

Probiyotik ve Prebiyotiklerin Sporcu Beslenmesindeki Rolü

Senanur Dönmez¹ -
Asiye Hande Başkan²

Özet

Bu bölümde probiyotik ve prebiyotiklerin sporcu beslenmesindeki rolü ele alınmaktadır. Bağırsak mikrobiyotası, bağışıklık sistemi, performans ve toparlanma süreçleri açısından sporcu sağlığının kritik bir bileşeni olarak değerlendirilmektedir. Probiyotikler, uygun dozlarda alındığında konağın bağırsak sağlığını destekleyen canlı mikroorganizmalar olup fermente gıdalar başlıca kaynaklarını oluşturmaktadır. Prebiyotikler ise sindirilemeyen karbonhidrat yapısındaki bileşikler olup faydalı mikroorganizmaların gelişimini teşvik etmektedir.

Sporcularda probiyotik ve prebiyotik kullanımı; bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi, üst solunum yolu enfeksiyonlarının azaltılması, gastrointestinal rahatsızlıkların önlenmesi, inflamasyonun baskılanması ve oksidatif stresin azaltılması gibi yararlar sunmaktadır. Ayrıca enerji metabolizmasının desteklenmesi, besin emiliminin artırılması, kısa zincirli yağ asitlerinin üretimi ve bağırsak-beyin ekseninin düzenlenmesi yoluyla psikolojik iyi oluş üzerinde de olumlu etkiler göstermektedir.

Uygulamada bireysel farklılıklar, doz, süre ve kullanım şekli göz önünde bulundurulmalı; hem gıda kaynaklı hem de takviye formlarında güvenli ve kontrollü kullanım esas alınmalıdır. Sonuç olarak, probiyotik ve prebiyotiklerin düzenli ve uygun şekilde tüketimi, sporcularda performansın korunması, toparlanmanın hızlandırılması ve genel sağlığın desteklenmesi açısından önemli bir strateji olarak değerlendirilmektedir.

- 1 Giresun üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, dytsenadonmez@gmail.com - Orcid Id:0009-0000-5796-2508
- 2 Giresun üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi - hande.baskan@giresun.edu.tr, Orcid Id: 0000-0002-7298-2184

1. GİRİŞ: MİKROBİYOTA VE SPORCULARDA BAĞIRSAK SAĞLIĞI

Bağırsak mikrobiyotası, insan vücudundaki pek çok fizyolojik süreçte rol oynamakta ve sporcu beslenmesinde giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Mikrobiyota ve egzersiz arasındaki ilişkinin, performans, bağışıklık sistemi ve toparlanma süreçleri bağlamında ele alındığı görülmektedir. Bu doğrultuda probiyotik ve prebiyotik içeren besinler ve takviyeler de sporcu beslenmesinde dikkate alınan unsurlardan biri haline gelmiştir.

Konakçıyla simbiyotik biçimde birlikte yaşayan tüm mikroorganizmalar mikrobiyota olarak tanımlanırken, bu mikroorganizmaların genetik materyali mikrobiyom olarak adlandırılır. Mikrobiyom bakteriler, arkeler, mantarlar, protozoalar ve virüsleri içeren oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir (El-Sayed ve ark., 2021; Methé ve ark., 2012). İnsan vücudunda mikrobiyal hücre sayısının yaklaşık 10^{14} olduğu ve bunların yaklaşık %90'ının bağırsaklarda bulunduğu öngörülmektedir (Xu ve Knight, 2014). Bileşim ve fonksiyonel kapasite açısından kişiden kişiye farklılık gösteren mikrobiyota, bağışıklık yanıtlarının düzenlenmesine katkıda bulunur ve organizmanın sağlıklı ya da hastalıklı durumlarla ilişkili biyolojik süreçlerinde önemli bir rol oynar (Abt ve Artis, 2009).

Sporcularda bağırsak sağlığı, mikrobiyota ile beslenme ve antrenman alışkanlıkları arasındaki etkileşimler aracılığıyla performansın sürdürülmesi ve toparlanmanın hızlanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Chen ve ark., 2024). Bu alandaki araştırmalar, sporcularda bağırsak mikrobiyotasının çeşitliliği ve işlevlerinin performans, kas uyumu ve toparlanma süreçleri üzerindeki etkilerini inceleme yönünde giderek artmaktadır (Codella ve ark., 2017).

