

GIDA İŞLEME TESİSLERİNDE *LISTERIA MONOCYTOGENES* VE MÜCADELEDE YENİ YAKLAŞIMLAR

Seda Altuntaş^{1*}, Mihriban Korukluoğlu²

¹ Bursa Teknik Üniversitesi Doğa Bilimleri Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

² Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

Geliş / Received: 02.10.2017; Kabul / Accepted: 18.11.2017; Online baskı / Published online: 27.12.2017

Altuntaş, S., Korukluoğlu, M. (2017). Gıda işleme tesislerinde *Listeria monocytogenes* ve mücadelede yeni yaklaşımlar. *GIDA* (2018) 43 (1): 101-113 doi: 10.15237/gida.GD17090

ÖZ

Listeria monocytogenes, bağışıklığı baskılanmış bireylerde gastrointestinal problemler, nörolojik bozukluklar ve sepsis gibi ciddi semptomlara ve yüksek ölüm oranına sahip bir gıda patojenidir. Listeriosis ölümle sonuçlanma oranı yaklaşık %25, hastaneye kaldırılma oranı ise %95'in üzerindedir. Bu nedenle günümüzde hâlâ artan bir gıda güvenliği sorununu teşkil etmektedir. Olumsuz koşullarda uzun süre hayatta kalabilme ve biyofilm oluşturabilme yeteneği nedeniyle gıda işleme ortamlarının en önemli sorunlarından biri *L. monocytogenes* ile mücadeledir. Bu mücadelede başlangıç olarak, mikroorganizmanın kontaminasyon yollarını ve yayılmasına katkıda bulunan faktörleri bilmek, antilisterial uygulamalar için gerekli olmaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda, doğru tasarlanan tesis, ekipman, temizlik ve sanitasyon programları, personel eğitimi ve sürekli izleme sistemleri ile etkili bir mücadele sağlanabilmektedir. Ancak artan bilinç ve önlemlere rağmen, bazı gıda işletmelerinde ve gıdalarda *L. monocytogenes* tespit edilmektedir. Bu durum *Listeria* ile mücadelede antimikrobiyel bileşiklerin kullanımı, ohmik ısıtma, yüksek basınç uygulaması ve soğuk plazma tekniği gibi birçok yeni yaklaşımların gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu derlemede, *L. monocytogenes* in gelişme koşulları, olası kontaminasyon kaynakları, gıda işleme tesislerinde yapılması gereken uygulamalar ve mücadelede yeni yaklaşımların verilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: *L. monocytogenes* ile mücadele, kontaminasyon kaynakları, anti-listerial uygulamalar

***LISTERIA MONOCYTOGENES* IN FOOD FACILITIES AND NEW APPROACHES FOR STRUGGLE**

ABSTRACT

Listeria monocytogenes is a food pathogen with high mortality and severe symptoms such as gastrointestinal, sepsis, neurological disorders in immuno-suppressed individuals. The mortality rate of listeriosis is about 25% and the rate of hospitalization is over 95%. For this reason, it is still an increasing problem of food safety. One of the most important problems of food processing environments is the struggle against *L. monocytogenes* because of its ability to survive for long time under adverse conditions and to be capable of producing biofilm. As a starting point in this struggle, it is necessary for anti-listerial applications to know the ways in which microorganisms are contaminated and the factors contributing to their growth and spread. In line with this information, an effective struggle can be achieved with properly designed facilities and equipment, cleaning and sanitation programs, staff training and continuous monitoring systems. However, despite increased awareness and precautions, *L. monocytogenes* are detected in some food processing facilities and in foods. This necessitates many new approaches such as the use of antimicrobial compounds in combating against *Listeria*, ohmic heating, high pressure application and cold plasma technique. In this review, growth conditions of *L. monocytogenes*, potential sources of contamination, applications to be made in food processing plants and new approaches to struggle are given.

Keywords: Struggle with *L. monocytogenes*, sources of contamination, anti-listerial applications

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author:

✉ seda.altuntas@btu.edu.tr

☎ (+90) 506 943 4982

☎ (+90) 224 300 3515

GİRİŞ

Listeria monocytogenes gıda kaynaklı hastalıklara sebep olan patojenlerin içerisinde en yüksek ölüm oranına sahip bir gıda patojenidir ve yılda yaklaşık 200 milyon dolar maddi kayba yol açmaktadır (Luksiene ve Paskeviciute, 2011). Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (Center for Disease Control and Prevention-CDC), Amerika'da her yıl 1600 listeriosis vakasının olduğunu, bunların 1500 adedinin hastaneye kaldırılma ve 260 vakanın ise ölümlerle sonuçlandığını tahmin etmektedir (Lourenço vd., 2017; Hammons ve Oliver, 2014). Artan bilinç ve bulaşmayı önleyici uygulamalara rağmen, aynı kuruluş 2015 yılında dondurmaya bulaşmış *L. monocytogenes* kaynaklı 10 vakanın 3'ünün ölümlerle sonuçlandığını bildirmiştir (Çizelge 1) (Leong vd., 2016). Hamile, yeni doğan, çocuk, yaşlı ve bağışıklığı baskılanmış kişilerde sağlığı

ciddi oranda tehdit eden *L. monocytogenes*, süt ve ürünleri, et ürünleri ve özellikle hazır gıda üretimi yapan işletmelerin öncelikli sorunlarından biridir. 2002 yılında Amerika'nın ikinci büyük kümes hayvanları şirketinin, 13000 tona yakın soğutulmuş ve dondurulmuş hindi ve tavuk ürününü *L. monocytogenes* bulaşma şüphesi nedeniyle geri çağırdığı ve ürünlerin 5 ayda toplanabildiği ifade edilmektedir (Food Safety Authority of Ireland, 2005). Son 15 yılda sadece Avustralya'da 40'ın üzerinde *L. monocytogenes* kaynaklı geri çağırma olduğu ve 2005 yılında Güney Avustralya'da bulunan küçük bir şirketin geri çağırma maliyetinin yaklaşık 2 milyon dolar olduğu bildirilmiştir (Meat and Livestock Australia, 2006).

Çizelge 1. Farklı gıdalarda raporlanan listeriosis salgınları

Yıl	Bölge	Gıda	Vaka Sayısı	Ölüm Sayısı	Referans
1985	ABD	Meksika peyniri	142	48	(Meat and Livestock Australia, 2006)
1987	İsviçre	Vacherin Mont d'Or peyniri	122	34	(Melo vd., 2015)
1988	İngiltere	Pâté (Etlı hamur işi)	355	94	(Meat and Livestock Australia, 2006)
1990	Danimarka	Küflü peynir	26	7	(Melo vd., 2015)
1992	Fransa	Jöleli domuz dili	279	85	(Meat and Livestock Australia, 2006)
1998-1999	ABD	Sosisli sandviç ve şarküteri etleri	101	21	(Meat and Livestock Australia, 2006)
2006	Almanya	Yumuşak peynir	189	26	(Melo vd., 2015)
2007	Norveç	Camembert peyniri	17	3	(Melo vd., 2015)
2008	Kanada	Peynir	92	NA*	(Melo vd., 2015)
2009	Avusturya	Lor peyniri	34	8	(Melo vd., 2015)
2011	ABD	Cantaloupe (Kavun türü)	147	33	(Khan vd., 2016)
2012	ABD	Ricotta peyniri	22	4	(Melo vd., 2015)
2012	İspanya	Taze peynir	2	-	(Leong vd., 2016)
2013-2014	Danimarka	Baharatlı kuzu rulo, domuz eti, sosis, karaciğer pâté ve diğer et ürünleri	41	17	(Leong vd., 2016)
2014	ABD	Karamelli elma	32	1	(Zhu vd., 2017)
2015	ABD	Dondurma	10	3	(Leong vd., 2016)
2016	ABD	Paketlenmiş salata	19	1	(Zhu vd., 2017)

*NA; Belirlenemedi

L. monocytogenes'in gıda işleme tesislerine bulaşma, hayatta kalma ve çoğalmasını etkileyen faktörleri bilmek, etkili kontrol stratejileri belirlemek için önemlidir. *Listeria* cinsine ait 17 tür olduğu ve *L. monocytogenes*'in dünya çapında özellikle 3 serotipinin (4b, 1/2a ve 1/2b) insanlarda hastalık oluşturma oranının daha yüksek olduğu belirtilmiştir. (Weller vd., 2015; Ciccio vd., 2012).

