

Yenilebilir Mantarlar ve Biyoaktif Bileşenleri

Serdar YEŞİL¹, Gökhan ZENGİN², Hacer ÇOKLAR³, Mehmet AKBULUT⁴

¹ Karabük Üniversitesi, Eflani Meslek Yüksekokulu, , Karabük, Türkiye

² Tarım ve Orman Bakanlığı, Burdur Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Burdur, Türkiye

³ Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

⁴ Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

Öz

Makromantarlar, Basidiomycota ve Ascomycota filumlarından oluşan büyük sporokarpları içeren bir grup mantarı ifade eder. Dünya genelinde yaklaşık 14.000 türü bulunan bu makromantarlar arasında 350'den fazla tür tüketilmektedir. Özellikle *Agaricus bisporus*, *Flammulina velutipes*, *Lentinula edodes* ve *Pleurotus* spp. gibi mantarlar en çok yetiştirilen ve tüketilen türler arasındadır. Bu mantarlar, yüksek miktarda karbonhidrat, protein, mineral ve vitamin içeriğine sahiptir. Mantarlar, insanlar için önemli bir besin kaynağı olmasının yanı sıra, sağlık açısından da birçok faydaları vardır. Bu nedenle mantarlar, besleyici bileşenleri ve biyoaktif maddeleri sayesinde insanlar tarafından tüketilerek sağlıklı bir yaşam tarzının desteklenmesine katkıda bulunabilirler. Böylece mantarlar, inflamasyonu azaltabilir, bağırsak sağlığını iyileştirebilir, bağışıklık sistemini güçlendirebilir ve çeşitli hastalıkların riskini azaltabilir. Bu nedenle, insanlar tarafından hem gıda hem de tıbbi amaçlarla tüketilmektedir. Mantarlar, esansiyel amino asitler, B grubu vitaminleri, D vitamini ve önemli mineralleri içerir. Ayrıca, mantarlarda bulunan polisakkaritler, beta-glukanlar, proteinler, yağlar, fenolik bileşikler ve vitaminler gibi biyoaktif bileşenler, antifungal, antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antikanser, antiviral, antitümör ve diğer sağlık yararlarına sahiptir. Özellikle polisakkaritler ve beta-glukanlar, mantarların sağlık üzerindeki olumlu etkilerinde önemli rol oynamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mantar, gıda, biyoaktif bileşen, yenilebilir, sağlık

¹ Sorumlu Yazar/Corresponding Author: serdar.ysl@hotmail.com

² gokhan.zengin@tarimorman.gov.tr

³ hacercoklar@selcuk.edu.tr

⁴ makbulut@selcuk.edu.tr

Edible Mushrooms and Their Bioactive Components

Abstract

Macrofungi refer to a group of fungi containing large sporocarps consisting of the phyla Basidiomycota and Ascomycota. Among these macrofungi, which have approximately 14,000 species worldwide, more than 350 species are consumed. Especially mushrooms such as *Agaricus bisporus*, *Flammulina velutipes*, *Lentinula edodes* and *Pleurotus* spp. are among the most grown and consumed species. These mushrooms have a high content of carbohydrates, proteins, minerals and vitamins. In addition to being an important food source for humans, mushrooms also have many health benefits. Therefore mushrooms can be consumed by humans, contributing to the support of a healthy lifestyle, thanks to their nutritional components and bioactive substances. Thus, mushrooms can reduce inflammation, improve gut health, strengthen the immune system and reduce the risk of various diseases. Therefore, it is consumed by humans for both food and medicinal purposes. Mushrooms contain essential amino acids, B group vitamins, vitamin D and some important minerals. Additionally, bioactive components such as polysaccharides, beta-glucans, proteins, fats, phenolic compounds, and vitamins found in mushrooms have antifungal, antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, anticancer, antiviral, antitumor, and other health benefits. In particular, polysaccharides and beta-glucans play an important role in the positive effects of mushrooms on health.

