



Derleme (Review)

Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi, (1), 19-26.

## Gıda ve Gıda İşletmelerinde *Listeria Monocytogenes* ve Biyofilmine Karşı Kullanılan Bazı Modern Teknikler

### Used Against *Listeria Monocytogenes* and its Biofilm in the Foods and Food Industries

Kadir GÖNEN 

Et ve Süt Kurumu, İstanbul Et İşletme Müdürlüğü / İstanbul

ORCID: 0000-0001-6555-4475

\*Sorumlu Yazar : kadir.gonen@esk.gov.tr

Geliş Tarihi : 28.01.2021 Kabul Tarihi : 22.03.2021

#### ÖZET

*Listeria monocytogenes* çubuk formda, gram pozitif, fakültatif anaerob ve biyofilm oluşturabilme özelliğine sahip bir mikroorganizmadır. Oldukça geniş pH ve sıcaklık aralıklarında gelişebildikleri gibi düşük su aktivitesi değerlerinde de yaşamlarını sürdürebilmektedirler. Listeriozide ciddi klinik tabloların oluşabilmesi, insidensin düşük olmasına karşın mortalitenin yüksekliği halk sağlığı bakımından gıda kaynaklı önemli bir patojen olarak değerlendirilmesine neden olmaktadır. *Listeria monocytogenes* etkenlerinin ubiquiter özelliği ve çevresel stres faktörlerine karşı adaptasyon yeteneği önem arz etmektedir. Isıl işlemler gibi gıdaların üretim aşamalarında teknolojileri gereği uygulanan teknikler letal etki oluşturmakla birlikte etkenlerin zaman içinde kazandıkları dirençten dolayı gıda ve gıda işletmeleri için risk teşkil ettikleri bilinmektedir. Ayrıca biyofilm oluşturabilme özelliklerinden dolayı gıda tesislerinde sürekli sekonder kontaminasyonlara neden olabilmektedirler. Oluşturdukları biyofilm yapılarının sağladığı koruyucu etki, geleneksel sanitasyon yöntemlerine karşı dirençlilik gelişiminde önem arz etmektedir. Gıda ve gıda işletmelerinde *Listeria monocytogenes* ve oluşturduğu biyofilmine yönelik kullanılacak ve etkinliği kanıtlanmış bazı modern teknikler bu derlemede ele alınmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Halk sağlığı, *Listeria monocytogenes*, Yeni üretim teknikleri

#### ABSTRACT

*Listeria monocytogenes* is a rod-shaped, gram-positive, facultative anaerobe microorganism that can form biofilms. They can grow in a wide range of pH and temperature conditions, as well as in low water activity value. Because of the serious clinical effects of listeriosis and the high mortality rate despite its low incidence, it is regarded as a significant food-borne pathogen in terms of public health. The ability of *L. monocytogenes* agents to adapt to environmental stress factors and their ubiquitous nature are important. Although the techniques used in the production stages of foods, such as heat treatment, have a lethal effect due to their technologies, it is known that the factors pose a risk to food and food industries

due to the resistance they have developed over time. Furthermore, they may pose a risk by causing continuous secondary contamination in food facilities due to their biofilm-forming properties and the protective effect that biofilm structures provide is critical in the development of resistance to conventional sanitation methods. Some modern techniques with proven efficacy that can be used for *L. monocytogenes* and its biofilm in food and food industries are explained in this review.

