

Propolisin besinlerde kullanımı ve koruyucu özellikleri

Damla GÜMÜŞ , Mevlüde KIZIL

Cite this article as:

Gümüş, D., Kızıl, M. (2022). Propolisin besinlerde kullanımı ve koruyucu özellikleri. *Food and Health*, 8(1), 68-77. <https://doi.org/10.3153/FH22007>

Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri
Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü,
Ankara, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

D.G. 0000-0002-4871-8981

M.K. 0000-0003-1380-3243

Submitted: 28.01.2020

Revision requested: 10.05.2021

Last revision received: 21.05.2021

Accepted: 22.05.2021

Published online: 24.12.2021

Correspondence: Damla GÜMÜŞ

E-mail: damla.gumus@hacettepe.edu.tr



© 2022 The Author(s)

Available online at
<http://jfhs.scientificwebjournals.com>

ÖZ

Propolis bal arıları tarafından çeşitli bitkilerden toplanan salgıların, tükürük ve enzimle karışımından elde edilen ve kovanın dış etkenlere karşı korunması amacıyla kullanılan doğal bir üründür. Propolisin biyolojik özellikleri ve kimyasal bileşimi bitki kaynaklarına, toplandığı bölgeye ve toplanma zamanına göre değişmekle birlikte bileşiminde fenolik bileşikler, aromatik asitler, uçucu yağlar, mineral ve vitaminler yer almaktadır. Çeşitli tedavi amaçlarıyla geleneksel tıpta uzun süredir kullanılmakta olan propolis, besinlerde de doğal bir koruyucu olarak kullanılmaya potansiyeline sahiptir. Propolis et ürünleri, kümes hayvanları, balık, süt ürünleri, sebze ve meyveler, meyve suları gibi birçok besinde mikrobiyal büyümeyi yavaşlatması, oksidasyonu azaltması, ağırlık kaybını önlemesi, mantar oluşumunu ve çürümeyi engellemesi, ürün stabilitesi sağlaması, raf ömrünü uzatması gibi koruyucu etkiler gösterebilmektedir. Bunun yanında propolisin kendine has koku ve tat özelliklerinin eklendikleri besinlerin duyu kalitesini etkileyebilmesi besin endüstrisinde kullanımının önünde engel oluşturabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Propolis, Antimikrobiyal, Antioksidan, Besin koruma

ABSTRACT

Use of propolis in foods and its protective properties

Propolis is a natural mixture of saliva, enzymes and plant secretions which collected by bees from various plants and used for protection of hives against external factors. Biological activities and chemical composition of propolis may vary according to the plant sources, location and time, and it contains phenolic compounds, aromatic acids, essential oils, minerals and vitamins. Propolis has been used in traditional medicine for various therapeutic purposes, and it has a potential as a natural preservative in foods. Propolis may have various protective effects such as reducing microbial growth and oxidation, preventing fungus, rotting and weight loss, maintaining product stability and extending shelf life in meat, poultry, fish, dairy, vegetables, fruits and fruit juices during storage. However, propolis's unique odor and taste may alter the sensory quality of foods and that may effect its use in the food industry negatively.

Keywords: Propolis, Antimicrobial, Antioxidant, Food preservation

Giriş

Propolis, bal arılarının müsilaj, gum, reçine gibi bitki salgıları ve palmye, çam, kızılağaç, kavak, kayın, huş ağacı gibi farklı ağaç türlerinin yapraklarından topladıkları maddelerin enzimatik salgı ile karışımından elde ettikleri bir maddedir (Bankova vd., 1992). Arı tutkalı olarak da bilinen propolis, kovanların rüzgar ve su gibi dış etkenlere ve istilacılara karşı korunması, kovanlardaki boşlukların kapatılması, arı larvaları, bal depoları ve petekte oluşabilecek mikrobiyal gelişimin önlenmesi, kovanın uygun iç sıcaklık ve nem değerlerinde tutulması amacıyla kullanılmaktadır (Pasupuleti vd., 2017).

Karakteristik bir kokusu ve tadı olan propolisin bileşimi toplandığı bölge koşullarına, toplanma zamanına ve üretildiği bitki çeşidine göre değişiklik göstermektedir. Örneğin, Çin'de üretilen propolisin bitki kaynağı çoğunlukla kavak ağacı iken, Brezilya'da Baccharis bitkisidir. Bu farklılıklara bağlı olarak Çin kavak propolisinin ana bileşenlerini, flavonoid aglikonlar, fenolik asitler ve fenolik asit esterleri oluştururken, Brezilya propolisi, p-kumarik asit, asetofenonun prenile edilmiş türevleri, diterpen ve flavonoidler bakımından zengindir (Yuan vd., 2020). Propolis genel olarak %50 reçine ve bitkisel balsam, %30 arı mumu, %5 polen, %10 esansiyel ve aromatik yağlardan oluşmakla birlikte, içeriğinde 420'den fazla bileşen tespit edilmiştir. Propolisin ana bileşenleri arasında aromatik asitler (Sinamik asit, kafeik asit, ferulik asit), aromatik esterler (Sinamik ve kafeik asit etil esterleri), uçucu bileşikler (Geraniol, nerol, farnesol, β -eudesmol), aromatik bileşikler (Vanilin), hidrokarbonlar (Eikosan, trikosan, pentakosan), steroidler (Kolinasterol, fukosterol, stigmasterol), enzimler (α -amilaz, β -amilaz), flavonoidler (Pinocembrin, chrysin, galangin, apigenin, kaempferol), asitler (Palmitik asit, melisik asit, serotik asitler), mineraller (Kalsiyum, potasyum, magnezyum, sodyum, çinko, klor, demir), vitaminler (Tiamin, riboflavin, pridoksin, C ve E vitamini) ve uçucu yağlar (Monoterpenler ve seskiterpenler) yer almaktadır (Kubiliene vd., 2015).

