic aspects of Spirulina-based biorefinery. *Bioresource Technology*, 292, 121946. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2019.121946>
- Finamore, A., Palmery, M., Bensehaila, S., & Peluso, I. (2017). Activities of the Sustainable and Ecofriendly Spirulina. *Hindawi Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017(1), 1-14. <https://doi.org/10.1155/2017/3247528>
- Gogna, S., Kaur, J., Sharma, K., Prasad, R., Singh, J., Bhadariya, V., Kumar, P., & Jarial, S. (2023). Spirulina- An Edible Cyanobacterium with Potential Therapeutic Health Benefits and Toxicological Consequences. *Journal of the American Nutrition Association*, 42(6), 559-572. <https://doi.org/10.1080/27697061.2022.2103852>
- Golmakani, M. T., Soleimanian-Zad, S., Alavi, N., Nazari, E., & Eskandari, M. H. (2019). Effect of Spirulina (Arthrospira platensis) powder on probiotic bacteriologically acidified feta-type cheese. *Journal of Applied Phycology*, 31(2), 1085-1094. <https://doi.org/10.1007/s10811-018-1611-2>
- Gouveia, L., Coutinho, C., Mendonça, E., Batista, A. P., Sousa, I., Bandarra, N. M., & Raymundo, A. (2008). Functional biscuits with PUFA-ω3 from Isochrysis galbana. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(5), 891-896. <https://doi.org/10.1002/JSFA.3166>
- Grahl, S., Strack, M., Weinrich, R., & Mörlein, D. (2018). Consumer-Oriented Product Development: The Conceptualization of Novel Food Products Based on Spirulina (Arthrospira platensis) and Resulting Consumer Expectations. *Journal of Food Quality*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/1919482>



- Haoujar, I., Haoujar, M., Altemimi, A. B., Essafi, A., & Cacciola, F. (2022). Nutritional, sustainable source of aqua feed and food from microalgae: a mini review. *International Aquatic Research*, 14(3), 157–167. <https://doi.org/10.22034/IAR.2022.1958713.1278>
- Hossam El-Beltagi, S., Dhawi, F., Ihab ASHOUSH, S., & Khaled Ramadan, M. A. (2020). Antioxidant, anti-cancer and ameliorative activities of *Spirulina platensis* and pomegranate juice against hepatic damage induced by CCl₄. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(4), 1941–1956. <https://doi.org/10.15835/48412151>
- Hosseini, S., Shahbazizadeh, S., Khosravi-Darani, K., & Mozafari, M. (2013). *Spirulina paltensis*: Food and Function. *Current Nutrition & Food Science*, 9(3), 189–193. <https://doi.org/10.2174/1573401311309030003>
- Huang, H., Liao, D., Pu, R., & Cui, Y. (2018). Quantifying the effects of spirulina supplementation on plasma lipid and glucose concentrations, body weight, and blood pressure. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, 11, 729–742. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S185672>
- Jung, F., Krüger-Genge, A., Waldeck, P., & Küpper, J. H. (2019). *Spirulina platensis*, a super food? *Journal of Cellular Biotechnology*, 5(1), 43–54. <https://doi.org/10.3233/JCB-189012>
- Lafarga, T., Fernández-Sevilla, J. M., González-López, C., & Acién-Fernández, F. G. (2020). *Spirulina* for the food and functional food industries. *Food Research International*, 137, 109356. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2020.109356>
- Lafarga, T., Mayre, E., Echeverria, G., Viñas, I., Villaró, S., Acién-Fernández, F. G., Castellari, M., & Aguiló-Aguayo, I. (2019). Potential of the microalgae *Nannochloropsis* and *Tetraselmis* for being used as innovative ingredients in baked goods. *Lwt*, 115(May), 108439. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108439>
- Malik, P. (2011). Utilization of *Spirulina* Powder for Enrichment of Ice Cream and Yoghurt. *Master's Thesis, Karnataka Veterinary, Animal and Fisheries Sciences University*. <https://doi.org/10.3390/life13030845>
- ManjulaR, Vijayavahini R, & Lakshmi TS. (2021). Formulation and quality evaluation of spirulina incorporated ready to serve (RTS) functional beverage. *International Journal of Multidisciplinary Research in Arts*, 1(2), 29–35. <http://www.sdnbvc.edu.in/ijmrasc>
- Mostolizadeh, S., Moradi, Y., Mortazavi, M. S., Motallebi, A. A., & Ghaeni, M. (2020). Effects of incorporation *Spirulina platensis* (Gomont, 1892) powder in wheat flour on chemical, microbial and sensory properties of pasta. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(1), 410–420. <https://doi.org/10.22092/ijfs.2019.119107>
- Niccolai, A., Venturi, M., Galli, V., Pini, N., Rodolfi, L., Biondi, N., D'Ottavio, M., Batista, A. P., Raymundo, A., Granchi, L., & Tredici, M. R. (2019). Development of new microalgae-based sourdough “crostini”: functional effects of *Arthrospira platensis* (*spirulina*) addition. *Scientific Reports*, 9(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55840-1>
- Pagnussatt, F. A., Spier, F., Bertolin, T. E., Costa, J. A. V., & Gutkoski, L. C. (2014). Technological and nutritional assessment of dry pasta with oatmeal and the microalga *Spirulina platensis*. *Brazilian Journal of Food Technology*, 17(4), 296–304. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.1414>
- Rodriguez Concepcion, M., Avalos, J., Luisa, M., Boronat, A., Gomez-Gomez, L., Hornero-Mendez, D., Limon, M. C., Meléndez-Martínez, A. J., Olmedilla-Alonso, B., Palou, A., Ribot, J., Rodrigo, M. J., Zacarias, L., & Zhu, C. (2018). A global perspective on carotenoids: metabolism, biotechnology, and benefits for nutrition and health. *Progress in Lipid Research*, 70, 62–93. <http://carotenoiddb.jp>
- Rodríguez De Marco, E., Steffolani, M. E., Martínez, C. S., & León, A. E. (2014). Effects of spirulina biomass on the technological and nutritional quality of bread wheat pasta. *Lwt*, 58(1), 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.02.054>
- Szmejd, K., Duliński, R., Byczyński, Ł., Karbowski, A., Florczak, T., & Żyła, K. (2018). Analysis of the selected antioxidant compounds in ice cream supplemented with *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) extract. *Biotechnol Food Sci*, 82(1), 41–48. <http://www.bfs.p.lodz.pl>
- Tang, G. (2010). Bioconversion of dietary provitamin A carotenoids to vitamin A in humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, 91(5), 1468S–1473S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.28674G>
- Uribe-Wandurraga, Z. N., Igual, M., García-Segovia, P., & Martínez-Monzó, J. (2019). Effect of microalgae addition on mineral content, colour and mechanical properties of breadsticks. *Food & Function*, 10(8), 4685–4692. <https://doi.org/10.1039/C9FO00286C>
- Varga, L., Szigeti, J., Kovács, R., Földes, 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)