**Keywords:** *Listeria monocytogenes*, New production techniques, Public health

## GİRİŞ

*L. monocytogenes*, hemen hemen tüm gıdalardan izole edilebilen Gram pozitif, fakültatif anaerob bir mikroorganizmadır (Dümen vd., 2011). Predispoze bireyler olan çocuklar, hamileler, yaşlılar ve immun yetmezliği olan insanları etkileyen fırsatçı bir patojen olarak da tanımlanır (Adzitey ve Huda, 2010). Patojenin invaziv formu insanlarda meningoensefalitis, endokarditis, osteomyelitis ve hamilelerde intrauterin enfeksiyon sonucu abortlara neden olabilmektedir (Adzitey ve Huda, 2010; Bingol vd., 2013). O ve H antijenlerinin faktör antiserumları ile yapılan sınıflandırmada 13 farklı serotipi ortaya konmuştur (Erol, 2007). 1/2a, 1/2b ve 4b serotipleri insanlarda görülen listeriozis vakalarının %98'inden sorumludur (Adzitey ve Huda, 2010). Avrupa Birliği ülkelerinde 2017 yılında 2480 Listeriozis vakası tespit edilmiş ve bu vakaların 227'sinin ölümle sonuçlandığı bildirilmiştir. ABD'de ise her yıl 1600 Listeriozis vakasının gerçekleştiği ve bu vakalarında 260'ının ölümle sonuçlandığı tahmin edilmektedir (EFSA ve ECDC, 2018; Li vd., 2018). *L. monocytogenes* etkenlerinin düşük ve yüksek pH'da, yüksek tuz konsantrasyonları ve sıcaklıklarda ve düşük oksijen seviyelerinde yaşayabildikleri bilinmektedir. Bununla birlikte biyofilm oluşturabilme özellikleri de

önem arz etmektedir (Bingol vd., 2013; Dümen vd., 2011; Thakur, Asrani ve Patial, 2018). Çevresel koşullara dayanıklılığı sağlayan bu özelliklerinden dolayı gıda endüstrisinde uygulanan geleneksel yöntemler (örn., UHT, pastörizasyon vb.) *L. monocytogenes* etkenleri için yetersiz kalabilmektedir.

Bu derleme, *L. monocytogenes*'e karşı inhibe edici etkinliği saptanmış olan yüksek hidrostatik basınç uygulaması, ışınlama tekniği, mikrodalga fırın kullanımı, bakteriyofaj kullanımı, endolizin tekniği, rekabetçi bakteri türlerinin kullanımı ve bakteriyosin kullanımı gibi bazı modern tedbirler hakkındaki mevcut bilgilere genel bir bakış sunmaktadır.

## Yüksek Hidrostatik Basınç (YHB) Uygulaması

Yüksek hidrostatik basınç uygulamasının, gıda endüstrilerinde yararlanılmasındaki ana sebebi; ısı işlem uygulanmaksızın gıdaların besinsel, fonksiyonel ve duyuşsal karakterlerini koruyup raf ömürlerini uzatabilmektir (Zhao vd., 2017). YHB tekniğinde suyun sağladığı basınç kuvvetinden faydalanarak gıdalara 100 MPa üzeri bir kuvvet uygulanır ve böylelikle *L. monocytogenes* gibi patojenlerin eliminasyonu hedeflenir (Bahrami, Baboli, Schimmel, Williams ve Jafari, 2020). Yüksek

hidrostatik basıncın *L. monocytogenes* üzerindeki etkisi uygulanan basıncın gücü ve uygulanma süresine, ortamın sıcaklığına ve mikroorganizmanın serotiplerine bağlıdır (Hugas vd., 2002). Gıdaya uygulanan basınç ve sürenin artırılması, mikrobiyal inaktivasyonun hızlanmasına sebep olacaktır (Bover-Cid, Belletti, Aymerich ve Garriga, 2015). Gıdanın yapısında bulundurduğu bileşenler YHB uygulaması için önemlidir. Bazı gıdaların içerdikleri yüksek yağ, protein ve şeker oranları ya da düşük su aktivasyon değerlerine sahip oluşları YHB uygulamasının antimikrobiyal etkinliğini azalttığı saptanmıştır. Fakat gıda, yüksek asiditeye sahipse YHB uygulamasının mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal etkinliği arttırdığı da tespit edilmiştir (Bover-Cid vd., 2015). YHB uygulamasının *L. monocytogenes* üzerindeki inaktive edici etkilerini; hücre içi protein yapısının, pH dengesinin ve hücre zarı geçirgenliğinin bozulması ile beraber hücre zarının bütünlüğünün kaybolmasına sebep olarak inaktive edici etkinliklerini göstermektedirler (Bahrami vd., 2020).