Keywords: Mushroom, food, bioactive compound, edible, health

1. Giriş

Yunanca'da büyük anlamındaki "makros" kelimesinden gelen Makromantarlar, Basidiomycota, yer üstünde veya altında yetişen birkaç Ascomycota ve çıplak gözle görülebilen büyük Sporokarplar'ın filumu üyelerini içermektedir (Chang & Wasser, 2018). Hepsi birden mantar olarak adlandırılan makrofunguslar, küresel çapta yaklaşık 14.000 türle birlikte dünya geneline dağılmıştır (Lu et al., 2020). Dünya genelinde bunlardan 350 civarında mantar türü tüketilmektedir (Willis, 2024). Dünya genelinde bunlardan 350 civarında mantar türü tüketilmektedir. Küresel çapta en fazla yetiştirilen yenilebilir mantarlar arasında *Agaricus bisporus* (düğme mantarı), *Lentinula edodes* (shiitake mantarı), *Flammulina velutipes* (enoki mantarı) ve *Pleurotus* spp. ve bunlardan özellikle istiridye mantarıdır (Valverde et al., 2015).

Yenilebilir ve yöreye özgü mantarlar, değerli besin maddeleri ve biyoaktif bileşikleri içermesi nedeniyle insanlar tarafından yalnızca besin kaynağı olarak değil aynı zamanda tıbbi tedaviler için de kullanılmaktadır. Birçok insan, şifalı mantarların artan piyasa değerindeki itici güç olan sağlığı iyileştirici yönleri nedeniyle mantar tüketmektedir. Yüksek oranda karbonhidrat (özellikle lif) ve protein, düşük oranda lipit (doymamış yağ asitleri ve diğer lipitler) içerirler ve bunun yanında tiamin, riboflavin, niasin, biotin ve askorbik asit dahil iyi bir mineral ve vitamin kaynağıdır. Proteinler göz önüne alındığında mantarlar kısa sürelerde büyük miktarlarda protein üretebilmektedir. Makrofunguslar, insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle önemli gıda maddelerinden biri olarak kabul edilmektedir. Mantarlar, inflamasyonu azaltmak, bağırsak mikrobiyotasını iyileştirmek, bağışıklık sistemini olumlu yönde etkilemek ve diyabet, kanser ve hiperkolesterolemi gibi hastalıkların riskini azaltmak gibi önemli etkileri bulunmaktadır. Böylece gerekli iyi sağlık durumunu sürdürerek insan vücudunun birçok fonksiyonunu kontrol edip modüle etmektedir (Ganesan & Xu, 2018).

Makromantarların yapısında bulunan biyoaktif bileşikler arasında antifungal, antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antikanser, antiviral ve antitümör özelliklere sahip fenolikler, glukolar, terpenoidler, lektinler ve polisakkaritler yer almaktadır. En az 270 makromantar türü, önemli ikincil metabolitlerin kaynağı olarak tespit edilmiştir ve tıbbi uygulamalar için gıda takviyesi olarak geliştirilme potansiyeline sahiptir (Kumar et al., 2021)

2. Besin Bileşimi ve Biyoaktif Bileşenler

Mantarların meyve veren gövdeleri genellikle yaklaşık %90 su içermektedir. Kuru maddeleri olarak karbonhidratlar (%50-65), proteinler (%19-35) ile az miktarda yağ (%2-6) açısından zengindirler (Rathore et al., 2017). Ancak mantarların kimyasal kompozisyonu besleyicilik açısından ilgi çekicidir. Besleyici açıdan mantarlar önemli bir