Ham propolis, kullanım öncesi çözücü ekstraksiyonu yoluyla etanol, metanol, kloroform, eter, aseton ve su gibi çözücüler kullanılarak ekstrakte edilmektedir. Propolis ekstresinin besin desteği olarak farmasötik alanda kullanımı yakın zamanda yaygınlaşmakla birlikte dental ürünler, krem, antiseptik yapımında ve kozmetik ürünlerde de kullanılmaktadır (Bankova vd., 2016; Chandna vd., 2014). Bu yaygın kullanımının yanında propolisin bileşimindeki fonksiyonel bileşenler ile besinlerde doğal bir koruyucu olarak kullanılabilme potansiyeli bulunmaktadır (Wagh, 2013). Bu derleme yazıda güncel araştırma sonuçlarına göre propolisin besinlerde doğal koruyucu olarak kullanımının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Propolisin Biyolojik Aktiviteleri

Propolisin insanlar tarafından çeşitli tedavi amaçlarıyla M.Ö. 300 yıllarından itibaren kullanıldığı bilinmektedir (Fokt vd., 2010). Genel olarak propolisin antibakteriyel, antioksidan, antifungal, antiinflamatuvar, antiviral, anestezi, antitümör, antiprotozoal, antikanser, antihipertansif ve anti hepatotoksik aktiviteleri ile insan sağlığı üzerine olumlu etkileri olduğu kabul edilmektedir (Azemin vd., 2017). Ayrıca propolisin, çiftlik hayvanlarının büyüme performansı ve verimliliği üzerinde iyileştirici etkileri bulunmaktadır (Bankova vd., 2016).

Propolis, bakterilerin bölünme ve protein sentezini durdurma, hücre duvarı ve bakteriyel sitoplazmayı yıkma yoluyla bakterisidal bir ajan olarak etki edebilmekte ve antibakteriyel aktivite gösterebilmektedir (Fokt vd., 2010). Literatürde, propolisin yüksek antioksidan bileşimi sayesinde serbest radikalleri temizleme ve söndürme, lipit peroksidasyonunu önleme gibi aktiviteler gösterdiğini bildiren çalışmalar yer almaktadır. Ayrıca propolisin, flavonoidler, 3-asetil pinobanksin, pinobanksin, pinocembrin, p-kumarik asit ve kafeik asit gibi bileşenler başta olmak üzere yapısındaki 26'dan fazla bileşenin antifungal aktiviteye sahip olduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Fokt vd., 2010; Wagh, 2013). Propolisin bileşimi çeşitli faktörlere göre değişiklik gösterse de farklı bölgelerden toplanan propolis örneklerinin yüksek biyolojik aktivitelerinin olduğu bildirilmiştir (Bankova vd., 2016).

Propolisin Besinlerde Kullanımı

Günümüzde sağlıklı ve doğal beslenme üzerine artan tüketici farkındalığı ile besinlerde yapay koruyucuların yerine antioksidan ve antimikrobiyal ajan olarak aktivite gösterebilen doğal katkı maddelerini içeren ürünlere yönelik talep gittikçe yaygınlaşmaktadır (Takwa vd., 2018). Doğal koruyucu olarak besinlerdeki etkinliği incelenen maddelerden biri olan propolis, kimyasal bileşimi ve biyoaktif özellikleri ile besin endüstrisi için güçlü bir potansiyele sahiptir. Propolisin bakteri, mantar, virüs gibi farklı mikroorganizmalar üzerindeki etkisi ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmış, bu çalışmaların sonuçları propolisin bakterisidal, fungisidal, antiviral ve nematisidal etkilerini göstermiştir (Doğan ve Hayoğlu, 2012). Koruyucu katkı maddeleri besinlere mikroorganizmaların üremesini kontrol etmek amacıyla antimikrobiyal olarak; depolama sırasında meydana gelen oksidasyonu ve bozulmayı önlemek ve raf ömrünü uzatmak amacıyla antioksidan olarak eklenmektedir. Propolis, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri bir arada içeren, toksisitesi düşük doğal bir maddedir (Bankova vd., 2016). Propolis besinlere ekleme, püskürtme veya daldırma uygulanmalarında ve besin kaplamalarında

kullanılarak ürün stabilitesinin korunması, patojenlerin önlenmesi, saprofitik mikrobiyotanın azaltılması ve raf ömrünün uzatılması gibi etkiler gösterebilmektedir (Silici ve Karaman, 2014; Viera vd., 2016).

1. Propolis Besinlere Ekleme Yöntemi ile Kullanılması

Propolis, antimikrobiyal ve antioksidan koruma amacıyla doğrudan besinlere eklenebilmektedir. Yapılan çalışmalar, et ürünlerine propolis eklenmesinin besin kaynaklı patojenlerin büyümesini inhibe ettiğini ve bu etkinliğin konsantrasyona bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Propolisin etanolik ekstresinin (PEE) sosislere %0.5 ve %1 konsantrasyonlarında eklenmesi ile küf ve mayaların aktiviteleri ve proteolitik ve lipolitik mikrofloranın büyümesinin inhibe edildiği saptanmıştır (Ali vd., 2010). PEE'nin sığır eti ile hazırlanmış köfte (Vargas-Sánchez vd., 2014) ve sosis örneklerine (Viera vd., 2016) %2 konsantrasyonunda eklenmesinin, kontrol örneklerine kıyasla mezofilik ve psikrotrofik bakteri sayısını düşürdüğü ve ürünlerin raf ömrünün önemli ölçüde uzadığı görülmüştür. Propolisin etanolik (PEE) ve sulu ekstresinin (PSE) kıyılmış sazan balık etine %3, %5 ve %7 konsantrasyonlarında eklenmesinin psikrotrofik bakteriler ve laktik asit bakterileri ile toplam plak sayısını azalttığı tespit edilmiş, her iki ekstre türünde de en etkili konsantrasyonun %7 olduğu saptanmıştır (Payandan vd., 2017).

