

EURL Lm DOCUMENTO DE ORIENTACIÓN TÉCNICA sobre el muestreo del área y equipos de procesamiento de alimentos para la detección de *Listeria monocytogenes*

Versión 4, 3 de octubre de 2023

Graziella MIDELET, Léna BARRE, Adrien ASSÉRE, Bertrand LOMBARD, Thomas BRAUGE, Laboratorio de Referencia de la UE para *Listeria monocytogenes*, Agencia Francesa de Seguridad y Salud Alimentaria, Ambiental y Ocupacional (ANSES, Laboratorio de Seguridad Alimentaria, Boulogne-sur-Mer y Maisons-Alfort, Francia.

En colaboración con un grupo de trabajo de representantes de los Laboratorios Nacionales de Referencia (LNRs) para *Listeria monocytogenes*, así como representantes de las Autoridades Competentes Nacionales (AC) y los procesadores de alimentos (PA):

APELLIDO	Nombre	Organización	Estado	País
ALMEIDA	Gonçalo	Instituto Nacional de InvestigaçãO Veterinária, I.P.	LNR	Portugal
ANDERSEN	Jens Kirk	Instituto Nacional de Alimentos, Universidad Técnica de Dinamarca	LNR	Dinamarca
BUBULIENÈ	Rūta	Servicio Estatal de Alimentación y Veterinaria	AC	Lituania
CENTOROTOLA	Gabriella	Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale"	LNR	Italia
CHIOVEANU	Robert	Autoridad Nacional de Seguridad Alimentaria Sanitaria y Veterinaria	AC	Rumanía
DE REU	Koen	Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek / Instituto de Investigación Agrícola, Pesquera y Alimentaria	AC	Bélgica
DWAN	Anne	Ejecutivo del Servicio de Salud del Sur	AC	Rep. de Irlanda
FREMAUX	Bastien	IFIP	PA	Francia
GUTJAHR	Ewald	Agencia Austriaca de Salud y Seguridad Alimentaria	LNR	Austria
HANIN	Aurelie	Actalia	PA	Francia
HICKEY	Bernadette	Laboratorio de Ciencias Lácteas Departamento de Agricultura Alimentación y Marina	LNR	Rep. de Irlanda
IN 'T VELD	Paul	Autoridad de seguridad alimentaria y de productos de consumo de los Países Bajos	AC	Países Bajos
JACUNSKAITE	Jolanta	Unidad Sanitaria Veterinaria del Estado Alimentario y Servicio veterinario	AC	Lituania
JANKULOSKI	Dean	Facultad de veterinaria-Skopje	LNR	Macedonia del Norte
KRAMARENKO	Toomas	Laboratorio Veterinario y Alimentario	LNR	Estonia
MAINER ALBIAC	Gabriel	Autoridad de seguridad alimentaria y de productos de consumo de los Países Bajos	AC	Países Bajos
POMILIO	Francesco	Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale"	LNR	Italia
URKE	Marika	Consejo de Veterinaria y Alimentación	AC	Estonia

Tabla de contenidos

Glosario	3
Prefacio	4
1. Introducción.....	5
1.1. Contexto y marco normativo	5
1.2. Persistencia de <i>Listeria monocytogenes</i> en plantas alimentarias.	7
2. Alcance.....	9
3 Elección de los lugares de muestreo.	9
4. Momento en el que se debe realizar el muestreo.	9
5. Área de muestreo.	10
6. Diluyentes para humedecer los dispositivos de muestreo por frotado.	11
6.1. Diluyentes simples.....	11
6.2. Diluyentes neutralizantes.....	11
7. Técnicas de muestreo.	11
8. Almacenamiento y transporte.....	12
9. Método de análisis.....	12
10. Bibliografía	13

GLOSARIO

CEN: Comité Europeo de Normalización (<https://www.cencenelec.eu/>), es una asociación que reúne a los Organismos Nacionales de Normalización de 34 países europeos.

LRUE *Lm*: Laboratorio de Referencia de la Unión Europea para *Listeria monocytogenes*

OEA: Operadores de empresas alimentarias

APPCC: Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control

ISO: Organización Internacional de Normalización (www.iso.org). ISO es una organización internacional no gubernamental independiente integrada por 165 organismos nacionales de normalización