protein, mineral, yağ ve lif kaynağıdır ve bileşimleri farklı türler arasında büyük değişkenlik gösterir. Mantarlarda çoklu doymamış yağ asitleri, doymuş yağ asitlerine göre daha fazla bulunur ve toplam yağ asidinin %75'inden fazlasını oluştururlar. Bunlardan en yaygın olanları oleik ve linoleik asitlerdir. Linoleik asidin, meme, prostat ve kolon kanserlerinin hayvan modellerinde tümör oluşumunun neredeyse tüm aşamalarında anti-karsinojenik etkiler gösterdiği tümör hücresi büyümesini azalttığı rapor edilmiştir. Nutrasötik açıdan bakıldığında mantarlar, gluten ve kolesterol içermemeleri ve çoklu doymamış yağlar içermeleri nedeniyle değerlidir (Valverde et al., 2015). İnsan gelişimi için hayati önem taşıyan tüm temel amino asitler mantar proteininde mevcuttur (Kayode et al., 2015). Mantarlar, B grubu vitaminleri açısından önemli bir kaynak olduğundan potansiyel vitamin takviyesi olarak kabul edilmektedir (Rathore et al., 2017). Aynı zamanda D vitamininin tek vejetaryen kaynağıdır (Cardwell et al., 2018). Son çalışmalar, mantarların belirli koşullar altında UV ışığına maruz kaldıklarında, günlük D vitamini gereksinimlerinden çok daha yüksek miktarlarda D₂ vitamini ürettiğini göstermiştir (Phillips et al., 2011). Ayrıca mantarlar önemli miktarda potasyum, magnezyum, fosfor, demir, bakır, çinko gibi çeşitli mineralleri içermekte ve sağlıklı yaşam için gerekli olan kalsiyum açısından iyi bir kaynak oluşturmaktadır (Rathore et al., 2017). Mantarlarda sodyum nispeten daha az bulunmakta ve bu nedenle hipertansif insanlar için sebzelere göre daha iyi bir seçenek olduğu düşünülmektedir (Rajarathnam et al., 1998).

Yabani mantar çeşitleri ayrıca ticari mantar çeşitlerine göre daha yüksek miktarda protein, tokoferol, çoklu doymamış yağ asitleri ve fenolikleri içermekte; ancak ticari olarak kullanılan türlerin ana bileşen olarak daha yüksek konsantrasyonlarda askorbik asit, şeker ve tekli doymamış yağ asitlerine sahip olduğu görülmektedir (Kumar et al., 2021; Rathore et al., 2017).

2.1. Polisakkaritler

Polisakkaritler, mantarlardan elde edilen en güçlü maddedir ve antitümör, antiinflamatuvar, antioksidan, antiviral, antikarsinojenik, immünomodülatör ve nöroprotektif aktiviteler gibi çeşitli fizyolojik aktivitelerden sorumludur (Varghese et al., 2019). Çok sayıda araştırma, mannitol, sakkaroz, ksiloz, fruktoz, glikoz, mannoz, ramnoz, fuko ve arabinoz dahil olmak üzere mantarların ürettiği bazı şekerlerin biyoaktivitelerini göstermiştir (Valverde et al., 2015).

Agaricus bisporus polisakkaritleri, kandaki enzim aktivitesini, lipid içeriğini, biyokimyasal seviyeleri ve antioksidan durumunu güçlendirerek yaşlanma karşıtı etkiler göstermektedir. Ganoderma türlerinde bulunan polisakkaritler anti-anjiyogenez, antidiyabetik, antioksidasyon, antiproliferasyon, hepatoproteksiyon ve immünomodülasyon gibi çoklu biyoaktivitelere sahip, oldukça umut verici nutrasötiklerdir. *Grifola frondosa* polisakkaritleri de oldukça umut verici antitümör ajanlardır. Bunun yanında Çin'de *G. frondosa* polisakkarit bazlı bir ilaç geliştirilmiş ve kanser tedavisine yardımcı terapötik ilaç olarak onaylanmıştır. Şu ana kadar ele alınan diğer makromantarlarda olduğu gibi *Hericium erinaceus* polisakkaritleri de çeşitli biyoaktivitelere sahiptir. Bu tür, ksilanlar, glukoksilanlar, galaktoksiloglukanlar ve hetero-ksiloglukanlar dahil olmak üzere çeşitli polisakkaritler üretir. *Hericium erinaceus* antitümör, immünomodülatör, antioksidatif, mide koruyucu, nöroprotektif, nörorejeneratif, hipolipidemik, hipoglisemi, yorgunluk önleyici ve yaşlanma karşıtı özellikler sergiler (Niego et al., 2021).