Hugas vd. (2002), 414 MPa'lık basınç ve 50 °C'de yüksek basınç uygulanan taze domuz eti ürünlerinde, en dirençli *L. monocytogenes* serotiplerinde 10 log'luk ciddi bir azalma elde edildiğini ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar, vakumla paketlenmiş dana eti örneklerinde de 31 °C'de 600 MPa basınçta ve 6 dak.'lık uygulamanın *L. monocytogenes* ve *Salmonella spp.* etkenlerine letal etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Patojen ve gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmaların üremeleri için sağladıkları uygun pH ile yüksek su

aktivitesi değerleri ve vakum paketeleme tekniğinin patojen ve gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmalar lehine ortamın mikroflorasını bozması, dilimli vakum pakette bulunan jambonları oldukça dayanıksız kılmıştır (Hugas vd., 2002). Dilimlenmiş vakum pakette bulunan jambonlara uygulanan 600 MPa basınçta 6 dak.'lık YHB uygulaması, önemli düzeyde patojenlerin ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaların üremesini baskılamış ve 60 gün boyunca da organoleptik tazeliklerini devam ettirebilmelerini sağlamıştır (Hugas vd., 2002).

### **Işınlama**

Gıdaların raf ömürlerini uzatmak ve patojenlerin yok edilmesini sağlamak amacıyla kullanılan tekniklerden birisi de ışınlama tekniğidir. Işınlama tekniği birçok gıdada parazitlerin ve spor oluşturmeyen mikroorganizmaların eliminasyonu amacıyla kullanılmaktadır (Farkas ve Mohachsi-Farkas, 2011). Gıda endüstrisinde en çok kullanılan ultraviyole (UV) ışınlar; gama, alfa, x ve elektron ışınlarıdır (Bahrami vd., 2020). UV ışınların 254 nm dalga boylarında, klor içeren güçlü antiseptik özelliğe sahip kimyasal bileşiklerden daha etkili oldukları tespit edilmiştir (Mikš-Krajnik vd., 2017). Işınlamanın, mikroorganizmalar üzerindeki etkileri; uygulanan doza, absorbe edilen ışın miktarına, sıcaklık ve atmosfer gibi önemli çevresel koşullara bağlıdır (Bahrami vd., 2020). Işınlamanın temel etkisi hücre içi DNA hasarına yol açarak mikroorganizmaların yok edilmesine sebep olmasından ileri gelmektedir (Bahrami vd., 2020).

Işınlama uygulaması, Dünya Sağlık

Örgütü (WHO) tarafından bildirilen sınır doz seviyesi olan 10 kGy'den fazla kullanıldığında insanlar için toksik etkilerin oluşmasına sebep olabilmektedir (Farkas, 2006). Işınlamanın pürüzlü gıda yüzeylerinde etkinlik bakımından yetersizliği tekniğin uygulanmasındaki problemlerden birisidir. Ultrason gibi diğer teknolojilerle kombinasyonu mikroorganizmaların eliminasyonunda etkinliğin artırılmasında önemlidir (Bahrami vd., 2020).

Mikš-Krajnik vd. (2017), *L. monocytogenes* inoküle edilmiş somon balığı örnekleri, yaklaşık 8 cm'lik mesafeden 5 dakika boyunca ışınlamaya ve ardından 1 dakika boyunca da ultrason tekniğine maruz bırakılmıştır ve deney sonucunda *L. monocytogenes*'in, başlangıç popülasyonuna göre 0,79 log CFU/g oranında azaldığı tespit edilmiştir.