Besinlerde gerçekleşen lipit oksidasyonunu azaltmanın en etkili yöntemlerden biri antioksidan bileşiklerin kullanılmasıdır (Kročko vd., 2014). Propolisin, et ve balık ürünlerindeki antioksidan etkileri çeşitli araştırmalarda incelenmiştir (Ali vd., 2010; Gutiérrez-Cortés ve Suarez Mahecha, 2014). Sığır köftelerine %2 konsantrasyonlarında PEE eklendiğinde, soğuk depolamada kontrol gruplarına göre lipit oksidasyonu, konjuge dienerler ve metmiyogloblin düzeylerinin daha düşük olduğu ve daha yüksek renk korunumu sağlandığı bildirilmiştir (Vargas-Sánchez vd., 2014). Sosislere %0.6 konsantrasyonunda PEE ilave edildiğinde, soğuk depolamada kontrol grubundaki sosislerin raf ömrü 12 gün olarak saptanırken, PEE eklenen sosislerin 21 güne kadar bozulmadığı tespit edilmiş, tiyobarbitürik asit reaktif maddeleri (TBARS) ve toplam uçucu bazik nitrojen değerlerinin daha düşük olduğu gözlenmiştir (Ali vd., 2010). Mikrokapsüllenmiş propolis ekstresinin hamburger örneklerine 0.3 g/kg oranında eklendiğinde lipit oksidasyonunun önlenmesi açısından, sentetik bir antioksidan olan sodyum eritrobattan daha etkili olduğu bildirilmiştir (dos Reis vd., 2017). Farklı et ürünleri ile yapılan çalışmalar incelendiğinde, PEE'nin %0.06 konsantrasyonunda jambon örneklerinde oksidasyon stabilitesini olumlu yönde etkilediği (Kročko vd., 2014), 0.14 g/kg oranında salam örneklerinde 90 günlük soğuk depolama sırasında lipit oksidasyonunu önlediği (Bernardi vd., 2013), salamlara %0.05 ve %0.1

konsantrasyonlarında eklendiğinde oksidatif aktivitenin azaldığı (Kunrath vd., 2017) görülmüştür.

Propolisin süt ürünlerindeki etkilerini inceleyen bir araştırmada PEE, *Listeria monocytogenes* ile yapay olarak kontamine edilmiş pastörize yağsız çikolatalı süt örneklerine eklenmiş ve örnekler mikrobiyolojik açıdan analiz edilmiştir. PEE eklenmesi 4°C'de depolanan sütte 20 günlük depolama boyunca *L. monocytogenes* büyümesinin inhibisyonunu sağlamış ve uygun olmayan (10°C) saklama koşullarında depolanan çikolatalı sütte *L. monocytogenes*'in büyüme oranını kontrol grubuna kıyasla 5 kat azaltmıştır (Michailidis vd., 2021). Yoğurt üretiminde koruyucu olarak kullanılan potasyum sorbat ile propolis ekstresinin etkinliğinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, probiyotik yoğurtlara %0.05 PEE eklenmesinin pH, yağ asidi profili, kimyasal bileşimi ve raf ömrü açısından potasyum sorbat ile benzer koruyuculukta olduğu, 28 günlük depolama sırasında yüksek mikrobiyolojik stabilite, toplam fenolik içerik ve laktik asit bakteri içeriğinde daha yüksek koruma sağladığı gözlenmiştir (Santos vd., 2019). Propolisin steril yağsız süt, pastörize inek sütü, inek ve keçi ricotta peynirine koruyucu olarak eklendiğinde *S. aureus*, *L. monocytogenes* ve *B. cereus* (Pedonese vd., 2019), Kareish peynirinde *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* üzerinde kontrol gruplarına kıyasla yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (El-Deeb ve Omar, 2017).

Propolis antifungal ve antimikrobiyal etkinliği nedeniyle meyve sularının hazırlanmasında da kullanılabilir. Pastörize edilmemiş elma, portakal, üzüm ve mandalina sularına %0.1 - 3.75 konsantrasyonlarında PEE ilavesi, mayaların büyümesini engellemiş, PEE'nin meyve sularının üretiminde koruyucu olarak kullanılan sodyum benzoattan daha yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Silici vd., 2005). Elma sularında Patulin üremesi üzerine propolisin etkisini inceleyen bir çalışmada, *P. expansum* inokülasyonundan sonra elma sularına 0.1, 1 ve 2 mg/mL oranlarında PEE ve 0.35 mg/mL sodyum benzoat eklenmiş ve Patulin konsantrasyonlarının azaltılmasında en yüksek etkinin 2 mg/mL PEE eklenmesi olduğu görülmüş ve propolisin doğal bir antifungal ajan olarak kullanılabilirliği ifade edilmiştir (Silici ve Karaman, 2014). Meyve suları ile yapılan çalışmalarda PEE'nin taze sıkılmış nar suyunun depolanması sırasında maya ve küf oluşumunu engellediği (Kahramanoglu ve Usanmaz, 2017), portakal suyuna 0.2 mg/mL propolis içeren bir emülsiyonun eklenmesinin *Bacillus* sporlarının sayısını azalttığı (Yang vd., 2017), elma suyuna %2 ve %5 PEE ilavesinin *E. coli* üremesini önlediği (Sagdic vd., 2007) tespit edilmiştir. Meyvelerin antioksidan içeriklerinin korunması üzerine propolisin etkilerinin incelendiği çalışmalarda, taze sıkılmış nar suyunun 1 yıl donuk depolanması (Kahramanoglu ve Usanmaz, 2017) ve portakal suyunun oda

sıcaklığında 35 günlük depolanması sonunda antioksidan kapasitesinin kontrol gruplarına kıyasla etkili şekilde korunduğu görülmüştür (Yang vd., 2017).

Bal örneklerine %0.1, %0.3 ve %0.5 konsantrasyonlarında PEE eklenmesi ile örneklerin antioksidan aktivitesi, toplam fenolik ve flavonoid içeriği artmıştır (Osés vd., 2016). PEE'nin biraya eklenmesi ile oksidasyonun önlendiği ve üretim basamakları sırasında kontrol örneklerinde azaldığı saptanan fenolik içeriğin propolis eklenmesi sonucu daha yüksek düzeyde korunduğu tespit edilmiştir (Ulloa vd., 2017).

2. Propolisin Daldırma ve Püskürtme Yöntemleri ile Besinlerde Kullanılması

Propolisin besinlerde kullanılmasına alternatif yöntemler arasında besine kısa süreli püskürtülmesi veya besinin propolis ekstresi içeren solüsyonların içine daldırılması gibi yüzeysel uygulamalar yer almaktadır. Bir çalışmada, balık filetoları 30 dakika boyunca %0.6 propolis içeren sulu bir çözeltide bekletildikten sonra 6 ay -18°C'de depolanmış, depolama sonunda psikrotrof bakteri sayısında kontrol grubuna kıyasla azalma gözlenmiş ve raf ömrünün uzadığı rapor edilmiştir (Hassanin ve El-Daly, 2013). PSE'nin vakumla paketlenmiş taze şabot balıklarının (*Barbus grypus*) kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalite özellikleri üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, %0.1, %0.3 ve %0.5 konsantrasyonlarında PSE eklenmesinin balıkların duyu kalite, toplam uçucu bazik nitrojen değeri ve mikrobiyolojik üreme üzerine anlamlı koruyucu etkileri olduğu ve PSE içeren örneklerin kontrol örneklerine göre daha uzun raf ömrüne sahip olduğu saptanmış, raf ömrünün uzatılması yönünden en etkili PSE konsantrasyonunun %0.5 olduğu bildirilmiştir (Duman ve Özpolat, 2015).