2.2. β-Glukanlar

Mantarlarda özellikle mantar hücre duvarında daha çok bulunan bir polisakkarit olan β-glukanlar çeşitli biyolojik aktiviteler göstermektedirler. β-glukanlar, lipid dengesini sağlama, antidiyabetik, antioksidan, nöroprotektif, immünomodülatör, antikolesterolemik etkileri ve genel sağlığı iyileştirme gibi faydalar sağlamaktadır (Cerletti et al., 2021). Araştırmalar β-glukan bakımından zengin mantarların yaşlı bireylerde bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde etkilediğini göstermiştir (Mitsou et al., 2020). Bunun yanında β-glukanlar gıdalarda değerli bir fonksiyonel bileşen olarak tanımlanmakta ve izolasyonları için çeşitli ekstraksiyon teknikleri uygulanmaktadır. β-glukanlardan özellikle mantarlarda bulunanların immünomodülatör özellikleri bulunmakta ve bunların immün tepkileri ortaya çıkarmada önemli rolleri vurgulanmaktadır (Mallard et al., 2019).

2.3. Proteinler

Mantarlar, esansiyel amino asitler ve proteinler açısından değerli bir kaynaktır. Bu da onları insan sağlığı açısından faydalı ve vejetaryen diyetler için uygun kılar (Valverde et al., 2015). Mantarların meyve veren gövdelerinde bulunan proteinler, anti-tümör, bağışıklık sistemini uyarıcı, antioksidan ve hipoglisemik etkiler gibi çeşitli sağlık yararları için gereklidir (Kumar et al., 2021). Kuru madde bazında %20 ila %40 arasında değişen protein içeriğine sahip mantarların besin profili, onların lisin ve lösin gibi değerli amino asit kaynakları açısından zengin olduğunu göstermektedir (Saed et al., 2022). Çoğu sebzededen daha yüksek protein içerirler ve mineraller, biyoaktif maddeler, polisakkaritler, fenolik asitler ve terpenoidler açısından zengindirler (Lu et al., 2021). Mantarlar, zengin esansiyel amino asit ve polisakkarit kaynağı olmaları nedeniyle hem hayvansal hem de bitkisel protein kaynaklarına göre avantajlı olarak değerlendirilmektedir (Kumar et al., 2022; Niego et al., 2021).

2.4. Yağlar

Araştırmalar mantarların yağ oranının düşük, ancak protein, karbonhidrat ve lif açısından yüksek olduğunu ve bu durumun onları besleyici bir gıda seçeneği haline getirdiğini göstermiştir (Shariatifar et al., 2021). Mantarlarda bulunan yağlar genellikle doymamış yağ asitlerinden oluşur ve esansiyel bir yağ asidi olan linolenik asit bakımından zengindir (Heleno et al., 2015). Tokoferoller gibi bazı lipitler, çok çeşitli fizyolojik fonksiyonların yerine getirilmesinde görevi olan esansiyel yağ asitleridir. Yüksek antioksidan aktiviteleri sayesinde vücudun kansere, dejeneratif arızalara ve kardiyovasküler hastalıklara karşı korunmasına yardımcı olurlar. *Cordyceps militaris*'in etil asetat ekstraktından yağ asitleri, yağ asidi esterleri ve sterollerinin nörodejeneratif hastalıkların tedavisinde çok faydalı olabileceği düşünülmektedir (Phan et al., 2012). Kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde etkili olan antioksidan özelliklere sahip ergosteroller mantarlarda da üretilmektedir (Barreira et al., 2014; Kalač, 2013). D₂ vitamininin steroid öncüsü ergosteroldür. *Pleurotus* türü mantarlar, diğer mantarlara göre daha yüksek ergosterol konsantrasyonlarına sahiptir ve D₂ vitaminine daha iyi dönüşüm sağlar (Jasinghe et al., 2007).