Bu doğrultuda bölümde özellikle sporcularda bağırsak mikrobiyotasını etkileyen probiyotik ve prebiyotiklerin; performans, toparlanma, bağışıklık, sindirim ve psikolojik süreçler üzerindeki potansiyel katkıları ele alınacaktır.

Probiyotikler

Probiyotikler, bağırsak mikrobiyal dengesini destekleyerek tüketicilerin sağlığına katkıda bulunan, uygun miktarlarda alındığında konağa sağlık yararı sağlayan canlı mikroorganizmalardır (Kerry ve ark., 2018). Asit ve safra tuzlarına karşı direnç göstererek gastrointestinal sistemde canlılıklarını koruyarak, bağırsak yüzeyine tutunma yetenekleri sayesinde mikrobiyal dengeyi olumlu yönde düzenler. Ayrıca antimikrobiyal bileşikler ve metabolitler üreterek konağın bağırsak sağlığının korunmasına ve patojenlerin baskılanmasına katkıda bulunurlar (Charitos ve ark., 2025).

Genel olarak güvenli kabul edilen maddeler (GRAS) kapsamında değerlendirilen probiyotiklerin, başlıca *Lactococcus* (*L. lactis*, *L. reuteri*, *L. rhamnosus*, *L. casei*, *L. acidophilus*, *L. curvatus*, *L. Plantarum*), *Lactobacillus* (*L. plantarum*, *L. paracasei*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. rhamnosus*, *L. crispatus*, *L. gasseri*, *L. reuteri*, *L. bulgaricus*), *Streptococcus* (*S. sanguis*, *S. oralis*, *S. mitis*, *S. thermophilus*, *S. salivarius*), *Enterococcus* (*E. faecium*) ve *Bifidobacterium* (*B. longum*, *B. catenulatum*, *B. breve*, *B. animalis*, *B. bifidum*) olmak üzere; *Bacteroides* (*B. uniformis*), *Propionibacterium* (*P. jensenii*, *P. freudenreichii*), *Peptostreptococcus* (*P. productus*), *Bacillus* (*B. coagulans*, *B. subtilis*, *B. Laterosporus*), *Pediococcus* (*P. acidilactici*, *P. pentosaceus*), *Akkermansia* (*A. muciniphila*), *Saccharomyces* (*S. boulardii*) türleri bulunmaktadır (Kerry ve ark., 2018).

Fermantasyon, mikroorganizmalar veya enzimler sayesinde gıdaların besin değerini ve biyoyararlılığını artıran bir süreçtir. Bu süreç, bazı gıdalarda doğal olarak bulunan probiyotikleri aktive etmektedir ve probiyotiklerin büyümesi ve çoğalması için uygun ortam sağlamaktadır; böylece fermente gıdalar probiyotik kaynağı hâline gelmektedir (Sharma ve ark., 2020). Fermente süt ve süt ürünleri (yoğurt, kefir, peynir, ayran gibi) sindirimi düzenler, laktoz sindirimini artırır ve bağışıklık fonksiyonlarını güçlendirir. Bitki bazlı fermente ürünler (lahana turşusu, kimchi, miso, tempeh, natto, kombucha vb.) bağırsak mikrobiyotasının çeşitliliğini artırır, antioksidan kapasiteyi yükseltir ve bağışıklık yanıtlarını modüle eder. Tahıl bazlı fermente ürünler (boza, tarhana, fermente pirinç ve mısır içecekleri) hem probiyotik mikroorganizmaları hem de prebiyotik lifleri içererek sindirim sağlığı ve enerji metabolizmasını iyileştirir. Fermente et ve balık ürünleri (sucuk ve bazı balık sosları) probiyotik bakteri türlerini barındırır ve protein sindirilebilirliğini artırır; ancak yüksek tuz içerikleri nedeniyle tüketim miktarlarına dikkat edilmelidir (D'Almeida et al., 2024).

Prebiyotikler

Prebiyotikler; konakçının enzimleriyle sindirilemeyen polisakkarit ve oligosakkaritler olup, gastrointestinal sisteme ulaştıklarında yararlı bağırsak bakterilerinin seçici olarak büyümesini ve metabolik faaliyetleri uyarak sağlık üzerinde olumlu etkiler gösteren bileşiklerdir (Patel & Goyal, 2012).

Prebiyotikler, gelişim aşamaları ve düzenleyici özelliklerine göre farklı gruplara ayrılmaktadır. Bu sınıflamaya göre yerleşik prebiyotikler inülin, galaktooligosakkaritler, fruktooligosakkaritler ve laktüloz; yükselen prebiyotikler ksilo-oligosakkaritler, izomaltooligosakkaritler, kitooligosakkaritler ve laktosukroz; geliştirilmekte olan prebiyotikler ise raffinoz, neoagaro-oligosakkaritler ve epilaktoz olarak tanımlanmaktadır.