Gram pozitif, fakültatif anaerobik, spor oluşturmayan, 13 serotipe sahip *L. monocytogenes* düşük sıcaklıklarda gelişebilmekte ve birçok mikroorganizmanın inhibe olabileceği tuz ve asit konsantrasyonuna karşı direnç göstermektedir (Çizelge 2) (Luo vd., 2017; Rodrigues vd., 2017; Hamedi vd., 2014).

Çizelge 2. *L. monocytogenes* gelişme ve hayatta kalma koşulları (Sadekuzzaman vd., 2017; Melo vd., 2015; Välimaa vd., 2015; World Health Organization States, 2004)

Parametre	Minimum	Maksimum	Optimum	Hayatta kalabilir ancak gelişemez
Sıcaklık (°C)	-1.5 - 3	45	30-37	-18
pH (pH)	4.2-4.3	9.4-9.5	7.0	3.3-4.2
Su aktivitesi (a _w)	0.90-0.93	>0.99	0.97	<0.90
Tuz (%)	<0.5	12-16	NA*	≥20

*NA; Belirlenemedi

Mikroorganizmaların gıdalarda gelişmesi ve hayatta kalması, ortamın iç ve dış faktörleri ile işleme tekniklerine bağlıdır. Termizasyon, pastörizasyon ve sterilizasyon gibi ısı işlemler *L. monocytogenes* gibi birçok patojenin ölmesini sağlar (Luksiene ve Paskeviciute, 2011). Ancak uygulama sonrası gıdaya uygulanacak ısı işlemler, *L. monocytogenes*'in tekrar bulaşmasına neden olur. Tüketime hazır gıdalar, tüketici tarafından ısı işlem ya da özel bir hazırlık gerektirmeyen gıdalardır (Rodrigues vd., 2017). Bu sebeple *L. monocytogenes* ile kontamine gıdaların tüketilmesi sonucu meydana gelen listeriosis en fazla görüldüğü gıdalar, tüketime hazır gıdalardır.

Bakteriyel kalıcılık, genetik olarak ayırt edilemeyen aynı ortamdan izole edilmiş suşların uzun süre varlığı olarak ifade edilir (Nowak vd., 2017). *L. monocytogenes*'in kalıcılık özelliği üzerine yapılan çalışmalar peynir üretimi, et işleme, kümes hayvanları gibi birçok işletmede yıllarca yaşayabildiğini göstermektedir (Buchanan vd., 2017). Geniş sıcaklık aralığında gelişebilme, aside ve kurumaya karşı dayanıklı olma, sanitasyon ajanlarına direnç gösterme ve biyofilm oluşturabilme özelliği sayesinde, diğer mikroorganizmalara karşı rekabeti kazanarak gelişmekte ve işletmede kalıcı olabilmektedir (Leong vd., 2016). Biyofilm, biyotik veya abiyotik

bir yüzeye yapışmış ve mikroorganizmanın kendisi tarafından üretilen hücre dışı polimerik maddeler (EPS) içine gömülü mikroorganizmaların baskın bir yaşam biçimi olarak tanımlanmaktadır (Sadekuzzaman vd., 2017). Mikrobiyel biyofilmlerin temizleme ajanlarına ve sanitasyona karşı daha dirençli olduğu bilinmektedir (Nowak vd., 2017). Bu nedenle biyofilm oluşturma ile bakteriyel kalıcılık arasında bir ilişki olduğu düşünülmektedir (Buchanan vd., 2017; Leong vd., 2016; Schöbitz vd., 2014). Mikroorganizmalarda flagella, biyofilm oluşumunun ilk aşaması için gerekli olan yüzeye tutunmada önemli rol oynamaktadır. Ancak *L. monocytogenes* suşlarının çoğunun 30°C üzerindeki sıcaklıklarda flagella oluşturmadığı ve buna rağmen biyofilm oluşturabildiği gerçeği, başka mekanizmaların biyofilm oluşturmada etkili olduğunu göstermektedir (Luo vd., 2017). *L. monocytogenes*'in zayıftan orta kuvvete kadar biyofilm oluşturabildiği, bazı suşların abiyotik yüzeylere çok sıkı tutunduğu ve bunun yüzey özelliğine bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir (Fernanda vd., 2017). *L. monocytogenes*'in paslanmaz yüzeylerde biyofilm oluşturabilmesi nedeniyle (Luo vd., 2017), kontaminasyona neden olabilmekte ve bu durum gıdaya temas eden veya etmeyen tüm yüzeylerin kontrol altında tutulması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

L. monocytogenes'i gıda işleme tesislerinden her yerde rastlanabilmesi, proses alanında bulaşabilmesi için pek çok olası yolun olması ve kalıcılık özelliği nedeniyle, tamamen yok etmenin neredeyse imkansız olduğu sonucuna varılmıştır (Buchanan vd., 2017; Lee vd., 2017). Bu nedenle ekipman ve çevrenin yeterli hijyene sahip olması, etkili temizlik ve sanitasyon prosedürlerinin varlığı, personel uygulamaları, gıda işleme alanına personel ve ürün-malzeme girişlerinin bölgesel olarak kısıtlanması gibi önlemler ile gıdalara bulaşması engellenebilir. Bu derleme ile *L. monocytogenes* kontaminasyon kaynaklarının belirlenmesi, kontaminasyonu azaltmak için alınacak önlemler, pozitif sonuç sonrası uygulamaların araştırıldığı çalışmaların irdelenmesi amaçlanmış ve sürekli kontrol-doğrulama için çevresel patojen izleme programının önemi vurgulanmıştır.

OLASI KONTAMİNASYON KAYNAKLARI

L. monocytogenes bulaşmasını en aza indirmek ya da kontrol altına almak için kontaminasyon kaynaklarının bilinmesi önemlidir. Ham madde, çevre-ekipman ve personel başlıca kaynaklar olarak belirlenmiştir (Hicks vd., 2004). Tarladan sofraya kadar gıda zincirinin tüm basamaklarında *L. monocytogenes*'in bulaşması olasıdır. Et, kümes hayvanları, bazı meyve ve sebzeler, deniz ürünleri ve çiğ süt gibi ham maddeler *L. monocytogenes*'i işletme içerisine taşır (Lakicevic vd., 2015). Bu nedenle farklı gıda sektörlerinde *L. monocytogenes* bulunma olasılığı farklı olabilmektedir. Üç yıl boyunca 16 süt, 18 et, 15 deniz ürünleri ve 5 sebze işletmesinin gönüllü katılımıyla *L. monocytogenes* varlığının araştırıldığı çalışmada, 54 gıda