2.5. Fenolik Bileşikler

Yenilebilir mantarlar biyoaktif bileşiklerin, özellikle de antioksidan özellikler sergileyen fenolik bileşiklerin zengin kaynaklarıdır. Mantarlarda bulunan fenolik bileşikler, antioksidan aktivite ve DNA koruması gibi sağlığı iyileştirici etkilerle ilişkilendirilmiştir (Ayar-Sümer et al., 2024; Hasnat et al., 2014). Ayrıca antimikrobiyal, antiaterjenik, antiinflatuar antiaterojenik, antitrombotik, kardiyoprotektif ve vazodilatör etkiler gibi çeşitli fizyolojik özellikler de gösterirler (Heleno et al., 2015). Şitaki ve aslan yelesi gibi mantarlar, yüksek düzeyde fenolik bileşikler içerikleri sebebiyle beslenme ve tıbbi açıdan önemli katkıda bulunurlar (Kim et al., 2023; Tachabajarong et al., 2022). Mantarlardan elde edilen fenolik bileşikler arasında protokateşuik, *p*-hidroksibenzoik, *p*-kumarik ve sinamik asitler bulunmaktadır (Heleno et al., 2015).

2.6. Vitaminler

Mantarlar B₁, B₂, B₃, B₁₂ gibi B grubu, D ve E gibi vitaminleri de dahil olmak üzere iyi bir vitamin kaynağıdır (Anusha et al., 2023). Bu vitaminler mantarların sağlığı geliştirici etkilerinde önemli bir rol oynamaktadır (Assemie & Abaya, 2022). *Boletus edulis* gibi mantar türleri B grubu vitaminleri yüksek oranda içermektedir (Pogoń et al., 2017). *Pleurotus ostreatus* yüksek miktarda B₉ vitamini (folik asit) ile B₁ ve B₃ vitaminlerini içerir. *Lentinula edodes* ve *Boletus edulis* yüksek miktarda D vitamini içeriğine sahiptir (Bernaś et al., 2006). Mantarlarda en yaygın görülen D vitamini, sebzelerde de bulunabilen ve dolayısıyla vejetaryenler için gıda takviyesi olarak kullanılabilen D vitamindir (Phillips et al., 2012).

3. Sonuç

Mantarlar içerdikleri temel besin öğeleri ve biyoaktif bileşenler sayesinde hem bir gıda maddesi olarak hem de nutrasötik amaçlarla kullanılabilen önemli kaynaklardır. Mantarlar insan sağlığı açısından birçok faydalı biyoaktif bileşen içermekte ve bu bileşenler antioksidan, antifungal, antimikrobiyal, antiinflatuar, antiviral ve antikanser özellik göstermektedir. Bu nedenle insan beslenmesinde yenilebilir mantar çeşitlerine daha fazla yer verilmelidir.

Ülkemiz doğal mantar çeşitliliği bakımından oldukça zengin bir coğrafya olmasına rağmen mantar tüketimimiz henüz istenilen seviyelerde değildir.