### Mikrodalga Uygulaması

Mikrodalga uygulaması, geleneksel yöntemlere kıyasla kısa işlem süresi ve ısı işlemi homojenliği bakımından daha güvenli ve kaliteli ürünlerin sunumuna olanak sağlamaktadır (Tang vd., 2018). Ev tipi mikrodalga fırınları genellikle 2.45 GHz'lik frekanslar üretirken, endüstriyel mikrodalga fırınları ise 915 MHz ile 2.45 GHz arası frekans üretmektedirler (Guo vd., 2017). Mikrodalga fırınların, patojen mikroorganizmalar üzerindeki yok edici etkisi; selektif ısıtma özelliğinden dolayı hızlı bir yıkıma sebep olması, hücre içi alışveriş transferini bozması, bazı sentez reaksiyonlarını olumsuz etkilemesinden ileri gelmektedir (Guo vd., 2017).

Zeinali vd. (2015), *L. monocytogenes*

inoküle edilmiş tavuk gövde eti örneklerine ev tipi mikrodalga fırınıyla farklı sürelerde (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 ve 80 sn) ve 900 watt gücünde bir ısı işlemi uygulamışlardır. Araştırmacılar, 60 sn ve üzerinde gerçekleştirilen uygulamaların *L. monocytogenes* sayısında önemli bir azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Sung ve Kang (2014), *L. monocytogenes* aşılana salsa sosu örneklerinde farklı güç seviyelerinde etken sayısının 4,51 ile 4,85 log CFU/g oranında azaltılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

### Rekabetçi Bakteri Türleri

Laktik asit bakterileri (LAB), çeşitli patojen ve gıdalarda bozulma yapan mikroorganizmaların gelişme ve üremelerine inhibe edici etki gösterirler. Bu inhibisyonun nedeni metabolizma için ihtiyaç duyulan besin maddelerine karşı rekabetten ileri gelmektedir (Amézquita ve Brashears, 2002). Bu sebeple LAB'leri patojen ve gıda bozucu mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal etkinliklerini; hidrojen peroksit, laktik asit ve diasetil gibi organik asit metabolitlerini, bulunduğu ortama salarak pH gibi ortamın çevresel parametrelerini etkilerler ve böylelikle diğer mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal etki göstermiş olurlar. Ayrıca hedef hücreye özgü bakteriyosin üreterek de antimikrobiyal etki gösterebilirler. (Amézquita ve Brashears, 2002; Gray vd., 2018)

Amézquita ve Brashears (2002), *L. monocytogenes* ile laktik asit bakterilerini (*P. acidilactici*, *L. casei* ve *L. paracasei*) vakum paketli frankfurter sosis ile jambona inoküle etmişlerdir. Numuneler 5 °C'de 28 gün boyunca inkubasyona bırakılmıştır.

Araştırmacılar, frankfurter sosislerde kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 3,25 log ile 3,48 log'luk önemli bir azalma meydana geldiğini, jambonda ise *L. monocytogenes* etkenlerinin başlangıç seviyesinde kaldığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte jambon örneklerinde saptanan bakteriyostatik etkinin çok az pH düşüşüne bağlı olarak LAB'lerinin, *L. monocytogenes* etkenleri üzerinde baskılayıcı bir üreme ortamı oluşturamamalarından kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

### Bakteriyosin

Bakteriyosinler, birçoğu laktik asit bakterileri tarafından üretilen antimikrobiyal nitelikte peptid yapısında maddelerdir (Gray vd., 2018). Sınıf-1 veya Sınıf-2 olmak üzere 2 temel gruba ayrılırlar. Sınıf-1 grubu aynı zamanda lantibiyotik olarak da tanımlanır (Gray vd., 2018). Cell-free supernatant (CFS) formunda elde edilebilirler. CFS formunda elde edilen bakteriyosinlerin diğer bakteriyosinlerden farkı beraberinde bulundurduğu organik asitlerle daha güçlü antimikrobiyal etkinlik gösterebilmeleridir (Gray vd., 2018). Bakteriyosinlerin *L. monocytogenes* üzerindeki etkinliği; hücre duvarı, DNA, mRNA ya da protein sentezinin inhibisyonundan ileri gelmektedir (Gray vd., 2018). *Lc. lactis* tarafından sentezlenen nisin, WHO tarafından gıdalarda katkı maddesi olarak kullanımı onaylanan ve patojen mikroorganizmalar üzerinde en güçlü etkinliği gösterdiği kabul edilen Sınıf-1 grubundaki bir bakteriyosindir (Gray vd., 2018).