Ayrıca insan sütü oligosakkaritleri, polifenoller, çoklu doymamış yağ asitleri, proteinler ve peptitler yeni potansiyel prebiyotik adayları arasında yer almaktadır (Cardoso ve ark., 2020).

Prebiyotikler, bağırsak mikrobiyotasının seçici olarak faydalı bakterilerini teşvik ederek fermentasyon yoluyla kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) üretimini artırır; bu mekanizma, bağırsak bariyer bütünlüğünü güçlendirir, immün yanıtı düzenler, metabolik homeostazı destekler ve bağırsak-beyin eksenini aracılığıyla nöropsikiyatrik fonksiyonları olumlu yönde etkiler (Ali ve ark., 2025). Doğal olarak yer elması, hindiba, süt, bal, kuşkonmaz, soğan, pırasa, muz, sarımsak, çavdar, buğday kepeği, un ve arpa gibi çeşitli gıdalarda bulunmakta olup, konsantrasyonları kaynaklara göre değişkenlik göstermektedir (Panesar ve ark., 2022).

Bağıışıklık Sistemi

Yoğun antrenman ve yarışma süreçlerinde sporcuların bağışıklık sistemi baskılanabilmekte, bağışıklık parametrelerinde meydana gelen küçük ölçekli değişimlerin birikimli etkisi üst solunum yolu enfeksiyonları gibi sağlık sorunlarına yatkınlığı artırabilmektedir (Gleeson, 2007).

Probiyotikler, epitel hücrelerine bağlanarak immün hücrelerin aktivasyonunu artırmakta, immünoglobulin ve γ -interferon üretimini desteklemekte ve patojenlerin kolonizasyonunu önleyerek bağışıklık yanıtını güçlendirmektedir. Bu süreçler, probiyotiklerin inflamasyonu düzenleyerek bağışıklık sistemine koruyucu etkiler sağladığını ortaya koymaktadır (Panesar ve ark., 2022).

Prebiyotikler, bağırsak mikrobiyotasını modüle ederek immün sistemi güçlendirdiği ve inflamasyonu azalttığı görülmüştür (Al-Habsi ve ark., 2024). Cani ve arkadaşlarının (2009) obez ve diyabetik farelerde yaptığı çalışmada, prebiyotik uygulamasının bağırsak bariyer bütünlüğünü artırdığı, inflamatuvar belirteçleri düşürdüğü ve metabolik semptomları hafiflettiği gösterilmiştir. Bu sonuçlar, prebiyotiklerin bağışıklık yanıtının düzenlenmesinde ve metabolik bozuklukların önlenmesinde önemli etkiler sağladığını göstermektedir.

Sindirim Sağlığı

Sporcularda yoğun egzersiz, mikrobiyota dengesizliği, yüksek kalori alımı ve seyahat kaynaklı stres gibi faktörlerin gastrointestinal rahatsızlıklara sebep olup, performansı olumsuz etkileyebileceği görülmüştür (Nami ve ark., 2025).

Probiyotikler, bağırsak mikrobiyotasındaki dengeyi destekleyerek gaz, şişkinlik ve ishal gibi semptomların azalmasına katkı sağlar. Özellikle antibiyotik kullanımına bağlı gelişen ishalde bağırsak florasını düzenleyerek şikâyetlerin hafiflemesine yardımcı olur. Ayrıca bağırsak bariyerini güçlendirerek patojenlerin tutunma ve çoğalma riskini azaltır (Maftei ve ark., 2024). Prebiyotikler ise bağırsak mikrobiyotasını düzenleyerek sindirim sisteminin işlevselliğini geliştirir ve özellikle inülin, fruktooligosakkaritler, galaktooligosakkaritler ile ksilooligosakkaritler gibi bileşikler aracılığıyla kalsiyum, magnezyum ve demir emilimini destekler (Yoo ve ark., 2024).

Toparlanma ve İnflamasyon

Yoğun egzersiz, sporcularda oksidatif stres düzeylerini artırarak ve inflamatuvar süreçleri tetikleyerek hem iyileşme sürecini hem de performans kapasitesini sınırlayabilmektedir (Kruk ve ark., 2021).