Sebze ve meyve ürünlerinin üretimi sırasında yüksek miktarda klor kullanılarak yapılan dezenfeksiyon işlemlerinde, trihalometanlar, kloraminler, haloketonlar, kloropikrinler ve halojenasetik asitler gibi karsinojen yan ürünler oluşabilmektedir. Yemeye hazır ürünler ve minimum düzeyde işlenmiş sebzelerin sterilizasyon işlemlerinde propolis kullanılması, başta sodyum hipoklorit olmak üzere en yaygın kullanılan klorlu bileşiklerin yerine potansiyel doğal bir alternatif olarak görülebilmektedir (Bachelli vd., 2013). Marulların dezenfeksiyonu sırasında %2 konsantrasyonunda propolisin metanol ekstresi (PME) ve sodyum hipoklorit kullanımı karşılaştırıldığında, mikrobiyal kontaminasyonun azaltılmasında PME'nin daha etkili olduğu, marulların PME içeren solüsyonda 15 ve 30 dakika bekletilmesinden sonra, aerobik mezofil ve psikrofil bakterilerde yüksek düzeyde azalma olduğu saptanmıştır (Feás vd., 2014). Minimum işlenmiş sebze üretimi için kereviz, pırasa ve balkabağına PEE çözeltisi püskürtüldükten sonra 5°C'de 10 gün depolanmanın sonunda kontrol

grubuna kıyasla daha düşük *E. coli O157:H7* tespit edildiği, fakat mezofilik aeroblar, psikrotroflar, koliformlar ile maya ve küf sayımlarında azalma gözlenmediği rapor edilmiştir (Alvarez vd., 2015). Başka bir çalışmada, PEE ile kombinasyon halinde ısı uygulaması yapıldığında, sebzelerin 70°C'de 90 saniye boyunca su banyosuna daldırılmasıyla mikrobiyal yükün 2 log CFU/g düzeyinde azaldığı görülmüştür (Alvarez vd., 2017).

Bir çalışmada, ejder meyveleri %0.25, %0.5, %0.75 ve %1 konsantrasyonlarında PEE ile hazırlanan çözeltilerde 2 dakika bekletildikten sonra, 20 günlük depolanmanın sonunda ağırlık kaybı, sertlik, asitlik, karbondioksit ve etilen üretimi üzerine kontrol grubuna kıyasla olumlu etkiler gözlemlendiği ve meyvelerin toplam fenolik içerik, toplam flavonoidler ve toplam antioksidan seviyelerinde yüksek korunum sağlandığı tespit edilmiştir (Zahid vd., 2013). Kiraz meyveleri %1, %5 ve %10 konsantrasyonlarındaki propolis sulu (PSE) ve etanolik (PEE) ekstrelerine daldırılmış ve daha sonra 0°C'de depolanmış, mantara bağlı çürüme ve çeşitli kalite kriterleri (Ağırlık kaybı, toplam çözünmüş katı maddeler, titre edilebilir asitlik, kabuk rengi, gövde kararması, yüzey çukurluğu, görünüm ve tat) depolama sırasında belirli aralıklarla değerlendirilmiştir. Mantara bağlı çürümenin önlenmesinde en etkili yöntemin PEE olduğu, fakat kirazların duyu kalitesi ve gövde renginin olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir (Candir vd., 2009). Bitki antraknozuna neden olan *Colletotrichum* türleri üzerine propolisin etkilerini incelemek amacıyla yapılan çalışmalarda PEE'nin, papaya, biber (Ali vd., 2015) ve mango (Mattiuz vd., 2015) örneklerinde *C. gloeosporioides* gelişimini inhibe ettiği saptanmıştır.

Sucuk örneklerinin fermentasyondan önce propolis, kekik uçucu yağı ve hidrosol ile yüzeysel muamelelerinin mikrobiyolojik özellikler, renk ve uçucu bileşikler üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada, maya ve küf sayısının azaldığı ve Laktik asit bakterileri ve *Micrococcaceae* sayısının etkilenmediği saptanmış, sucuk örneklerinin tat, aroma ve renk gibi özelliklerinin korunduğu tespit edilmiştir (Ozturk, 2015).

3. Propolisin Besin Kaplamalarında Kullanılması

Yenilebilir film ve kaplamaların tek başına veya çeşitli bileşenlerle birlikte kullanılması, besinlerin korunmasında kullanılan yeni bir yaklaşımdır. Propolisin, besin kaplamalarında kullanımı besin endüstrisindeki alternatif kullanımlarından biri olarak uygulanma potansiyeline sahiptir. Propolisin filmler veya kaplamalara eklenmesi ile özellikle mikroorganizmaların çok sayıda olduğu ve hızla çoğalabildiği besin yüzeylerinde antimikrobiyal koruma sağlanabilmektedir (Mascheroni vd., 2010). Besinlerin propolis içeren kaplama-

lar ile kaplanması, sentetik ambalajlama, kontrollü ve modifiye atmosfer gibi daha maliyetli diğer yöntemlerin kullanımını azaltabilen bir alternatif olarak kabul edilebilmektedir (Passos vd., 2016).