Vijayakumar ve Muriana (2007), *L. monocytogenes* inoküle edilmiş sosislerde bakteriyosinlerin etkinliğini ortaya koymaya

çalışmışlardır. Araştırmacılar, cell-free supernatant formunda olan curvaticin Beef3, lacticin FLS1, curvaticin FS47 ve pediocin Bac3 bakteriyosinlerinin, eşit oranlarda sosis karışımına eklenmesinin 5 °C'lik muhafazada 84 günlük bir inkübasyon periyodunun sonunda *L. monocytogenes*'in başlangıç değerine göre 1 log'luk bir azalış meydana getirdiğini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte sosis üretiminde soyma işleminden önce CFS bakteriyosinlerinin sprey formunda yüzeylere uygulanmasının, 84 günün sonunda *L. monocytogenes*'in üremesini baskılayamadığı bildirilmiştir.

### Bakteriyofajların Kullanımı

Bakteriyofajlar, doğal çevrelerinde yaşamlarını sürdürebilmek için bakterileri enfekte eden ve farklı morfolojik yapıya sahip olan virüslerdir (Gray vd., 2018). Bakteriyofajlar arasında çoğunluğu oluşturan grup dsDNA genomuna sahip kuyruklu yapıdaki Caudovirales grubudur (Salmond ve Fineran, 2015). Caudovirales grubu da kendi içerisinde Myoviridae, Siphoviridae ve Podoviridae ailesi olmak üzere 3 gruba ayrılırlar (Salmond ve Fineran, 2015). Morfolojik yapılarının dışında bakteriyofajlar, hedef alınan patojendeki geçirdiği litik ya da termik döngüye göre de sınıflandırılırlar (Salmond ve Fineran, 2015). Litik döngüde, hedef hücreye giren bakteriyofaj kendi genomunu çoğaltarak yeni bakteriyofajların üremesine ve böylelikle de salgıladıkları hidrolitik enzimlerle hücre duvarı yapısını bozarak bakterinin yok edilmesine sebep olmaktadır (Salmond ve Fineran, 2015). Termik döngüde ise bakteriyofaj konak hücreye girer ve horizontal gen transferi ile

konak hücreye kendi genlerini aktarır; fakat bakteriyofaj için stres koşulları oluşursa faj litik döngüye geçebilir (Salmond ve Fineran, 2015). Bu yüzden *L. monocytogenes* ve oluşturduğu biyofilme karşı kullanılan bakteriyofajın litik döngü geçirebilmesi önemlidir. Eğer faj, termik döngü geçirirse *L. monocytogenes*'in direnç kazanmasına sebep olabilir (Gray vd., 2018).

Listex™ P100 gibi ticari olarak sunulan bakteriyofajların gıda üretim tesislerinde *L. monocytogenes*'in oluşturduğu biyofilm üzerinde etkinliği olduğu kanıtlanırsa da daha güçlü bir etki için geleneksel tekniklerle (örn., ekzopolisakkarit maddenin mekanik olarak kaldırılması ve dezenfeksiyon işlemi gibi) kullanılması gerektiği ifade edilmektedir (Gray vd., 2018).