Probiyotikler, bağışıklık sisteminin yanıtlarını modüle ederek anti-inflamatuvar etki gösterebilmektedir. Özellikle *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerine ait bazı suşlar, pro-inflamatuvar sitokin düzeylerini azaltma ve anti-inflamatuvar mekanizmaları destekleme potansiyeli olduğu gösterilmiştir (Falalyeyeva ve ark., 2017). Prebiyotikler, bağırsak mikrobiyotasını düzenleyerek asetat, propiyonat ve bütirat gibi kısa zincirli yağ asitlerinin üretimini artırmakta ve bu yolla immün yanıtı modüle edip pro-inflamatuvar sitokinleri baskılayarak inflamasyonla ilişkili patolojiler üzerinde terapötik etki göstermektedir (Yoo ve ark., 2024). Bu mekanizmalar, egzersiz sonrası iyileşme sürecini desteklemektedir (Bayrakdar & Zorba, 2020).

Performans ve Dayanıklılık

• Besin Emilimi ve Enerji Metabolizması:

Probiyotikler ve prebiyotikler, bağırsak mikrobiyotasını modüle ederek enerji metabolizması ve besin emilimini iyileştirir. Kısa zincirli yağ asitleri üretimini artırarak bağırsak hücrelerine enerji sağlar, glikoz ve lipid metabolizmasını düzenleyerek insülin duyarlılığını artırır ve kolesterol ile trigliserit seviyelerini düşürür. Özellikle B grubu olmak üzere, C ve K vitaminlerinin sentezini destekleyerek konakçı sağlığını güçlendirir (Maftei ve ark., 2024). Bu etkiler, özellikle enerji ihtiyacının yüksek olduğu sporcularda performansın ve toparlanmanın desteklenmesine katkı sağlar.

• Performans ve Dayanıklılık:

Probiyotikler, sporcularda bağırsak mikrobiyotasını modüle ederek besin

emilimi ve sindirim verimliliğini artırır ve bağırsak bariyer fonksiyonunu güçlendirir. Bu etkiler, enerji kaynaklarının daha etkin kullanılmasını sağlayarak sporcularda enerji homeostazını optimize eder ve dayanıklılık ile egzersiz kapasitesinin geliştirilmesine katkıda bulunur (Miles, 2020; Çevik vd. 2023; Makaracı & Bayrakdar, 2025).

Psikolojik Etkiler

Psikoloji çok boyutlu bir kavramdır (Göksel vd., 2020). Bu boyutlardan biri de Sporcu beslenmesidir. Probiyotikler ve prebiyotikler, bağırsak mikrobiyotası aracılığıyla bağırsak–beyin eksenini modüle ederek anksiyete, depresyon, ruh hali ve bilişsel işlevleri doğrudan etkiler (Nami ve ark., 2025).

Gastrointestinal mikrobiyota, humoral, immünolojik, endokrin ve sinirsel yollarla beyinle çift yönlü iletişim kurarken; disbiyoz ise bu iletişimi bozarak nörolojik ve bilişsel bozukluklara yol açmaktadır. Probiyotikler, bağırsak mikrobiyotasının dengesini yeniden sağlayarak beyin homeostazını doğrudan destekler (Kumar ve ark., 2024).

Probiyotikler, anksiyete ve depresyon semptomlarının şiddetini azaltmaktadır. *Lactobacillus reuteri*, *L. rhamnosus* ve *Bifidobacterium infantis* içeren probiyotik kombinasyonları, inflamatuvar yanıtları baskılayarak ruh hali üzerinde olumlu etki gösterir. Ayrıca, bazı *Lactobacillus* suşları (*L. rhamnosus*, *L. casei*) sıçan modellerinde anksiyete ile ilişkili davranışları ve duygusal düzenlemeyi modüle eder (Lee, Lee ve Hur, 2022).