Yapılan bir çalışmada, tavuk filetoları %1 ve %2 konsantrasyonunda PEE eklenmiş kitosan kaplama ile kaplandığında, depolama sırasında kalite korunumunun arttığı, PEE içeren kaplamaların 12 gün boyunca mezofilik, psikrotrofik, laktik asit üreten bakteriler, koliformlar ve *S. aureus*'un büyümesi üzerinde önemli bir azaltıcı etkiye sahip olduğu saptanmış, kaplama uygulanmayan filetoların raf ömrünün 3 gün, kitosan - propolis kaplamalı filetoların raf ömrünün ise 10 gün olduğu bildirilmiştir (Jonaidi Jafari vd., 2018). Başka bir çalışmada, chia müsilajı ve propolis ekstresi ile kaplanan levrek filetolarının 2°C'de depolanması ile kaplama uygulanmayan kontrol gruplarında 8 gün olan raf ömrünün 20 güne çıktığı, depolama sırasında toplam canlı ve psikrotrofik bakteri sayısının daha düşük olduğu saptanmıştır (Coban ve Coban, 2020). Alabalık filetolarının %2, %8 ve %16 propolis içeren jelatin filmle kaplandığı bir çalışmada 15 gün depolanmanın sonunda toplam uçucu bazik nitrojen değerinin %16 propolis içeren kaplama ile kaplanan örneklerde en düşük düzeyde olduğu, propolis içeren filmlerin mikrobiyal büyümenin ve lipit oksidasyonunun önlenmesi açısından etkili olduğu rapor edilmiştir (Ucak vd., 2020). Polilaktik asit (PLA) film kaplamalarına propolis eklenmesinin sığır kıymalarının depolanması sırasında oluşan kimyasal ve mikrobiyal değişikliklere etkilerini inceleyen bir çalışmada, propolis eklenen filmlerle kaplanan örneklerin mezofilik ve psikrotrofik bakteri sayısı, uçucu bazik nitrojen ve peroksit değerlerinin daha düşük, raf ömrünün daha uzun olduğu tespit edilmiştir (Shavisi vd., 2017). Propolis içeren PLA kaplamaları ile yapılan başka bir çalışmada, sosis örnekleri %10, %20 ve %40 propolis içeren PLA kaplama ile kaplanmış, 4 gün soğuk depolanmanın sonunda *S. aureus* ve *Pseudomonas aeruginosa* bakterilerinin propolis içermeyen kaplamalara kıyasla daha düşük olduğu gözlemlenmiştir (Safaei ve Azad, 2020).

Sebze ve meyvelerde PEE ile kombinasyon halinde biyopolimer kaplama uygulamaları, hasat sonrası mantarlara bağlı oluşan bozulmalara karşı koruyucu olabilmektedir (Ali vd., 2015). Papaya meyvesinin kitosan kaplama ile kaplandığı bir çalışmada propolis içeren (%1 kitosan ve %5 PEE) ve içermeyen (%1 kitosan) örnekler 25°C'de depolanmış, PEE içeren kaplamaların 9 günlük depolanmanın sonunda *C. gloeosporioides* mantarına karşı daha yüksek fungisidal aktivite gösterdiği ve meyvenin fizikokimyasal özelliklerinin korunduğu saptanmıştır (Barrera vd., 2015). Üzümlerin %1.5 PEE eklenmiş hidrokispropil metil selüloz (HPMC) kaplama ile kaplanması 2°C'de 22 gün depolama sonunda PEE içermeyen HPMC kaplamaya kıyasla mezofilik aerobik bakteri, maya ve

küf sayılarını daha yüksek oranda düşürmüştür (Pastor vd., 2011).

Propolis Besinlerin Duyusal Özelliklerine Etkisi

Propolis besinlerde koruyucu olarak kullanılabilmesi için besinlerin duyuşal özellikleri üzerindeki etkileri de göz önünde bulundurulmalıdır. Propolis karakteristik bir tat ve kokuya sahip olması nedeniyle besinlere eklenirken besinin kendine has yapısı, tat ve kokusunu etkilemeyecek veya duyuşal kalitesini düşürmeyecek konsantrasyonda, uygun yöntem ile kullanılmalıdır (Osés vd., 2016). Propolis kaplama ve daldırma uygulamalarında kullanımının besinlerin duyuşal özelliklerini etkilemediği, besinlerin içine eklendiği uygulamalarda ise duyuşal özellikler üzerindeki etkinin daha yüksek olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda propolis balık, sosis, kümes hayvanları, elma suyu, süt ve bal gibi çeşitli besinlere düşük konsantrasyonlarda (Yaklaşık %0.5) eklendiğinde duyuşal olarak kabul edilebilir özellikte olduğu görülmüştür (Pobiega vd., 2019).

Propolis besin içerisine eklendiği çalışmalarda duyuşal kalite üzerine etkisi, besinin türüne ve ekstrenin konsantrasyonuna bağlı olarak değişebilmektedir. Propolis eklenen bal ile yapılan bir çalışmada bal örneklerine %0.1, %0.3 ve %0.5 konsantrasyonlarında propolis eklendiğinde %0.5 propolis içeren bal örneklerinin, koku ve tat açısından duyuşal olarak kabul edilebilir olmadığı görülmüştür (Osés vd., 2016). Balın propolis ile zenginleştirilmesinin kalite parametrelerine etkisini inceleyen başka bir çalışmada, örneklere farklı konsantrasyonlarda propolis eklendiğinde fenolik içerik ve antioksidan kapasitenin eklenen konsantrasyonla artış gösterdiği, fakat renk, yapısı, koku ve tat açısından duyuşal kalitenin düştüğü saptanmıştır (Habryka vd., 2020). Bir çalışmada, hamburgerlere 0.3 g/kg propolis ekstresi eklendiğinde duyuşal kalite yönünden etin rengi, görünümü ve dokusu etkilenmezken, etin kokusu ve tadının kabul edilebilirliği düşmüştür (dos Reis vd., 2017). Başka bir çalışmada ise, kıyılmış sazan balığına yüksek konsantrasyonlarda (%3, %5 ve %7) PEE ve PSE eklendiğinde renk, koku, doku ve genel kabul edilebilirlik açısından artış olduğu bildirilmiştir (Payandan vd., 2017). Koruyucu olarak potasyum sorbat ve propolis ekstresi (%0.05) içeren yoğurt örnekleri duyuşal özellikleri yönünden incelendiğinde, propolis ekstresi içeren yoğurtların doku, tat, koku, kıvam ve aroma özelliklerinin potasyum sorbat içeren yoğurtlar ile benzer olduğu tespit edilmiştir (Santos vd., 2019).

Tavuk göğüs etlerinin propolis içeren (%0, %0.5 ve %1) kitosan kaplama ile kaplanarak 16 gün depolandığı bir çalışmada, başlangıçta tüm grupların duyuşal kalite özelliklerinin benzer olduğu, depolama süresinin sonunda ise propolis içeren kaplamaların kullanıldığı örneklerin duyuşal kalitesinin

kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu ve bu durumun mikrobiyolojik bozulmanın daha az olmasından kaynaklandığı rapor edilmiştir (Mehdizadeh ve Langroodi, 2019). %1 ve %2 konsantrasyonlarında PEE içeren PLA ile kaplanmış sığır eti kıymalarının duyuşal özelliklerinin, 11 gün depolanmanın sonunda propolis içermeyen örneklerle benzer olduğu görülmüştür (Shavisi vd., 2017).