### Endolizinler

Endolizinler, bakteriyofajlar tarafından litik fazın sonunda konakçı hücre içine salınan hidrolitik enzimlerdir (Chan ve Abedon, 2015). Bu enzimler, hedef alınan hücrenin sahip olduğu peptidoglikan yapıdaki hücre duvarı yapısını bozarak etkilerini gösterirler (Chan ve Abedon, 2015). Böylelikle bakteriyofaj kullanımına gerek kalmadan oluşabilecek faj enfeksiyonlarına ve *L. monocytogenes*'in olası direnç kazanmasının önüne geçilmiş olur (Gray vd., 2018). Endolizinler, kendi içerisinde; N-asetil glukozaminidaz, endo- $\beta$ -N-asetil glukozaminidaz, litik transglükozilaz, endopeptidaz ve N-asetil muramoil-alanin amidaz olarak 5 gruba ayrılmaktadırlar (García vd., 2010). N-asetil muramoil-alanin amidaz grubunda olan PlyLM, *L. monocytogenes*'in gıda işletmelerinde oluşturduğu biyofilme

karşı etkinliği kabul edilen tek lizindir (Gray vd., 2018). PlyLM'nin lizozim ve proteinaz K enzimleriyle beraber kullanımı biyofilmler üzerinde sinerjistik bir etki yaratır (Gray vd., 2018). Günümüzde gerçekleştirilen çalışmalarda bakteriyofajların endolizinlerle alakalı genlerinin gıdalarda kullanılan starter kültürlerle aktarılması yoluyla *L. monocytogenes* etkenlerine yönelik etkinlikleri araştırılmaktadır (Gray vd., 2018).

### SONUÇ

Geleneksel sanitasyon işlemlerine zamanla kazanabileceği dirençten dolayı *L. monocytogenes* halk sağlığı ve gıda işletmeleri için bir sorun teşkil etmektedir. Bu yüzden gıda ve gıda endüstrisinde bu etkenle mücadele etmek için yeni yöntemler araştırılmıştır. Bu yeni yöntemler arasında olan yüksek hidrostatik basınç uygulaması, ışınlama tekniği, mikrodalga fırın kullanımı, rekabetçi bakteri türlerinin kullanımı ve bakteriyosinlerin kullanımı özellikle hazır yemek teknolojisinde işe yaradığı gözlemlenmiştir. Bakteriyofaj ve endolizinlerin gıda üretim tesislerinde kullanımının *L. monocytogenes*'in oluşturduğu biyofilme karşı etkili olabileceği saptanmıştır. Bu uygulamalar için uygulama süreleri, uygulama sıcaklığı ve bakterinin olası direnç kazanması gibi önemli parametreler tam olarak belirlenmemiştir. Bu noktadan hareketle ilgili parametrelerin belirlenmesine yönelik gerekli çalışmaların yapılması ve bu tekniklerin yaygınlaştırılması önemlidir.

### KAYNAKLAR

Amézquita, A. ve Brashears, M. M. (2002). Competitive inhibition of

- Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meat products by lactic acid bacteria. *Journal of Food Protection*, 65(2), 316–325. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-65.2.316>
- Adzitey, F. ve Huda, N. (2010). *Listeria monocytogenes* in foods: Incidences and possible control measures. *African Journal of Microbiology Research*, 4(25), 2848-2855. <https://doi.org/10.5897/AJMR.9000474>
- Bingol, E. B., Dumen, E., Kahraman, T., Akhan, M., Issa, G. ve Ergun, O. (2013). Prevalence of *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157 in meat and meat products consumed in Istanbul. *Med. Weter.*, 69(8), 488-491.
- Bahrami, A., Baboli, Z. M., Schimmel, K., Williams, L. ve Jafari, S. M. (2020). Efficiency of non-conventional processing technologies for the control of *Listeria monocytogenes* in food products, *Trends in Food Science & Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.009>
- Bover-Cid, S., Belletti, N., Aymerich, T. ve Garriga, M. (2015). Modeling the protective effect of a w and fat content on the high pressure resistance of *Listeria monocytogenes* in dry-cured ham. *Food Research International*, 75, 194–199. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.05.052>
- Chan, B. K. ve Abedon, S. T. (2015). Bacteriophages and their enzymes in biofilm control. *Current Pharmaceutical Design*, 21(1), 85-99.
- Dümen, E., Issa, G., Ikiz, S., Bağcıgil, F., Özgür, Y., Kahraman, T., Ergin, S. ve Yeşil, O. (2011). Determining existence and antibiotic susceptibility status of *Listeria monocytogenes* isolated from dairy products, serological and molecular typing of the isolates. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 17(Suppl A), 111-119. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2010.3632>
- Erol, İ. (2007). Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. s. 127. Ankara: Pozitif Matbaacılık.
- European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control (EFSA ve ECDC). (2018). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. *EFSA Journal*, 16(12). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5500>
- Farkas, J. (2006). Irradiation for better foods. *Trends in Food Science & Technology*, 17(4), 148–152. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.12.003>
- Farkas, J. ve Mohácsi-Farkas, C. (2011). History and future of food irradiation. *Trends in Food Science & Technology*, 22(2-3), 121–126. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.002>
- Guo, Q., Sun, D. -W., Cheng, J. -H. ve Han, Z. (2017). Microwave processing techniques and their recent applications in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 236–247. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.007>
- Gray, J. A., Chandry, P. S., Kaur, M., Kocharunchitt, C., Bowman, J. P. ve