işletmesinden sadece 10 işletmede (1 adet süt, 3 et, 6 deniz ürünleri) *L. monocytogenes*'in olmadığı belirtilmiştir. Aynı çalışmada farklı sektörler arasında *L. monocytogenes* pozitif test oranının anlamlı olarak farklı olduğu, *L. monocytogenes*'in en az deniz ürünleri işletmelerinde (%1.7) görüldüğü ve bunu süt (%3.7), et (%4.3) ve sebze işletmelerinin (%9.5) takip ettiği tespit edilmiştir (Leong vd., 2017). Sektörel farklılığın yanı sıra, işletme ortamının ve ekipmanların fiziksel durumu mikroorganizmaların gelişimini doğrudan etkilemektedir. İşletme ortamı kuru olduğunda *L. monocytogenes* gelişimi sınırlanmaktadır. İşleme proseslerinin sonrasında temizlikte kullanılan su, özellikle yüksek basınç hortumları, patojenlerin aerosollar yoluyla işletmeye yoğun bir şekilde yayılmasına olanak sağlar. *L. monocytogenes* işletmeye kontamine olduktan sonra çoğalabileceği nemli ve girintilerin olduğu noktaları tercih eder. Eğer gıda işleme çevresinde temizlik ve sanitasyon prosedürleri iyi tasarlanmamış veya yeterince uygulanmıyorsa, standart sanitasyon uygulaması ile giderilemeyen biyofilm oluşumu görülür. Bu noktalar gıda işleme sürecinde, önemli kontaminasyon kaynağını oluşturur (Lakicevic vd., 2015). Dilimleyiciler, gıda taşıma arabalarının tekerlekleri, gıda hazırlama sehpalarındaki çatlaklar, soğutma odalarındaki soğutma fanları gibi temizlenmesi zor ekipmanlar, *L. monocytogenes* gelişimi için mükemmel bir ortam yaratır. Tüm bu yüzeyler ile doğrudan ya da dolaylı olarak temasta olan gıda, bakteri ile kontamine olur (Çizelge 3) (Cutter vd., 2006).

Çizelge 3. Gıda işleme tesislerindeki bulaşma kaynakları

Doğrudan	Dolaylı
Konveyörler	Giderler
Konteynırlar	Zemin
El aletleri	Duvarlar
Dilimleme, parçalama, kesme makineleri	Taşıma araçları (forklift)
Personel kıyafetleri	Hava, buhar
Eldivenler	Su
Doldurma ve paketleme makineleri	Bakım ekipmanları
Salamura ve diğer solüsyonlar	Temizlik ekipmanları (fırça, bez, kova)

KONTAMİNASYON RİSKİNİ AZALTMAK İÇİN YAPILACAK UYGULAMALAR

Gıda ve Tarım Örgütü (FDA) ve Gıda Güvenliği ve Denetleme Servisi (FSIS) 2003 yılında yayınladıkları risk değerlendirmesinin ardından, *Listeria* kontrolüne dayanan düzenlemelere öncülük etmekte ve alınacak tedbirleri anlatan kılavuzlar yayınlamaktadır. Ayrıca gıda endüstrisi de, tüketime hazır gıda ürünlerinin formülasyonunda antimikrobiyel ajanların ve inhibitörlerin kullanımının artması, sanitasyon ve çevresel izleme programlarının iyileştirilmesi de dahil olmak üzere, gıda üretim ve işleme biçiminde önerilen değişiklikler konusunda rehberlik etmektedir (Luchansky vd., 2017). Etkili bir *L. monocytogenes* kontrolü için, detaylı olarak tanımlanmış iş akışı, etkili temizlik prosedürlerinin varlığı, girdilerin mikrobiyolojik kontrolü, personel eğitimleri, üretim alanlarının yerleşimi, hijyenik ekipman tasarımı, işletme ortamının hava ve nem kontrolü, atık yönetimi ve düzenli uygulanan bir çevresel patojen izleme programı önerilmektedir (Fox vd., 2015; Tompkin, 2002).

Ham Madde ve Yardımcı Malzemelerin Kontrolü

L. monocytogenes sıklıkla hayvansal ya da hayvan kökenli ham maddelerde ve çiğ sebzelerde bulunur (Leong vd., 2016). Bunların yanı sıra katkılar, paketlenme materyalleri ve kimyasallar gibi gıda işleme alanlarına giren her ham madde ve diğer yardımcı malzemeler *L. monocytogenes* kontaminasyonunun potansiyel kaynaklarıdır. Bu doğrultuda, gelen ürünlerin ambalajlarının gıda işleme alanları dışında çıkartılarak, ambalajdan gelebilecek kontaminasyonu engellemek mümkündür. Alınacak başka bir önlem ise ham madde ve diğer girdi malzemelerinin tedarikçi firmaları denetlenerek, *Listeria* spp. için gıda güvenliği programlarının teşvik edilmesi, bu sayede bilincin artırılmasını sağlamaktır. Gelen ham madde ve üretime yardımcı diğer malzemelerin periyodik olarak *L. monocytogenes* analizlerinin yapılması ve satın alma sürecinde kriter olarak değerlendirilmesi, işletme içerisine *L. monocytogenes* taşınmasını önemli ölçüde azaltacak bir uygulamadır (NSW Government, 2016).

İşletme Konumu, Tasarımı ve Yapısı

L. monocytogenes' in (ve diğer patojenlerin) kontrolünde, *L. monocytogenes'* in gelişmesini, çapraz kontaminasyon ve tekrar bulaşma risklerini en aza indirmek için bir işletmenin konumu, tasarımı, yapımı ve düzeni önemlidir. Zayıf tasarım, bina ve ekipman düzeni, tesislerin etkin şekilde temizlenmesine yönelik çabaları engelleyecektir. Öncelikle işletmelerin haşere girişini önleyen sınırlarla çevrili olması sağlanmalıdır. İşletme çevresinde uygun drenaj için eğim verilmeli ve işletme çevresi ışıklandırılmaları böcek, sinek ve kemiricileri engelleyecek şekilde konumlandırılmalıdır. Gıda işlemenin yapıldığı tüm alanlar yeterli temizliğe elverişli ve minimum nem birikimi olacak şekilde tasarlanmalıdır. Üretim yapılan bir işletmede bakım, onarım ya da inşaat çalışmaları sırasında, üretim alanı bu ortamlardan etkin bir şekilde izole edilmelidir. Yapım, bakım ve onarım esnasında izleme programları sıklığı ve örneklem sayısı artırılmalıdır (Food Safety Authority of Ireland, 2005). Gıda işleme tesislerinde yüzeylerde kondens oluşumunu en aza indirmek için doğru havalandırma sistemleri kullanılmalıdır. Aksi takdirde ürün içerisine düşen damla ve aerosoller *L. monocytogenes* kaynağı olabilir (Codex Alimentarius Comission, 2007).

Ekipman Dizaynı ve Bakımı

Ekipmanların hijyenik tasarımı, en önemli patojen kontrol prensiplerinden biridir. Bir gıda işleme firmasında çalışan personellerin katıldığı bir ankette, zayıf hijyenik tasarım nedeniyle paketlenme makineleri, konveyörler ve dilimleyicilerin en sorunlu bölgeler oldukları raporlanmıştır (Schäfer vd., 2017). Temizlenmesi zor yüzeyler ve kör noktalar sanitasyon döngüsü sonunda temizlenemez ve bu yüzeyler mikroorganizmalar için uygun bir barınak haline gelir. Temizlenebilirliği daha iyi değerlendirmek ve iyileştirmeleri belirlemek için, sanitasyon süreci boyunca gözlem yapılması ve mikrobiyolojik analizlerle sonuçların değerlendirilmesi olası noktaların elimine edilmesini sağlar (Innovation Center for U.S. Dairy, 2015). Özellikle gıdaya temas eden ekipman yüzeylerinin pürüzsüz olması temizliğin etkinliğini artırır (NSW Government, 2016). Ekipman yerleşiminin yere ve giderlere çok yakın konumlandırılması, yer temizliği sırasında

drenaj sistemlerindeki sıvı seviyesinin artmasıyla birlikte kontaminasyona neden olmakta ve *L. monocytogenes* kontrolünü zorlaştırmaktadır (Tompkin, 2002). Ekipmanlardaki çatlaklar, uygun olmayan kaynak işleri, aşınmış contalar temizlik ve dezenfeksiyon sonrasında organik madde barındırmakta ve bu nedenle periyodik makine bakımları ile olası *L. monocytogenes* yaşama alanları yok edilebilmektedir (Codex Alimentarius Commission, 2007).