Propolisin meyvelerin duyuşal özelliklerine etkisi incelendiğinde papaya meyvesi %2.5 ve %5 konsantrasyonlarında, muz %2.5 konsantrasyonunda (Passos vd., 2016), armut ve elma 10 mg/mL oranında (Bakeer vd., 2016) PEE içeren kaplama ile kaplandığında meyvelerin duyuşal özelliklerinin kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür.

Propolisin Besinlerde Kullanımının Güvenliđi

Propolis, genel olarak toksik olmayan ve güvenli bir madde olarak kabul edilmektedir. Bugüne dek propolis kullanımında görülen olası yan etkiler duyarlılık/hassasiyet veya alerji olarak bildirilmiştir. Bununla birlikte, genel olarak propolisin nadiren oral yol ile alerjiye neden olduğu, lokal propolis uygulamasına bağlı alerjik reaksiyonların daha sık görüldüğü rapor edilmiştir (Jacob vd., 2008). Propolis alerjisi görülmeye sıklığının, arıcılık mesleği yapan kişilerde bal toplama ve kovan temizliği sırasında gerçekleşen temasa bağlı olarak %0.76 - 4.3 oranında olduğu rapor edilmiş, propolisin içeriğindeki 3-metil-2-butenil kafeik asit, benzil kafeik asit, fenetil kafeik asit ve geranil kafeik asit gibi kafeik asit esterlerinin propolise karşı duyarlılığın gelişmesinden sorumlu olabileceği bildirilmiştir (Basista-Soltys ve Filipek, 2013).

Sonuç

Propolis, medikal, farmasötik ve kozmetik ürünlerde geniş kullanım alanına sahip doğal bir maddedir. Propolis, antibakteriyel, antifungal ve antioksidan özelliklere sahip doğal bir koruyucu olarak etki göstermesinin yanında, besinlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana gelebilecek olumsuz değişiklikleri önleyebilmekte veya geciktirebilmektedir. Propolis içeriğindeki biyoaktif bileşenler ile besinlerin raf ömrünün uzatılması ve kalitesinin artırılması açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bugüne kadar propolisin besinlerde kullanımı ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmış olmasına karşın, karakteristik tat ve kokusunun, besinin duyuşal özellikleri üzerinde baskın bir etki yaratabilmesi ve değişken kimyasal bileşimi, besin endüstrisinde kullanılması önünde engel oluşturabilmektedir. Bu nedenle propolisin besinlerde doğal bir koruyucu olarak kullanılabilmesi amacıyla propolis ekstraktlarının hazırlanması, besinler için uygun konsantrasyonun ve uygulama yönteminin seçilmesi ve eklendiği besinin duyuşal özelliklerinin geliştirilmesi ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Etik Standart ile Uyumluluk

Çıkar çatışması: Yazarlar bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Etik izin: Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

Finansal destek: -

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Ali, A., Wei, Y.Z., Mustafa, M.A. (2015). Exploiting propolis as an antimicrobial edible coating to control post-harvest anthracnose of bell pepper. *Packaging Technology and Science*, 28(2), 173-179.
<https://doi.org/10.1002/pts.2088>

Ali, F.H., Kassem, G.M., Atta-Alla, O.A. (2010). Propolis as a natural decontaminant and antioxidant in fresh oriental sausage. *Veterinaria italiana*, 46(2), 167-172.

Alvarez, M.V., Ponce, A.G., Goyeneche, R., Moreira, M.R. (2017). Physical treatments and propolis extract to enhance quality attributes of fresh-cut mixed vegetables. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5), e13127.
<https://doi.org/10.1111/jfpp.13127>

Alvarez, M.V., Ponce, A.G., Moreira, M.R. (2015). Combined effect of bioactive compounds and storage temperature on sensory quality and safety of minimally processed celery, leek and butternut squash. *Journal of Food Safety*, 35(4), 560-574.
<https://doi.org/10.1111/jfs.12206>

Azemin, A., Md-Zin, N., Mohd-Rodi, M., Kim-Chee, A., Zakaria, A., Mohd, K. (2017). Application of metabolite profiling and antioxidant activity in assessing the quality of processed and unprocessed stingless bee's propolis. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 9(2S), 637-660.
<https://doi.org/10.4314/jfas.v9i2s.40>

Bachelli, M.L.B., Amaral, R.D.Á., Benedetti, B.C. (2013). Alternative sanitization methods for minimally processed lettuce in comparison to sodium hypochlorite. *Brazilian Journal of Microbiology*, 44(3), 673-678.
<https://doi.org/10.1590/S1517-83822013005000065>

Bakeer, A.T., Elbanna, K., Elnaggar, S.A. (2016). Impact of pre-and post-harvest applications of natural antimicrobial products on apple and pear soft rot disease. *International Journal of Phytopathology*, 4(3), 105-119.

<https://doi.org/10.33687/phytopath.004.03.1329>

Bankova, V., Dyulgerov, A., Popov, S., Evstatieva, L., Kuleva, L., Pureb, O., Zamjansan, Z. (1992). Propolis produced in Bulgaria and Mongolia: phenolic compounds and plant origin. *Apidologie*, 23(1), 79-85.

<https://doi.org/10.1051/apido:19920109>

Bankova, V., Popova, M., Trusheva, B. (2016). New emerging fields of application of propolis. *Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 35(1), 1-11.

<https://doi.org/10.20450/mjccce.2016.864>

Barrera, E., Gil, J., Restrepo, A., Mosquera, K., Durango, D. (2015). A coating of chitosan and propolis extract for the postharvest treatment of papaya (*Carica papaya* L. cv. Hawaiiiana). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 68(2), 7667-7678.

<https://doi.org/10.15446/rfnam.v68n2.50982>

Basista-Soltys, K., Filipek, B. (2013). Allergic potential of propolis—a literature review. *Alergia Astma Immunologia*, 18(1), 32-38.

Bernardi, S., Favaro-Trindade, C., Trindade, M., Balieiro, J., Cavenaghi, A., Contreras-Castillo, C. (2013). Italian-Type salami with propolis as antioxidant. *Italian Journal of Food Science*, 25(4), 433-440.