Kaynakça

- Anusha, C. H., Kamalaja, T., Jyothsna, E., Triveni, S., & Prameela, M. (2023). Assessment of Nutritional Profile of the Edible Mushrooms. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DR-1972>
- Assemie, A., & Abaya, G. (2022). The Effect of Edible Mushroom on Health and Their Biochemistry. *International Journal of Microbiology*, 2022, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2022/8744788>
- Ayar-Sümer, E. N., Verheust, Y., Özçelik, B., & Raes, K. (2024). Impact of Lactic Acid Bacteria Fermentation Based on Biotransformation of Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Mushrooms. *Foods*, 13(11), 1616. <https://doi.org/10.3390/foods13111616>
- Barreira, J. C. M., Oliveira, M. B. P. P., & Ferreira, I. C. F. R. (2014). Development of a Novel Methodology for the Analysis of Ergosterol in Mushrooms. *Food Analytical Methods*, 7(1), 217–223. <https://doi.org/10.1007/s12161-013-9621-9>
- Bernaś, E., Jaworska, G., & Lisiewska, Z. (2006). Edible mushrooms as a source of valuable nutritive constituents. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 5(1), 5–20.
- Cardwell, G., Bornman, J., James, A., & Black, L. (2018). A Review of Mushrooms as a Potential Source of Dietary Vitamin D. *Nutrients*, 10(10), 1498. <https://doi.org/10.3390/nu10101498>
- Cerletti, C., Esposito, S., & Iacoviello, L. (2021). Edible Mushrooms and Beta-Glucans: Impact on Human Health. *Nutrients*, 13(7), 2195. <https://doi.org/10.3390/nu13072195>
- Chang, S. T., & Wasser, S. P. (2018). Current and Future Research Trends in Agricultural and Biomedical Applications of Medicinal Mushrooms and Mushroom Products (Review). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 20(12), 1121–1133. <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushrooms.2018029378>
- Ganesan, K., & Xu, B. (2018). Anti-Obesity Effects of Medicinal and Edible Mushrooms. *Molecules*, 23(11), 2880. <https://doi.org/10.3390/molecules23112880>
- Hasnat, M. A., Pervin, M., Debnath, T., & Lim, B. O. (2014). DNA Protection, Total Phenolics and Antioxidant Potential of the Mushroom *Russula Virescens*. *Journal of Food Biochemistry*, 38(1), 6–17. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12019>
- Heleno, S. A., Martins, A., Queiroz, M. J. R. P., & Ferreira, I. C. F. R. (2015). Bioactivity of phenolic acids: Metabolites versus parent compounds: A review. *Food Chemistry*, 173, 501–513. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.057>
- Jasinghe, V. J., Perera, C. O., & Sablani, S. S. (2007). Kinetics of the conversion of ergosterol in edible mushrooms. *Journal of Food Engineering*, 79(3), 864–869. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.01.085>
- Kalač, P. (2013). A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(2), 209–218. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5960>
- Kayode, R. M. O., Olakulehin, T. F., Adediji, B. S., Ahmed, O., Aliyu, T. H., & Badmos, A. H. A. (2015). Evaluation of amino acid and fatty acid profiles of commercially cultivated oyster mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) grown on gmelina wood waste. *Nigerian Food Journal*, 33(1), 18–21. <https://doi.org/10.1016/J.NIFOJ.2015.04.001>
- Kim, Y., Lee, U., & Eo, H. J. (2023). Influence of Storage Temperature on Levels of Bioactive Compounds in Shiitake Mushrooms (*Lentinula edodes*). *Mycobiology*, 51(6), 445–451. <https://doi.org/10.1080/12298093.2023.2273028>
- Kumar, H., Bhardwaj, K., Kuča, K., Sharifi-Rad, J., Verma, R., Machado, M., Kumar, D., & Cruz-Martins, N. (2022). Edible mushrooms' enrichment in food and feed: A mini review. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(3), 1386–1398. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15546>
- Kumar, K., Mehra, R., Guiné, R. P. F., Lima, M. J., Kumar, N., Kaushik, R., Ahmed, N., Yadav, A. N., & Kumar, H. (2021). Edible Mushrooms: A Comprehensive Review on Bioactive Compounds with Health Benefits and Processing Aspects. *Foods*, 10(12), 2996. <https://doi.org/10.3390/foods10122996>
- Lu, H., Liu, S., Zhang, S., & Chen, Q. (2021). Light Irradiation Coupled with Exogenous Metal Ions to Enhance Exopolysaccharide Synthesis from *Agaricus sinodeliciosus* ZJU-TP-08 in Liquid Fermentation. *Journal of Fungi*, 7(11), 992. <https://doi.org/10.3390/jof7110992>
- Lu, H., Lou, H., Hu, J., Liu, Z., & Chen, Q. (2020). Macrofungi: A review of cultivation strategies, bioactivity, and application of mushrooms. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(5), 2333–2356. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12602>