Bölgesel Ayrımın Yapılması

İşletmenin hijyenik bölgelere ayrılması, çapraz bulaşmanın önlenmesinde hayati bir gerekliliktir. Düşük ve yüksek riske sahip bölgelerin fiziksel ayrımı ile *L. monocytogenes*'in taşınması engellenebilmektedir. Bu bölgelere göre personel, malzeme, ekipman ve ürün akışını yönetmek, çapraz kontaminasyon potansiyelini önemli ölçüde azaltır (Fox vd., 2015; Innovation Center for U.S. Dairy, 2015). Çiğ ve hazır bitmiş ürünler, üretim alanları ve depolarda fiziksel olarak ayrılmalıdır. Bitmiş ürünün imalatı ile ilgili gıda ekipmanlarının yıkama alanları, bitmiş ürün işleme alanından ayrı bir yerde bulunmalıdır. Su varlığı *L. monocytogenes*'in gelişimini ve yayılmasını arttırdığından, hazır ürünlerin çevreye maruz bırakıldığı odalar mümkün olduğu kadar kuru kalacak şekilde tasarlanmalıdır. Kap, palet, araba, forklift ve mobil raflar çapraz bulaşmayı en aza indirmek için çiğ ürünün bulunduğu bölgede ve bitmiş ürün alanlarında sabit olarak kullanılmalı, yüksek riskli alandan düşük riskli alana geçiş engellenmelidir. Bunun pratik olmadığı durumlarda, bitmiş ürün alanına girmeden önce temizlenmeli ve dezenfekte edilmelidirler. Çiğ ürünlerin bulunduğu bölgede kullanılan temizleme ekipmanları ile hazır ürünlerin bulunduğu bölgedeki temizleme ekipmanları ayrılmış olmalı ve renk veya tanımlamalar ile kolaylıkla ayırt edilebilmelidir (Codex Alimentarius Commission, 2007).

Temizlik ve Sanitasyon Programları

İşletmedeki tüm ekipmanları ve yüzeyleri kapsayacak temizlik ve sanitasyon programları hazırlanmalıdır. Bu prosedürler, kullanılacak kimyasalların adları ve türlerini, işlemin nasıl ve kim tarafından yapılacağını, temizliğin sıklığını

içermelidir (Schäfer vd., 2017). Kimyasallar, tavsiye edilen konsantrasyon, süre ve sıcaklıkta uygulanmalıdır. Genel olarak, dezenfektanlar etkisiz bir temizleme prosedürünün ardından bir yüzeyde kalan biyofilm matrisine nüfuz edemez ve bu nedenle yaşayan hücrelerin tamamı işletmeden arındırılamaz. Temizlik, gıda işleme ekipmanlarının *L. monocytogenes* istilasına karşı korumada ilk adımdır ve büyük önem taşımaktadır. Temizleme işlemi, yüzeye bağlı mikroorganizmaların %90'ını ortamdan uzaklaştırır ancak onları öldürmek için yeterli bir uygulama değildir. Bu nedenle temizleme sonrası dezenfeksiyon uygulanması önerilmektedir (Simoes, 2010).

Personel Hijyeni ve Eğitimi

Sağlıklı yetişkinlerin %1-10'unun *L. monocytogenes* taşıyıcısı olduğu belirtilmiştir. Uygun olmayan el yıkama veya kirli iş elbiseleri gibi personel uygulamaları, gıda ve ekipmanın *L. monocytogenes* ile çapraz bulaşmasına neden olabilir (Lakicevic ve Nastasijevic, 2017; Strydom vd., 2016). Gıda işlemede çalışan personelin yanı sıra yardımcı işletme çalışanları ve bakım personellerinin de aynı bilince sahip olmaları gerekmektedir. Aarnisolo ve ark. (2006) bakım personelinin işlerinin doğası gereği gıda işleme çevresi için potansiyel kontaminasyon kaynağı olduklarını ve yeterli hijyen eğitimleri almadıklarını belirtmişlerdir. Etkili bir *L. monocytogenes* kontrol programı için, her bir çalışanın program içindeki rolünü iyi anlaması gerekir. Çalışanların iş birliği yapmadığı veya neler yapması beklendiğini anlamadıkları bir ortamda kontrol stratejileri belirlenmiş olsa da uygulanma başarısı beklenmemelidir. Personel eğitimi, işletmede çalışan tüm personeli kapsayan *L. monocytogenes*'in öneminin anlatıldığı temel eğitimden başlamalıdır. Bitmiş ürün ortamında çalışan personel için ise çapraz kontaminasyonun nasıl önleneceğini anladıkları eğitim verilmelidir. Ayrıca temizlik ve sanitasyon faaliyetlerini birebir yürüten personelin *Listeria* kontaminasyonunu azaltmak ya da ortadan kaldırmak için dikkat etmeleri gerekenleri anlatan bir eğitim mücadele için faydalı olacaktır (Hicks vd., 2004).

Sıcaklık ve Nem Kontrolü

Çevre sıcaklığı hem gıda güvenliği hem de çalışan sağlığı ve güvenliği için önemlidir. Bu nedenle uygulamalar, çalışan rahatlığı ve gıda güvenliği ile bağlantılı olarak yapılmalıdır. Özellikle yüksek riskli bölgeler olarak adlandırılan işleme, hazırlama ve paketlemenin yapıldığı ortamlarda ideal sıcaklık olarak 10°C önerilmektedir. Bu sıcaklığın *L. monocytogenes* gelişimine izin verdiği ancak gelişimi geciktirdiği tespit edilmiştir. Ayrıca 10°C'den daha düşük sıcaklıklarda çalışan sağlığı riske gireceğinden, bazı tedbirler alınması gerekmektedir (Food Safety Authority of Ireland, 2005). Sıcaklık (4°C, 10°C ve 21°C) ve nem oranının (%11, %50 ve %85) *L. monocytogenes* üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, düşük sıcaklık ve %50 nem içeriğine sahip ortamlarda bakteri gelişiminin arttığı ancak düşük nem içeriğinde (%11) tüm sıcaklıklarda *L. monocytogenes* sayısının azaldığı belirtilmiş, işletmelerin nem kontrolüne yeteri kadar önem vermediği ifade edilmiştir (Redfern ve Verran, 2017).

Hava ve Su Kalitesinin Kontrolü

İşletmede hava; kurutma, karıştırma, paketleme, taşıma, temizlik ve makinenin çalışması için gerekli olan sistemlerde kullanılmaktadır. Doğrudan gıdaya temas edecek havanın filtrelerden geçirilerek verilmesi ve yüksek riskli alanlar olarak belirtilen bitmiş ürün alanlarında pozitif basınçlı ortam yaratılması önerilmektedir (Food Safety Authority of Ireland, 2005). Mekanik aksamalarda kullanılan basınçlı hava *L. monocytogenes* kontaminasyon kaynağı olarak tanımlanmıştır. Bu nedenle basınçlı havanın kullanımı sınırlandırılmalı ve havanın mikrobiyolojik gelişmeyi en aza indirecek kurulukta olması gerekmektedir (Tompkin, 2002). Ürün proseslerinde girdi olarak ve gıdaların hazırlanmasında kullanılan su içilebilir nitelikte olmalıdır. Tesisin içine girecek suyun içilebilir kalitede olmadığı durumlarda, kullanımdan önce suya uygun işlemler uygulanmalıdır (Food Safety Authority of Ireland, 2005).