- Fox, E. M. (2018). Novel Biocontrol Methods for *Listeria monocytogenes* Biofilms in Food Production Facilities. *Frontiers in Microbiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00605>
- García, P., Rodríguez, L., Rodríguez, A. ve Martínez, B. (2010). Food biopreservation: promising strategies using bacteriocins, bacteriophages and endolysins. *Trends in Food Science & Technology*, 21(8), 373–382. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.010>
- Hugas, M., Garriga, M. ve Monfort, J. M. (2002). New mild technologies in meat processing: high pressure as a model technology. *Meat Science*, 62(3), 359-371. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00122-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00122-5)
- Li, W., Bai, L., Fu, P., Han, H., Liu, J. ve Guo, Y. (2018). The Epidemiology of *Listeria monocytogenes* in China. *Foodborne Pathogens and Disease*, 15(8), 459-466. <https://doi.org/10.1089/fpd.2017.2409>
- Mikš-Krajnik, M., James Feng, L. X., Bang, W. S. ve Yuk, H. -G. (2017). Inactivation of *Listeria monocytogenes* and natural microbiota on raw salmon fillets using acidic electrolyzed water, ultraviolet light or/and ultrasounds. *Food Control*, 74, 54–60. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.11.033>
- Sung, H. -J. ve Kang, D. -H. (2014). Effect of a 915 MHz microwave system on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium, and *Listeria monocytogenes* in salsa. *LWT - Food Science and Technology*, 59(2), 754–759. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.05.058>
- Salmond, G. P. C. ve Fineran, P. C. (2015). A century of the phage: past, present and future. *Nature Reviews Microbiology*, 13(12), 777-786. <https://doi.org/10.1038/nrmicro3564>
- Thakur, M., Asrani, R. K. ve Patial, V. (2018). *Listeria monocytogenes* : A Food-Borne Pathogen. *Foodborne Diseases*, 157–192. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811444-5.00006-3>
- Tang, J., Hong, Y. K., Inanoglu, S. ve Liu, F. (2018). Microwave pasteurization for ready-to-eat meals. *Current Opinion in Food Science*, 23, 133-141. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.10.004>
- Vijayakumar, P. P. ve Muriana, P. M. (2017). Inhibition of *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat meats using bacteriocin mixtures based on mode-of-action. *Foods*, 6(3), 22. <https://doi.org/10.3390/foods6030022>
- Zeinali, T., Jamshidi, A., Khanzadi, S. ve Azizzadeh, M. (2015). The effect of short-time microwave exposures on *Listeria monocytogenes* inoculated onto chicken meat portions. *Veterinary Research Forum*, 6(2), 173-176. Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran.
- Zhao, G., Zhang, R. ve Zhang, M. (2017). Effects of high hydrostatic pressure processing and subsequent storage on phenolic contents and antioxidant activity in fruit and vegetable products. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(1), 3-12. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13203>