Candir, E.E., Ozdemir, A., Soylu, E.M., Sahinler, N., Gul, A. (2009). Effects of propolis on storage of sweet cherry cultivar Aksehir Napolyon. *Asian Journal of Chemistry*, 21, 2659-2666.

Chandna, P., Adlakha, V.K., Das, S., Singh, S. (2014). Complementary and Alternative Medicine (CAM): a review of propolis in dentistry. *Technology*, 4(6), 675-685.

Coban, M.Z., Coban, O.E. (2020). Potency and use of chia mucilage coating containing propolis liquid extract for improves shelf-life of sea bass fillets. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 19(3), 255-260.

<https://doi.org/10.17306/J.AFS.0843>

Doğan, N., Hayoğlu, İ. (2012). Propolis ve kullanım Alanları. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 16(3), 39-48.

dos Reis, A. S., Diedrich, C., de Moura, C., Pereira, D., de Flório Almeida, J., da Silva, L.D., Carpes, S.T. (2017).

Physico-chemical characteristics of microencapsulated propolis co-product extract and its effect on storage stability of burger meat during storage at -15° C. *LWT-Food Science and Technology*, 76, 306-313.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.033>

Duman, M., Özpolat, E. (2015). Effects of water extract of propolis on fresh shibuta (*Barbus grypus*) fillets during chilled storage. *Food Chemistry*, 189, 80-85.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.091>

El-Deeb, A.M., Omar, S.A. (2017). Effect of Propolis Extract as a Natural Preservative on the Microbial Content of Kareish Cheese. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 8(7), 295-302.

<https://doi.org/10.21608/jfds.2017.38715>

Feás, X., Pacheco, L., Iglesias, A., Estevinho, L.M. (2014). Use of propolis in the sanitization of lettuce. *International Journal of Molecular Sciences*, 15(7), 12243-12257.

<https://doi.org/10.3390/ijms150712243>

Fokt, H., Pereira, A., Ferreira, A., Cunha, A., Aguiar, C. (2010). How do bees prevent hive infections? The antimicrobial properties of propolis. *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology*, 1, 481-493.

Gutiérrez-Cortés, C., Suarez Mahecha, H. (2014). Antimicrobial activity of propolis and its effect on the physicochemical and sensoral characteristics in sausages. *Vitae*, 21(2), 90-96.

Habryka, C., Socha, R., Juszczak, L. (2020). The effect of enriching honey with propolis on the antioxidant activity, sensory characteristics, and quality parameters. *Molecules*, 25(5), 1176.

<https://doi.org/10.3390/molecules25051176>

Hassanin, S.I., El-Daly, E.-S.A. (2013). Effect of propolis and garlic on Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* fillets during frozen storage. *Journal of the Arabian Aquaculture Society*, 8(1), 237-247.

Jacob, S.E., Chimento, S., Castanedo-Tardan, M.P. (2008). Allergic contact dermatitis to propolis and carnauba wax from lip balm and chewable vitamins in a child. *Contact Dermatitis*, 58(4), 242-243.

<https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2007.1261.x>

Jonaidi Jafari, N., Kargozari, M., Ranjbar, R., Rostami, H., Hamed, H. (2018). The effect of chitosan coating incorporated with ethanolic extract of propolis on the quality of refrigerated chicken fillet. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), e13336.

<https://doi.org/10.1111/jfpp.13336>

Kahramanoglu, I., Usanmaz, S. (2017). Effects of propolis and black seed oil on the shelf life of freshly squeezed pomegranate juice. *Food Science and Nutrition*, 1(2), 114-121.

<https://doi.org/10.22158/fsns.v1n2p114>

Kročko, M., Bobko, M., Bučko, O., Čanigová, M., Ducková, V. (2014). Sensory quality, colour and oxidative stability of cured cooked ham with propolis extract. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 8(1), 102-106.

<https://doi.org/10.5219/365>

Kubiliene, L., Laugaliene, V., Pavilonis, A., Maruska, A., Majiene, D., Barcauskaite, K., Savickas, A. (2015). Alternative preparation of propolis extracts: comparison of their composition and biological activities. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 15(1), 1-7.

<https://doi.org/10.1186/s12906-015-0677-5>

Kunrath, C.A., Savoldi, D.C., Mileski, J.P.F., Novello, C.R., Alfaro, A.d.T., Marchi, J.F., Tonial, I.B. (2017). Application and evaluation of propolis, the natural antioxidant in Italian-type salami. *Brazilian Journal of Food Technology*, 20, e2016035.

<https://doi.org/10.1590/1981-6723.3516>

Mascheroni, E., Guillard, V., Nalin, F., Mora, L., Piervigiani, L. (2010). Diffusivity of propolis compounds in Polylactic acid polymer for the development of antimicrobial packaging films. *Journal of Food Engineering*, 98(3), 294-301.

<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.12.028>

Mattiuz, B.-H., Ducamp-Collin, M.-N., Mattiuz, C.F.M., Vigneault, C., Marques, K.M., Sagoua, W., Montet, D. (2015). Effect of propolis on postharvest control of anthracnose and quality parameters of 'Kent' mango. *Scientia Horticulturae*, 184, 160-168.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.12.035>

Mehdizadeh, T., Langroodi, A.M. (2019). Chitosan coatings incorporated with propolis extract and Zataria multiflora Boiss oil for active packaging of chicken breast

meat. *International journal of biological macromolecules*, 141, 401-409.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.08.267>

Michailidis, G.F., Thamnopoulos, I.-A.I., Fletouris, D.J., Angelidis, A.S. (2021). Synergistic, bacteriostatic effect of propolis and glycerol against *Listeria monocytogenes* in chocolate milk under refrigerated storage. *Food Science and Technology International*, 27(1), 46-55.

<https://doi.org/10.1177/1082013220929150>

Osés, S., Pascual-Maté, A., Fernández-Muiño, M., López-Díaz, T., Sancho, M. (2016). Bioactive properties of honey with propolis. *Food Chemistry*, 196, 1215-1223.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.050>

Ozturk, I. (2015). Antifungal activity of propolis, thyme essential oil and hydrosol on natural mycobiota of sucuk, a turkish fermented sausage: monitoring of their effects on microbiological, color and aroma properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 1148-1158.