Kontrolün Doğrulanması

L. monocytogenes saprofit yaşam biçimi nedeniyle gıda işleme çevresinde oldukça fazla bulunmaktadır. İşletmede hijyen bariyer uygulamaları

aşıldığında *L. monocytogenes* kontaminasyonu tetiklenebilir (Muhterem-Uyar vd., 2015). Etkili Patojen Çevre İzleme (PEM) programları, *Listeria* kontrol programlarının ve stratejilerinin etkinliğini izlemeye, tesis tasarımının ve altyapının ürünlerin güvenli bir şekilde üretimini ve taşınmasını destekleyip desteklemediğini belirlemeye yardımcı olur. Genel izleme sağlamanın yanı sıra etkili PEM programları tesislerdeki belirli sorunlu bölgelerin belirlenmesini sağlar (Simmons ve Wiedmann, 2017). Çevresel patojen izleme programının, kontrolü değerlendirmede özellikle de bir proses kontrol bakışı ile yaklaşıldığında, daha iyi ve daha uygun maliyetli bir ölçüt olduğuna karar verilmiştir. İdeal olarak, veriler olası bir kontrol kaybını belirten eğilimleri saptamak ve zamanında düzeltici eylemler gerçekleştirmek için kullanılır (Fox vd., 2015). Bazı kılavuzlar ve literatür çalışmaları, gıdaya temas eden ve etmeyen tüm ekipman ve alanlar için örnekleme bölgelerinin oluşturulmasını önermektedirler. Genellikle, çevresel örnekleme alanları dört bölge; (i) gıdaya temas eden yüzeyler, (ii) gıdaya temas etmeyen ancak gıdaya temas eden yüzeylere yakın yüzeyler, (iii) işlenmiş ürün alanında bulunan ancak gıda veya gıda ile temas eden yüzeylerin yakınında olmayan yüzeyler, (iv) işlenmiş ürünün maruz kaldığı alanın dışındaki yüzeyler olarak sınıflandırılmaktadır (Simmons ve Wiedmann, 2017).

Bir örnekleme programının nihai hedefi, ürün temas yüzeyi örneklerinin hepsinin olumsuz (*Listeria* negatif) sonuçlar vermesi için çevreyi kontrol etmektir. Eğer *Listeria* pozitif bir sonuç alınırsa düzeltici önlem alınmalıdır. Etkili bir kontrol programı ile tespit edilen pozitif sonuçlar "başarı" olarak değerlendirilmelidir, çünkü izleme programının etkili olduğunu, sorunun düzeltilebileceğini ve tüketicinin korunmasının sağlanabileceğini gösterir. Bu aşamada üretim alanı ve ekipman düzenini gösteren basit bir harita, pozitif sonuçların işaretlenerek bulaşma kaynağının tespit edilmesinde yararlı olmaktadır. Önleyici faaliyet olarak pozitif numunenin kaynağı olan ekipman sökülmesi, temizlenmesi ve sanite edilmelidir (Muhterem-Uyar vd., 2015, Tompkin, 2002).

LISTERIA MONOCYTOGENES İLE MÜCADELEDE YENİ YAKLAŞIMLAR

Gıda kaynaklı hastalıklara neden olan *Listeria*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Campylobacter* gibi önde gelen patojenler biyofilm oluşturabilme yeteneğine sahiptir ve gıda endüstrisinde önemli bir güvenlik sorunu teşkil eder. Biyofilm oluşumunu önlemede, doğal maddeler, çekirdek algılama inhibisyonu, ultrason, UV-C radyasyon, soğuk oksijen plazması, bakterisidal kaplama ve bakteriyofajlar gibi sayısız fiziksel, kimyasal ve biyolojik strateji önerilmiştir. Ancak bu yöntemlerin etkinliği sınırlı olmakla birlikte, tekniklerden çoğu maliyet ve uygulama zorluğu açısından endüstriye uygun değildir. Yine de bu yöntemler arasında bakteriyofaj uygulaması gıda ve temas eden yüzeylerde biyofilm oluşumunu yok etmede en etkili yöntemler arasında değerlendirilmektedir (Sadekuzzaman vd., 2017; Hong vd., 2015). Fermente ürünler üretiminde bakteriyofajlar risk olarak görülse de, bakteriyofaj preparatları FDA tarafından GRAS (Generally Recognized As Safe) statüsünde değerlendirilmektedir (Hagens ve Loessner, 2010). Bakteriyofaj tekniği farklı depolama koşullarında da etkilidir ve gıdanın aromasını ve besleyici değerlerini değiştirmemektedir. Ticari bakteriyofaj preparatları (ListShield™, Salmo Fresh™, EcoShield™, Listex™) Amerika, Kanada, Avustralya'da işletme çevresinin ve ekipmanların patojenden arındırılması amacıyla kullanılmaktadır (Yang vd., 2017). Sadekuzzaman ve ark. (2017) tarafından 1.0×10^8 PFU/mL ListShield™'in marul, paslanmaz çelik ve kauçuk malzemelerdeki etkinliğinin değerlendirildiği çalışmada, 2 saat sonunda tüm yüzeylerde inaktivasyonun kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirtilmiştir. Bir başka çalışmada, ListShield™ ve Listex™ P100 bakteriyofaj preparatlarının kurutulmuş jambon ve paslanmaz çelik yüzeylerdeki biyofilm lizasındaki etkinlikleri değerlendirilmiş ve ListShield™'nin incelenen *L. monocytogenes* suşlarının %100'ünün lizasında etkili iken, Listex™ P100'ün sadece %64'ünde etkili olduğu tespit edilmiştir (Gutiérrez vd., 2017).

Diğer bir biyokontrol stratejisi ise enzim temeline dayanan kimyasalların kullanımınıdır. Biyolojik esaslı temizleyici ya da yeşil kimyasallar olarak

adlandırılan proteolitik ve glikolitik enzimler, biyofilm oluşumunun giderilmesinde alternatif olarak görülmektedir. Özellikle bazı enzimler ile diğer uygulamaların birlikte kullanımının sinerjik etkiye sahip olduğu raporlanmıştır (Simoës, 2010). *L. monocytogenes*'in oluşturduğu biyofilme DNaz I ve proteinaz K'nın etkisinin araştırıldığı çalışmada, proteinaz K'nın DNaz I enzimine kıyasla daha etkili bir ajan olduğu ve potansiyel bir inhibitör olarak kullanılabileceği vurgulanmıştır (Nguyen ve Burrows, 2014).

Gıda patojenleri üzerine antimikrobiyel maddelerin etkili olduğu birçok çalışmada ortaya konmuştur (Lourenço vd., 2017; Oloketuyi ve Khan, 2017; Abdollahzadeh vd., 2014; Ivana vd., 2014; Stasiewicz vd., 2011). Monolaurin, laktik asit (%60), sodyum laktat (%55,7), sodyum diasetat (%4), nisin, kaprılık asidin, queso fresco (Meksika peyniri) üzerinde *L. monocytogenes* gelişiminin incelendiği çalışmada, nisin ve kaprılık asit uygulamasının en etkili yöntem olduğu, uygulamanın yapıldığı ürünlerde tüketicilerin aromada farklılık algıladıkları ancak duyuşal olarak kabul edilebilir olarak puanladıkları belirtilmiştir (Lourenço vd., 2017). Saini ve ark. (2013) laurik asidin türevi olan laurik arjantin paslanmaz çelik yüzeylerde *L. monocytogenes* gelişimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Uygulama süresi ve konsantrasyonun etkisinin de incelendiği çalışmada, 100 ve 200 ppm laurik arjantin 5 dakika uygulamasının kontrol grubu ile benzer sayıda bakteri içerdiği, ancak 15 dakika uygulamanın kontrol grubu ile farklı olduğu tespit edilmiştir.