Probiyotik takviyelerinde genellikle 10^8 – 10^{11} CFU/g aralığında dozlar kullanılmakla birlikte, optimal miktar kullanılan suşa ve hedeflenen etkiye göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle standart bir doz önerisi henüz net olarak tanımlanmamıştır (Zang ve ark., 2023). Prebiyotik takviyeleri, özellikle fruktooligosakkaritler (FOS), bağırsak mikrobiyotasını modüle ederek *Bifidobacterium spp.* düzeylerini artırmakta ve genellikle iyi tolere edilmektedir. Bu konuda yapılan meta-analizler, günde 7.5–15 g arasındaki doz kullanımında ve 4 haftadan uzun süreli kullanımlarda bu etkinin en belirgin şekilde görüldüğünü göstermektedir (Dou ve ark., 2022). Probiyotik ve prebiyotiklerin sağlıklı yetişkinlerin kullanımında ve optimal doz aralığında kullanımında belirgin ve ciddi yan etkiler gözlenmediği görülmüştür. En sık bildirilen yan etkiler hafif düzeyde gastrointestinal sistemle ilişkilidir (gaz, gevşek dışkı, diyare, şişkinlik vb.). Diğer yan etkiler ise nadiren baş ağrısı, uykuya dalma veya sürdürmede zorluk, boğaz ağrısı ve kas ağrısı olarak bildirilmiştir. Probiyotik ve prebiyotikler genellikle güvenli kabul edilse de, hassas popülasyonlarda nadir fakat ciddi riskler göz önünde bulundurulmalıdır (Ryan ve ark., 2021).

Kaynakça

- Abt, M. C., & Artis, D. (2009). The intestinal microbiota in health and disease: the influence of microbial products on immune cell homeostasis. *Current opinion in gastroenterology*, 25(6), 496-502. <https://doi.org/10.1097/mog.0b013e328331b6b4>
- Al-Habsi, N., Al-Khalili, M., Haque, S. A., Elias, M., Olqi, N. A., & Al Uraimi, T. (2024). Health benefits of prebiotics, probiotics, synbiotics, and post-biotics. *Nutrients*, 16(22), 3955.
- Ali, S., Hamayun, M., Siraj, M., Khan, S. A., Kim, H. Y., & Lee, B. (2025). Recent Advances in Prebiotics: Classification, Mechanisms, and Health Applications. *Future Foods*, 100680.
- Bayrakdar, A., & Zorba, E. (2020). *Egzersiz ve beslenme* (Vol. 47518). Akademisyen Kitabevi.
- Cani, P. D., Possemiers, S., Van de Wiele, T., Guiot, Y., Everard, A., Rottier, O., ... & Delzenne, N. M. (2009). Changes in gut microbiota control inflammation in obese mice through a mechanism involving GLP-2-driven improvement of gut permeability. *Gut*, 58(8), 1091-1103.
- Charitos, I. A., Colella, M., Carretta, D. M., & Santacroce, L. (2025). Probiotics, gut microbiota and physical activity: A close relationship. *Sports Medicine and Health Science*. <https://doi.org/10.1016/j.smhs.2025.04.003>
- Chen, Y., Yang, K., Xu, M., Zhang, Y., Weng, X., Luo, J., Li, Y., & Mao, Y. (2024). Dietary Patterns, gut Microbiota and Sports Performance in Athletes: A Narrative review. *Nutrients*, 16(11), 1634. <https://doi.org/10.3390/nu16111634>
- Codella, R., Luzi, L., & Terruzzi, I. (2017). Exercise has the guts: How physical activity may positively modulate gut microbiota in chronic and immune-based diseases. *Digestive and Liver Disease*, 50(4), 331-341. <https://doi.org/10.1016/j.dld.2017.11.016>
- Çevik, A., Dokuzoğlu, G., & Zorba, E. (2023). Fitness Egzersizi Yapan Bireylerin Beslenmeye Yönelik Tutumlarının Belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(3), 1375-1383.
- D'Almeida, A. P., Neta, A. a. I., De Andrade-Lima, M., & De Albuquerque, T. L. (2024). Plant-based probiotic foods: current state and future trends. *Food Science and Biotechnology*, 33(15), 3401-3422. <https://doi.org/10.1007/s10068-024-01674-1>
- Dou, Y., Yu, X., Luo, Y., Chen, B., Ma, D., & Zhu, J. (2022). Effect of fructooligosaccharides supplementation on the Gut Microbiota in Human: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 14(16), 3298. <https://doi.org/10.3390/nu14163298>