- Mallard, B., Leach, D. N., Wohlmuth, H., & Tiralongo, J. (2019). Synergistic immuno-modulatory activity in human macrophages of a medicinal mushroom formulation consisting of Reishi, Shiitake and Maitake. *PLOS ONE*, *14*(11), e0224740. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224740>
- Mitsou, E. K., Saxami, G., Stamoulou, E., Kerezoudi, E., Terzi, E., Koutrotsios, G., Bekiaris, G., Zervakis, G. I., Mountzouris, K. C., Pletsas, V., & Kyriacou, A. (2020). Effects of Rich in B-Glucans Edible Mushrooms on Aging Gut Microbiota Characteristics: An In Vitro Study. *Molecules*, *25*(12), 2806. <https://doi.org/10.3390/molecules25122806>
- Niego, A. G., Rapior, S., Thongklang, N., Raspé, O., Jaidee, W., Lumyong, S., & Hyde, K. D. (2021). Macrofungi as a Nutraceutical Source: Promising Bioactive Compounds and Market Value. *Journal of Fungi*, *7*(5), 397. <https://doi.org/10.3390/jof7050397>
- Phan, C.-W., Wong, W.-L., David, P., Naidu, M., & Sabaratnam, V. (2012). *Pleurotus giganteus* (Berk.) Karunarathna & K.D. Hyde: Nutritional value and in vitro neurite outgrowth activity in rat pheochromocytoma cells. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, *12*(1), 102. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-102>
- Phillips, K. M., Horst, R. L., Koszewski, N. J., & Simon, R. R. (2012). Vitamin D4 in Mushrooms. *PLoS ONE*, *7*(8), e40702. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040702>
- Phillips, K. M., Ruggio, D. M., Horst, R. L., Minor, B., Simon, R. R., Feeney, M. J., Byrdwell, W. C., & Haytowitz, D. B. (2011). Vitamin D and Sterol Composition of 10 Types of Mushrooms from Retail Suppliers in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *59*(14), 7841–7853. <https://doi.org/10.1021/jf104246z>
- Pogoń, K., Gabor, A., Jaworska, G., & Bernas, E. (2017). Effect of Traditional Canning in Acetic Brine on the Antioxidants and Vitamins in *Boletus edulis* and *Suillus luteus* Mushrooms. *Journal of Food Processing and Preservation*, *41*(2), e12826. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12826>
- Rajaratnam, S., Shashirekha, M. N. jaUrs, & Bano, Z. (1998). Biodegradative and Biosynthetic Capacities of Mushrooms: Present and Future Strategies. *Critical Reviews in Biotechnology*, *18*(2–3), 91–236. <https://doi.org/10.1080/0738-859891224220>
- Rathore, H., Prasad, S., & Sharma, S. (2017). Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. *PharmaNutrition*, *5*(2), 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.phanu.2017.02.001>
- Saed, B., El-Waseif, M., Fahmy, H., Shaaban, H., Ali, H., Elkhadragey, M., Yehia, H., & Farouk, A. (2022). Physicochemical and Sensory Characteristics of Instant Mushroom Soup Enriched with Jerusalem artichoke and Cauliflower. *Foods*, *11*(20), 3260. <https://doi.org/10.3390/foods11203260>
- Tachabajarong, N., Rungsardthong, V., Ruktanonchi, U., Poodchakarn, S., Thumthanaruk, B., Vatanyoopaisarn, S., Suttisintong, K., Iempridee, T., & Uttapap, D. (2022). Bioactive compounds and antioxidant activity of Lion's Mane mushroom (*Hericium erinaceus*) from different growth periods. *E3S Web of Conferences*, *355*, 02016. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202235502016>
- Valverde, M. E., Hernández-Pérez, T., & Paredes-López, O. (2015). Edible Mushrooms: Improving Human Health and Promoting Quality Life. *International Journal of Microbiology*, *2015*, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2015/376387>
- Varghese, R., Dalvi, Y. B., Lamrood, P. Y., Shinde, B. P., & Nair, C. K. K. (2019). Historical and current perspectives on therapeutic potential of higher basidiomycetes: an overview. *3 Biotech*, *9*(10), 362. <https://doi.org/10.1007/s13205-019-1886-2>
- Willis, K. J. (2024). *State of the World's Fungi*. <https://www.kew.org/science/state-of-the-worlds-plants-and-fungi>.