L. monocytogenes'in biyofilm oluşturmasını önlemek ve patojenleri ortadan kaldırmak için yeni bir yaklaşım olarak, laktik asit bakterilerinin metabolitleri olan nisin, laurisin, reuterin, pediosin, diversin, piskikolin, enterosin gibi bakteriyosinlerin birlikte ve bireysel kullanımı üzerine çalışmalar artmıştır (Aspri vd., 2017; Wu vd., 2017; Simoës, 2010). Marques ve ark. (2017) dilimlenmiş Prato peynirinde, *L. monocytogenes* kontrolünü hedefleyen, *Lactobacillus curvatus* P99 suşu tarafından üretilen bakteriyosin benzeri maddelerle biyobozunur bir filmin etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, farklı mikroorganizmalara ve *L. monocytogenes*'e karşı,

Lactobacillus curvatus P99 suşu hücresiz süpernatantının (cell-free supernatant) etki spektrumu, minimum inhibisyon (MIC) ve bakterisidal (MBC) konsantrasyonları belirlenmiştir. P99-CFS'nin minimal bakterisidal konsantrasyonunu içeren filmin, "Prato" peyniri dilimlerinde *L. monocytogenes* Scott A'nın kontrolünde etkili olduğu ve 30 günlük aktivitenin devam ettiği belirtilmiştir.

Taze yiyeceklerde patojen inhibisyonu için, klorlu su, organik asitler, UV-C radyasyon ve ultrason gibi ısı olmayan uygulamalar önerilmektedir. Ancak tüketicinin kimyasal ajanlara karşı artan endişesi nedeniyle, doğal antimikrobiyel ajanlara ilgi artmıştır. Aspir tohumu ekstraktının taze marul üzerine aşılınmış *L. monocytogenes* inaktivasyonundaki etkisinin araştırıldığı çalışmada, *E. coli* O157:H7, *S. Typhimurium*, *L. monocytogenes*, ve *S. aureus* arasında en yüksek antimikrobiyel etkinin *L. monocytogenes* üzerinde olduğu belirtilmiş ve gıda endüstrisine *L. monocytogenes* ile mücadelede yeni antimikrobiyel ajan olarak önerilmiştir (Son vd., 2017). Sosis yüzeyinin kitosan matriksli fitokimyasallar ile kaplandığı çalışmada, et yüzeyinde hayatta kalmak için kritik olan *L. monocytogenes* genlerinin lipit oksidasyonunu ve ifadesini azalttığı belirlenmiş ve fitokimyasalların etkili bir proses sonrası antimikrobiyel kaplama olarak kullanılabilceği ifade edilmiştir (Upadhyay vd., 2015).

Ohmik ısıtma ve çeşitli uçucu yağ bileşenlerinin birlikte ve ayrı ayrı kullanımının bazı patojenler üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada, ohmik ısıtma + sitral'in *E. coli* O157:H7, *S. Typhimurium* ve *L. monocytogenes* inaktivasyonunda sinerjik etkisinin olduğu ancak ohmik ısıtma+ timolun *L. monocytogenes* üzerinde herhangi bir sinerjik etkinin bulunmadığı tespit edilmiştir (Kim ve Kang, 2017).

Amerika Birleşik Devletleri'nde 1997 yılında GRAS statüsü altında değerlendirilen ozon gazı, FDA tarafından 2001 yılında gıda ürünleriyle doğrudan temas için resmi olarak onaylanmıştır (Vaz-Velho vd., 2006). *L. monocytogenes* inoküle edilmiş çavdar tohumlarına 20 dakika süreyle $21.3 \pm 0.2 \mu\text{g}/\text{mL}$ konsantrasyona sahip sulandırılmış

ozonun 1.48 log KOB/g azalma sağladığı belirtilmiştir (Khan vd., 2016).

Yüksek basınç uygulaması gıdayı mikroorganizmalardan arındırmada etkili bir yöntem olarak görülmektedir. Lucore ve ark. (2000) dokuz dakikanın üzerinde 300, 500 ve 700 MPa yüksek basınç uygulamasının *L. monocytogenes* sayısını sırasıyla 1, >3 ve >5 log azalttığını tespit etmişlerdir. Tüketime hazır gıdalar için 2009 yılından itibaren ticari olarak yüksek basınç uygulaması kullanılmaya başlanmıştır (Khan vd., 2016).

Gıda işlemede ısı uygulamalar çoğu patojeni etkisiz hale getirmekle birlikte, ısı işlem her yüzey ve ambalaj için uygulanabilir olmadığından, iyonize radyasyon, ultraviyole, atmosfer basınçlı plazma gibi yöntemler geliştirilmiştir (Mikš-Krajnik vd., 2017). Bunlara ilave olarak, günümüzde yüzey sterilizasyonunda yeni ve umut verici bir yaklaşım olan fotosensitizasyon ile patojen inhibisyonu için çalışmalar devam etmektedir. Fotosensitizasyon ile hücre zarı bozulması, enzim inaktivasyonu veya DNA hasarına neden olan fotokimyasal reaksiyonlar indüklenir ve bu, mikroorganizmanın inaktivasyonu ile sonuçlanır. Luksiene ve ark. (2011), suda çözünebilir bir katkı maddesi olan (E140) N-klorofilin (Na-Chl)'in *L. monocytogenes* ATCL3C 7644 ve *B. cereus* ATCC 12826 üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bakterilerin 2 dakika 7.5×10^{-7} M konsantrasyon Na-klorofilin ile müdahalesi sonucunda, 7 log azalma tespit edilmiştir. Aynı çalışmada *L. monocytogenes*'in *B. cereus*'a göre fotosensitizasyona daha duyarlı olduğu belirtilmiştir.

SONUÇ

Gıda işlemede *L. monocytogenes* ile mücadelede farklı uygulamaların antilisterial potansiyelleri de farklı olmaktadır. Gıda ortamının kimyasal bileşimi, fiziksel durumu, gıda matriksi gibi değişkenler, seçilen yöntemin başarısını etkilemektedir. Bu nedenle yeni ve umut verici alternatif mücadele yöntemlerinin gerçek gıda sistemlerinde uzun bir süre denenmesi, üreticiden ve tüketiciden gelen olumsuz geri bildirimlerin değerlendirilmesi gibi uygulamaların bir gereklilik olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aarnisalo, K., Tallavaara, K., Wirtanen, G., Maijala, R., Raaska, L. (2006). The Hygienic Working Practices of Maintenance Personnel and Equipment Hygiene in the Finnish Food Industry. *Food Control*, 17: 1001-1011, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.07.006>
- Abdollahzadeh, E., Rezaei, M., Hosseini, H. (2014). Antibacterial Activity of Plant Essential Oils and Extracts : The Role of Thyme Essential Oil , Nisin and Their Combination to Control *Listeria monocytogenes* Inoculated in Minced Fish Meat. *Food Control*, 35(1): 177-183, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.07.004>.
- Aspri, M., Field, D., Cotter, P. D., Ross, P., Hill, C., Papademas, P. (2017). Application of Bacteriocin-producing *Enterococcus faecium* Isolated from Donkey Milk , in the Bio-control of *Listeria monocytogenes* in Fresh Whey Cheese. *Int Dairy J*, 73: 1-9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2017.04.008>.
- Buchanan, R. L., Gorris, L. G. M., Hayman, M. M., Jackson, T. C., Whiting, R. C. (2017). A Review of *Listeria monocytogenes*: An Update on Outbreaks, Virulence, Dose-response, Ecology and Risk Assessments. *Food Control*, 75: 1-13, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.12.016>.
- Ciccio, P. D., Meloni, D., Festino, A. R., Conter, M., Zanardi, E., Ghidini, S., Vergara, A., Mazzette, R., Ianieri, A. (2012). Longitudinal Study on the Sources of *Listeria monocytogenes* Contamination in Cold-smoked Salmon and its Processing Environment in Italy. *Int J Food Microbiol*, 158: 79-84, <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.06.016>.
- Codex Alimentarius Commission. (2007). Guidelines on the Application of General Principles of Food Hygiene to the Control of *Listeria monocytogenes* in Foods. Retrieved from http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10740/CXG_061e.pdf (Accessed 13 October 2017)
- Cutter, C., McElroy, D., Penn, S. (2006). Control of *Listeria monocytogenes* in Retail Establishments. USDA Food Safety and Inspection Service and the Association of Food and Drug Officials, Pennsylvania, Penn State, 4-19.
- Fernanda, B. dos R. T., Virgínia, F. A., Elaine, C. P. de M. (2017). Growth, Viability and Architecture of Biofilms of *Listeria monocytogenes* Formed on Abiotic Surfaces. *Braz J Microbiol*, 48(3): 587-591, <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjm.2017.01.004>.
- Food Safety Authority of Ireland. (2005). The Control and Management of *Listeria monocytogenes* Contamination of Food. Dublin. Retrieved from https://www.fsai.ie/resources_publications.html (Accessed 05 October 2017).
- Fox, E. M., Wall, P. G., Fanning, S. (2015). Control of *Listeria* Species Food Safety at a Poultry Food Production Facility. *Food Microbiol (Lond)*, 51: 81-86, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2015.05.002>.
- Gutiérrez, D., Rodríguez-Rubio, L., Fernández, L., Martínez, B., Rodríguez, A., García, P. (2017). Applicability of Commercial Phage-based Products against *Listeria monocytogenes* for Improvement of Food Safety in Spanish Dry-cured Ham and Food Contact Surfaces. *Food Control*, 73: 1474-1482. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.11.007>.
- Hagens, S., Loessner, M. J. (2010). Bacteriophage for Biocontrol of Foodborne Pathogens : Calculations and Considerations. *Curr Pharm Biotechnol*, 11(1): 58-68, <http://dx.doi.org/10.2174/138920110790725429>.
- Hamed, H., Razavi-Rohani, S. M., Gandomi, H. (2014). Combination Effect of Essential Oils of Some Herbs with Monolaurin on Growth and Survival of *Listeria monocytogenes* in Culture Media and Cheese. *J Food Process Preserv*, 38: 304-310, <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2012.00778.x>.
- Hammons, S. R., Oliver, H. F. (2014). *Listeria monocytogenes*, Listeriosis and Control Strategies : What the Retail Deli and Food Safety Manager Need to Know. In J. Farber, J. Crichton, & P. J. Snyder (Eds.), In Retail Food Safety (1st ed., pp. 43-58). New York: Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1550-7>.