- El-Sayed, A., Aleya, L. & Kamel, M. Microbiota's role in health and diseases. *Environ Sci Pollut Res* **28**, 36967–36983 (2021).
- Falalyeyeva, T., Leschenko, I. V., Beregova, T. V., Lazarenko, L. M., Savchuk, O. M., Sichel, L. M., ... & Spivak, M. Y. (2017). Probiotic strains of lactobacilli and bifidobacteria alter pro-and anti-inflammatory cytokines production in rats with monosodium glutamate-induced obesity. *receptor*, 4(2), 63.
- Gleeson, M. (2007). Immune function in sport and exercise. *Journal of applied physiology*.
- Göksel, A. G., Zorba, E., Yıldız, M., & Caz, Ç. (2020). Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin taraftarı oldukları futbol takımına karşı psikolojik bağlılıklarının incelenmesi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 15(25), 3800-3818.
- Kerry, R. G., Patra, J. K., Gouda, S., Park, Y., Shin, H., & Das, G. (2018). Benefaction of probiotics for human health: A review. *Journal of Food and Drug Analysis*, 26(3), 927–939. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2018.01.002>
- Kruk, J., Aboul-Encin, B. H., & Duchnik, E. (2021). Exercise-induced oxidative stress and melatonin supplementation: current evidence. *The Journal of Physiological Sciences*, 71(1). <https://doi.org/10.1186/s12576-021-00812-2>
- Kumar, A., Sivamaruthi, B. S., Dey, S., Kumar, Y., Malviya, R., Prajapati, B. G., & Chaiyasut, C. (2024). Probiotics as modulators of gut-brain axis for cognitive development. *Frontiers in Pharmacology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1348297>
- Lee, D., Lee, V. M., & Hur, S. K. (2022). Manipulation of the diet–microbiota–brain axis in Alzheimer's disease. *Frontiers in Neuroscience*, 16. <https://doi.org/10.3389/fnins.2022.1042865>
- Maftci, N., Raileanu, C. R., Balta, A. A., Ambrose, L., Boev, M., Marin, D. B., & Lisa, E. L. (2024). The Potential Impact of Probiotics on Human Health: An Update on Their Health-Promoting Properties. *Microorganisms*, 12(2), 234. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12020234>
- Makaracı, M., & Bayrakdar, A. (2025). Sağlıklı Yaşamın Anahtarı: Fiziksel Aktivite ve Beslenme Tutumu Üzerine Bir Araştırma. *Mediterranean Journal of Sport Science*, 8(2), 393-404.
- Methé, B. A., Nelson, K. E., Pop, M., Creasy, H. H., Giglio, M. G., Huttenhower, C., Gevers, D., Petrosino, J. F., Abubucker, S., Badger, J. H., Chinwalla, A. T., Earl, A. M., Fitzgerald, M. G., Fulton, R. S., Hallsworth-Pepin, K., Lobos, E. A., Madupu, R., Magrini, V., Martin, J. C., . . . White, O. (2012). A framework for human microbiome research. *Nature*, 486(7402), 215–221. <https://doi.org/10.1038/nature11209>

- Miles, M. P. (2020). Probiotics and gut health in athletes. *Current Nutrition Reports*, 9(3), 129–136. <https://doi.org/10.1007/s13668-020-00316-2>
- Nami, Y., Barghi, A., Shahgolzari, M., Salehian, M., & Haghshenas, B. (2025). Mechanism of action and beneficial effects of probiotics in amateur and professional athletes. *Food Science & Nutrition*, 13(1), e4658.
- Panesar, P. S., Anal, A. K., & Kaur, R. (2022). Probiotics, prebiotics and synbiotics: opportunities, health benefits and industrial challenges. *Probiotics, Prebiotics and Synbiotics: Technological Advancements Towards Safety and Industrial Applications*, 1-13.
- Patel, S., & Goyal, A. (2012). The current trends and future perspectives of prebiotics research: a review. *3 Biotech*, 2(2), 115–125. <https://doi.org/10.1007/s13205-012-0044-x>
- Ryan, J. J., & Patno, N. M. (2021). Short-Term Tolerability, Safety, and Gut Microbial Composition Responses to a Multi-Strain Probiotic Supplement: An Open-Label Study in Healthy Adults. *Integrative medicine (Encinitas, Calif.)*, 20(1), 24–34.
- Sharma, R., Garg, P., Kumar, P., Bhatia, S. K., & Kulshrestha, S. (2020). Microbial fermentation and its role in quality improvement of fermented foods. *Fermentation*, 6(4), 106. <https://doi.org/10.3390/fermentation6040106>
- Xu, Z., & Knight, R. (2015). Dietary effects on human gut microbiome diversity. *British Journal of Nutrition*, 113(S1), S1–S5. doi:10.1017/S0007114514004127
- Yoo, S., Jung, S., Kwak, K., & Kim, J. (2024). The role of prebiotics in modulating gut microbiota: Implications for Human health. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(9), 4834. <https://doi.org/10.3390/ijms25094834>
- Zhang, L., Zhang, R., & Li, L. (2023). Effects of probiotic supplementation on exercise and the underlying mechanisms. *Foods*, 12(9), 1787. <https://doi.org/10.3390/foods12091787>