<https://doi.org/10.1111/jfpp.12329>

Passos, F.R., Mendes, F.Q., Cunha, M.C.d., Pigozzi, M.T., Carvalho, A.M.X.d. (2016). Propolis extract in postharvest conservation banana 'Prata'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38(2), e-931.

<https://doi.org/10.1590/0100-29452016931>

Pastor, C., Sánchez-González, L., Marcilla, A., Chiralt, A., Cháfer, M., González-Martínez, C. (2011). Quality and safety of table grapes coated with hydroxypropylmethylcellulose edible coatings containing propolis extract. *Postharvest Biology and Technology*, 60(1), 64-70.

<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.11.003>

Pasupuleti, V.R., Sammugam, L., Ramesh, N., Gan, S.H. (2017). Honey, propolis, and royal jelly: a comprehensive review of their biological actions and health benefits. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017, 1259510.

<https://doi.org/10.1155/2017/1259510>

Payandan, E., Sayyed-Alangi, S.Z., Shamloofar, M., Koohsari, H. (2017). Study of chemical composition and efficacy of different extracts of Iranian propolis on the microbiological and sensory parameters of minced *Cyprinus carpio* meat at 4° C storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 26(5), 593-603.

<https://doi.org/10.1080/10498850.2016.1240281>

- Pedonese, F., Verani, G., Torracca, B., Turchi, B., Felicioli, A., Nuvoloni, R. (2019). Effect of an Italian propolis on the growth of *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus* in milk and whey cheese. *Italian Journal of Food Safety*, 8(4), 8036.
<https://doi.org/10.4081/ijfs.2019.8036>
- Pobiega, K., Kraśniewska, K., Gniewosz, M. (2019). Application of propolis in antimicrobial and antioxidative protection of food quality—A review. *Trends in food science & technology*, 83, 53-62.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.11.007>
- Safaei, M., Azad, R.R. (2020). Preparation and characterization of poly-lactic acid based films containing propolis ethanolic extract to be used in dry meat sausage packaging. *Journal of Food Science and Technology*, 57(4), 1242-1250.
<https://doi.org/10.1007/s13197-019-04156-z>
- Sagdic, O., Silici, S., Yetim, H. (2007). Fate of *Escherichia coli* and *E. coli* O157: H7 in apple juice treated with propolis extract. *Annals of microbiology*, 57(3), 345-348.
<https://doi.org/10.1007/BF03175071>
- Santos, M.S., Estevinho, L.M., Carvalho, C.A.L., Morais, J.S., Conceição, A.L.S., Paula, V.B., Almeida, R.C. (2019). Probiotic Yogurt with Brazilian Red Propolis: Physicochemical and Bioactive Properties, Stability, and Shelf Life. *Journal of Food Science*, 84(12), 3429-3436.
<https://doi.org/10.1111/1750-3841.14943>
- Shavisi, N., Khanjari, A., Basti, A.A., Misaghi, A., Shahbazi, Y. (2017). Effect of PLA films containing propolis ethanolic extract, cellulose nanoparticle and *Ziziphora clinopodioides* essential oil on chemical, microbial and sensory properties of minced beef. *Meat Science*, 124, 95-104.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.10.015>
- Silici, S., Karaman, K. (2014). Inhibitory effect of propolis on patulin production of *Penicillium expansum* in apple juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(3), 1129-1134.
<https://doi.org/10.1111/jfpp.12072>
- Silici, S., Koc, N., Sariguzel, F.M., Sagdic, O. (2005). Mould inhibition in different fruit juices by propolis. *Archiv Für Lebensmittelhygiene*, 56(4), 87-90.
- Takwa, S., Caleja, C., Barreira, J.C., Soković, M., Achour, L., Barros, L., Ferreira, I.C. (2018). *Arbutus unedo* L. and *Ocimum basilicum* L. as sources of natural preservatives for food industry: A case study using loaf bread. *LWT*, 88, 47-55.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.09.041>
- Ucak, I., Khalily, R., Carrillo, C., Tomasevic, I., Barba, F.J. (2020). Potential of propolis extract as a natural antioxidant and antimicrobial in gelatin films applied to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Foods*, 9(11), 1584.
<https://doi.org/10.3390/foods9111584>
- Ulloa, P.A., Vidal, J., Ávila, M.I., Labbe, M., Cohen, S., Salazar, F.N. (2017). Effect of the addition of propolis extract on bioactive compounds and antioxidant activity of craft beer. *Journal of Chemistry*, 2017, 1-7.
<https://doi.org/10.1155/2017/6716053>
- Vargas-Sánchez, R.D., Torrescano-Urrutia, G.R., Acedo-Félix, E., Carvajal-Millán, E., González-Córdova, A.F., Vallejo-Galland, B., Sánchez-Escalante, A. (2014). Antioxidant and antimicrobial activity of commercial propolis extract in beef patties. *Journal of Food Science*, 79(8), C1499-C1504.
<https://doi.org/10.1111/1750-3841.12533>
- Viera, V.B., Piovesan, N., Moro, K.I.B., Rodrigues, A.S., Scapin, G., Rosa, C.S.d., Kubota, E.H. (2016). Preparation and microbiological analysis of Tuscan sausage with added propolis extract. *Food Science and Technology*, 36, 37-41.
<https://doi.org/10.1590/1678-457x.0045>
- Wagh, V.D. (2013). Propolis: a wonder bees product and its pharmacological potentials. *Advances in pharmacological sciences*, 2013, 308249.
<https://doi.org/10.1155/2013/308249>
- Yang, W., Wu, Z., Huang, Z.Y., Miao, X. (2017). Preservation of orange juice using propolis. *Journal of Food Science and Technology*, 54(11), 3375-3383.
<https://doi.org/10.1007/s13197-017-2754-x>
- Yuan, M., Yuan, X.-j., Pineda, M., Liang, Z.-y., He, J., Sun, S.-w., Li, K.-p. (2020). A comparative study between Chinese propolis and Brazilian green propolis: metabolite profile and bioactivity. *Food & Function*, 11(3), 2368-2379.
<https://doi.org/10.1039/C9FO02051A>

Zahid, N., Ali, A., Siddiqui, Y., Maqbool, M. (2013).
Efficacy of ethanolic extract of propolis in maintaining
postharvest quality of dragon fruit during storage.
Postharvest Biology and Technology, 79, 69-72.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.01.003>