- Hicks, D., Wiedmann, M., Scott, V. N., Collette, R., Jahncke, M. L., Gall, K. (2004). Minimizing *Listeria* Contamination in Smoked Seafood: Training Plant Personnel. *Food Prot Trends*, 24(12): 953-960.
- Hong, Y., Choi, S. T., Lee, B. H., Conway, W. S. (2015). Combining of Bacteriophage and *G. asaii* Application to Reduce *L. monocytogenes* on Honeydew Melon Pieces. *Food Technol*, 3: 115-122.
- Innovation Center for U.S. Dairy. (2015). Control of *Listeria monocytogenes*. <http://www.idfa.org/docs/default-source/resource-library/guidance-for-the-us-dairy-industry-10-19-15.pdf> (Accessed: 12 September 2017)
- Ivana, S., Purkatova, S., Kosova, M., Mihulova, M., Švirakova, E., Demnerova, K. (2014). Antilisterial Activity of Lactic Acid Bacteria against *Listeria monocytogenes* Strains Originating from Different Sources. *Czech J Food Sci*, 32(2): 145–151.
- Khan, I., Khan, J., Miskeen, S., Tango, C. N., Park, Y. S., Oh, D. H. (2016). Prevalence and Control of *Listeria monocytogenes* in the Food Industry – A Review. *Czech J Food Sci*, 34(6): 469-487, <https://doi.org/10.17221/21/2016-CJFS>.
- Kim, S., Kang, D. (2017). Combination Treatment of Ohmic Heating with Various Essential Oil Components for Inactivation of Food-borne Pathogens in Buffered Peptone Water and Salsa. *Food Control*, 80: 29-36, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.04.001>.
- Lakicevic, B., Nastasijevic, I. (2017). *Listeria monocytogenes* in Retail Establishments: Contamination Routes and Control Strategies *Listeria monocytogenes* in Retail Establishments: Contamination. *Food Rev Int*, 33(3): 247-269, <http://dx.doi.org/10.1080/87559129.2016.1175017>.
- Lakicevic, B., Nastasijevic, I., Raseta, M. (2015). Sources of *Listeria monocytogenes* Contamination in Retail Establishments. *Italian Oral Surgery*, 5(1): 160-163, <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.09.046>.
- Lee, S. H., Barancelli, G. V., de Camargo, T. M., Corassin, C. H., Rosim, R. E., da Cruz, A. G., Cappato, L. P., de Oliveira, C. A. F. (2017). Biofilm-producing Ability of *Listeria monocytogenes* Isolates from Brazilian Cheese Processing Plants. *Food Res Int*, 91: 88-91, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2016.11.039>.
- Leong, D., Alvarez-ordóñez, A., Jooste, P., Jordan, K. (2016). *Listeria monocytogenes* in Food: Control by Monitoring the Food Processing Environment. *Afr J Microbiol Res*, 10(1): 1-14, <https://doi.org/10.5897/AJMR2015.7832>.
- Leong, D., Nicaogáin, K., Luque-Sastre, L., Mcmanamon, O., Hunt, K., Alvarez-Ordóñez, A., Scollard, J., Schmalenberger, A., Fanning, S., O'Byrne, C., Jordan, K. (2017). A 3-year Multi-food Study of the Presence and Persistence of *Listeria monocytogenes* in 54 Small Food Businesses in Ireland. *Int J Food Microbiol*, 249: 18-26, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.02.015>.
- Lourenço, A., Kamnetz, M. B., Gadotti, C., Diez-Gonzalez, F. (2017). Antimicrobial Treatments to Control *Listeria monocytogenes* in Queso Fresco. *Food Microbiol (Lond)*, 64: 47-55, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2016.12.014>.
- Luchansky, J. B., Chen, Y., Porto-fett, A. C. S., Pouillot, R., Shoyer, B. A., Rycke, R. J. E., Eblen, D. R., Holezer, K., Shaw, W. K., Doren, J. M. V., Catlin, M., Lee, J., Tikekar, R., Gallagher, D., Lindsay, J. A., Dennis, S. (2017). Survey for *Listeria monocytogenes* in and on Ready-to-Eat Foods from Retail Establishments in the United States (2010 through 2013): Assessing Potential Changes of Pathogen Prevalence and Levels in a Decade, *J Food Prot*, 80(6): 903-921, <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-420>.
- Lucore, L. A., Shellhammer, T. H., Yousef, A.E. (2000). Inactivation of *Listeria monocytogenes* Scott A on Artificially Contaminated Frankfurters by High-Pressure Processing, *J Food Prot*, 63(5): 662-664.
- Luksiene, Z., Paskeviciute, E. (2011). Microbial Control of Food-related Surfaces: Na-Chlorophyllin-based Photosensitization. *J Photochem Photobiol B Biol*, 105: 69-74, <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2011.06.011>.

- Luo, L., Zhang, Z., Wang, H., Wang, P., Lan, R., Deng, J., Miao, Y., Wang, Y., Wang, Y., Xu, J., Zhang, L., Sun, S., Liu, X., Zhou, Y., Chen, X., Li, Q., Ye, C. (2017). A 12-month Longitudinal Study of *Listeria monocytogenes* Contamination and Persistence in Pork Retail Markets in China. *Food Control*, 76: 66-73, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.12.037>.
- Marques, J. L., Funck, G. D., Dannenberg, G. da S., Cruzen, C. E. dos S., Halal, S. L. M. El, Dias, A. R. G., Fiorentini, A. M., Silva, W. da P. (2017). Bacteriocin-like Substances of *Lactobacillus curvatus* P99: Characterization and Application in Biodegradable Films for Control of *Listeria monocytogenes* in Cheese. *Food Microbiol*, 63: 159-163, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2016.11.008>
- Meat and Livestock Australia. (2006). *Listeria monocytogenes* in Smallgoods: Risks and Controls. Meat and Livestock Australia Limited. Sydney. Retrieved from <https://www.mla.com.au/research-and-development/search-rd-reports/final-report-details/Product-Integrity/Listeria-monocytogenes-in-smallgoods-risks-and-controls/2328>, (Accessed 12 July 2017)
- Melo, J., Andrew, P. W., Faleiro, M. L. (2015). *Listeria monocytogenes* in Cheese and the Dairy Environment Remains a Food Safety Challenge: The Role of Stress Responses. *Food Res Int*, 67: 75-90, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.10.031>.
- Mikš-Krajnik, M., Feng, L. X. J., Bang W. S., 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, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.11.033>.
- Muhterem-Uyar, M., Dalmasso, M., Bolocan, A. S., Hernandez, M., Kapetanakou, A. E., Kuchta, T., Manios, S. G., Melero, B., Minarovicova, J., Nicolau, A. I., Rovira, J., Skandamis, N. P., Jordan, K., Rodriguez-Lazaro, D., Stessl, B., Wagner, M. (2015). Environmental Sampling for *Listeria monocytogenes* Control in Food Processing Facilities Reveals Three Contamination Scenarios. *Food Control*, 51: 94-107, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.10.042>.
- Nguyen, U. T., Burrows, L. L. (2014). DNase I and Proteinase K Impair *Listeria monocytogenes* Biofilm Formation and Induce Dispersal of Preexisting Biofilms. *Int J Food Microbiol*, 18: 26-32, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.06.025>
- Nowak, J., Cruz, C. D., Tempelaars, M., Abee, T., Vliet, A. H. M. Van, Fletcher, G. C., Hedderley, D., Palmer, J., Flint, S. (2017). Persistent *Listeria monocytogenes* Strains Isolated from Mussel Production Facilities form More Biofilm but are not Linked to Specific Genetic Markers. *Int J Food Microbiol*, 256: 45-53, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.05.024>
- NSW Government. (2016). Controlling *Listeria monocytogenes* in the Food Processing Environment. Newington.
- Oloketuyi, S. F., Khan, F. (2017). Inhibition Strategies of *Listeria monocytogenes* Biofilms Current Knowledge and Future Outlooks, *J Basic Microbiol*, 9999: 1-16, <https://doi.org/10.1002/jobm.201700071>.
- Redfern, J., Verran, J. (2017). Effect of Humidity and Temperature on the Survival of *Listeria monocytogenes* on Surfaces, *Lett Appl Microbiol*, 64: 276-282, <https://doi.org/10.1111/lam.12714>.
- Rodrigues, C. S., Cláudia, R., Cordeiro, C. V. G., Melo, C. B., (2017). An Overview of *Listeria monocytogenes* Contamination in Ready to Eat Meat, Dairy and Fishery Foods. *Cienc Rural*, 47(2): 1-8, <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160721>.
- Sadekuzzaman, M., Yang, S., Mizan, Md. F. R., Kim, H.-S., Ha, S.-D. (2017). Effectiveness of a Phage Cocktail as a Biocontrol Agent Against *L. monocytogenes* Biofilms. *Food Control*, 78: 256-263, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.10.056>.
- Saini, J. K., Barrios, M. A., Marsden, J. L., Getty, K. J. K., Fung, D. Y. C. (2013). Efficacy of Antimicrobial Lauric Arginate against *Listeria monocytogenes* on Stainless Steel Coupons. *Adv Microbiol*, 3(1): 65-68, <http://dx.doi.org/10.4236/aim.2013.31010>.

- Schäfer, D. F., Steffens, J., Barbosa, J., Zeni, J., Paroul, N., Valduga, E., Junges, A., Backes, G. T., Cansian, R. L. (2017). Monitoring of Contamination Sources of *Listeria monocytogenes* in a Poultry Slaughterhouse. *LWT - Food Sci Technol*, 86: 393-398, <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.024>.
- Schöbitz, R., González, C., Villarreal, K., Horzella, M., Nahuelquín, Y., Fuentes, R. (2014). A Biocontroller to Eliminate *Listeria monocytogenes* from the Food Processing Environment. *Food Control*, 36: 217-223, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.08.017>.
- Simmons, C. K., Wiedmann, M. (2017). Identification and Classification of Sampling Sites for Pathogen Environmental Monitoring Programs for *Listeria monocytogenes*: Results from an Expert Elicitation. *Food Microbiol (Lond)*, <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.07.005>.
- Simoes, M., Simoes, L. C., Vieira, M. J. (2010). A Review of Current and Emergent Biofilm Control Strategies. *LWT - Food Sci Technol*, 43: 573-583, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.12.008>.
- Son, H., Kang, J., Song, K. B. (2017). Antimicrobial Activity of Safflower Seed Meal Extract and its Application as an Antimicrobial Agent for the Inactivation of *Listeria monocytogenes* Inoculated on Fresh Lettuce. *LWT - Food Sci Technol*, 85: 52-57, <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2017.06.063>.
- Stasiewicz, M. J., Wiedmann, M., Bergholz, T. M. (2011). The Transcriptional Response of *Listeria monocytogenes* during Adaptation to Growth on Lactate and Diacetate Includes Synergistic Changes That Increase Fermentative Acetoin Production. *Appl Environ Microbiol*, 77(15): 5294-5306, <https://doi.org/10.1128/AEM.02976-10>.
- Strydom, A., Vorster, R., Gouws, P. A., Witthuhn, R. C. (2016). Successful Management of *Listeria* spp. in an Avocado Processing Facility. *Food Control*, 62: 208-215, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.10.043>.
- Tompkin, R. B. (2002). Control of *Listeria monocytogenes* in the Food-Processing Environment, *J Food Prot*, 65(4): 709-725.
- Upadhyay, A., Upadhyaya, I., Karumathil, D. P., Yin, H., Nair, M. S., Bhattaram, V., Chen, C., Flock, G., Mooyottu, S., Venkitanarayanan, K. (2015). Control of *Listeria monocytogenes* on Skinless Frankfurters by Coating with Phytochemicals. *LWT - Food Sci Technol*, 63: 37-42, <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.100>.
- Vaz-Velho, M., Silva, M., Pessoa, J., Gibbs, P. (2006). Inactivation by Ozone of *Listeria innocua* on Salmon-trout during Cold-smoke Processing, *Food Control*, 17: 609-616, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.03.007>.
- Välilä, A. L., Tilsala-Timisjärvi, A., Virtanen, E. (2015). Rapid Detection and Identification Methods for *Listeria monocytogenes* in the Food Chain- A Review. *Food Control*, 55: 103-114, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.02.037>.
- Weller, D., Andrus, A., Wiedmann, m., den Bakker, H. C. (2015). *Listeria booriae* sp. nov. and *Listeria newyorkensis* sp. nov., from Food Processing Environments in the USA. *Int J Syst Evol Microbiol*, 65(1): 286-292, <http://dx.doi.org/10.1099/ij.s.0.070839-0>.
- World Health Organization, States, F. and A. O. of the U. (2004). Risk Assessment of *Listeria monocytogenes* in Ready-to-eat Foods. Rome. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/010/y5394e/y5394e00.htm> (Accessed 02 August 2017).
- Wu, S., Yu, P. L., Flint, S. (2017). Persister Cell Formation of *Listeria monocytogenes* in Response to Natural Antimicrobial Agent Nisin. *Food Control*, 77: 243-250, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.02.011>.
- Yang, S., Sadekuzzaman, M., Ha, S.-D (2017). Treatment with Lauric Arginate Ethyl Ester and Commercial Bacteriophage, Alone or in Combination, Inhibits *Listeria monocytogenes* in Chicken Breast Tissue. *Food Control*, 78: 57-63, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.02.021>.
- Zhu, Q., Gooneratne, R., Hussain, M. A. (2017). *Listeria monocytogenes* in Fresh Produce: Outbreaks, Prevalence and Contamination Levels. *Foods*, 6(3): 1-11, <https://doi.org/10.3390/foods6030021>.