EM: Estados miembros

LNR: Laboratorio Nacional de Referencia

Alimentos LPC: Alimentos listos para el consumo

VBNC: viable, pero no cultivable

GT: grupo de trabajo

PREFACIO

En 2010, de acuerdo con una revisión de la literatura realizada por el Laboratorio de Referencia de la Unión Europea para *Listeria monocytogenes* (LRUE *Lm*), el LRUE *Lm* y la red de Laboratorios Nacionales de Referencia (LNRs) para *Listeria monocytogenes*, acordaron que la Norma Internacional y Europea EN ISO 18593:2004, que describe la técnica de muestreo de superficies (placas de contacto, hisopos, esponjas y toallitas) para la detección o recuento de bacterias en las áreas y equipos de procesamiento de alimentos, no daba suficiente orientación específica para la detección de *L. monocytogenes* (ver también Introducción). Por lo tanto, se acordó que el LRUE *Lm* elaboraría un documento de orientación técnica sobre este tema con la coordinación de Brigitte Carpentier y Léna Barre (líderes del proyecto de ANSES, Francia) y en colaboración con un grupo de trabajo (GT). En 2012 se publicó la guía EURL *Lm* (versión 3) sobre el muestreo de las áreas y equipos de procesamiento de alimentos para la detección de *L. monocytogenes*. Después de 2015, el ISO TC34/SC9/WG17 trabajó en la revisión de la Norma Internacional y Europea EN ISO 18593, basándose en las directrices del LRUE *Lm* de 2012. Esto condujo a la revisión de la Norma Internacional y Europea EN ISO 18593, que se publicó en 2018. Tras la revisión de la Norma Internacional y Europea EN ISO 18593 en 2018 y las Normas Europeas EN ISO 11290 - 1 y -2 en 2017, se acordó que el EURL *Lm* redactaría una revisión de esta directriz en colaboración con un GT compuesto por 23 miembros de 12 Estados miembros de la UE (EM), pertenecientes a LNRs y otras organizaciones (ver portada).

La cuarta versión de este Documento de orientación técnica sobre el muestreo del área y equipos de procesamiento de alimentos para la detección de *Listeria monocytogenes* fue aprobada por el Comité Permanente de Vegetales, Animales, Alimentos y Piensos de la UE en su reunión del 3 de octubre de 2023.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 CONTEXTO Y MARCO NORMATIVO

Es un hecho ya bien establecido que los alimentos listos para el consumo (LPC) pueden contaminarse durante su procesamiento por subtipos de *L. monocytogenes* que persisten en las plantas de procesamiento de alimentos (Carpentier Cerf 2011). La revisión de la Norma Internacional y Europea EN ISO 18593:2018 no ofrece suficientes directrices o recomendaciones específicas para la detección de *L. monocytogenes* de las superficies en muestras ambientales de la cadena alimentaria. Las placas de contacto no son apropiadas para la detección de *L. monocytogenes*. Las técnicas de muestreo mediante frotado (método de hisopo y esponja/ paño) son las únicas técnicas apropiadas para la detección de *L. monocytogenes*. Sin embargo, los hisopos no son efectivos para muestrear *L. monocytogenes* salvo en superficies en áreas pequeñas de difícil acceso.

Brauge *et al.* (2020a) llevaron a cabo una encuesta en Europa para recopilar información sobre cómo los operadores de empresas alimentarias (OEA) muestrean las superficies para la detección o recuento de *L. monocytogenes* en las plantas de procesamiento de alimentos. Se recibieron ciento treinta y siete cuestionarios de 14 Estados miembros de la UE. El resultado de la encuesta mostró que los OEA prefieren las técnicas de muestreo por frotado (gasas, hisopo seco y esponjas) a las técnicas de muestreo por contacto y varios OEA utilizaban una técnica de muestreo de superficie combinada.

En el marco del Reglamento (CE) Nº 2073/2005 (y sus modificaciones), por el que se definen los criterios microbiológicos aplicables a los alimentos (Anónimo 2005), es obligatorio el muestreo ambiental de la cadena alimentaria (incluidas las áreas y los equipos de procesamiento) para la detección de *L. monocytogenes* de forma rutinaria de acuerdo con un programa de muestreo. Dichos programas de muestreo tienen como objetivo detectar y eliminar una cepa persistente o, si la eliminación es imposible, implementar acciones correctivas para evitar la contaminación de los alimentos por las bacterias patógenas. Un programa de muestreo ineficaz o técnicas de muestreo inapropiadas pueden dar como resultado falsos negativos en la detección de *L. monocytogenes* a pesar de estar presente en las superficies. Esto hará que no se implementen acciones correctivas y dará una falsa sensación de seguridad. Además, se eligió no abordar cómo hacer el recuento de *L. monocytogenes* en superficies por las siguientes razones. En primer lugar, el hisopado no es

capaz de recoger todas las células bacterianas, la relación de células desprendidas es variable y no es previsible. En segundo lugar, las células de *L. monocytogenes* no se distribuyen de forma homogénea sobre las superficies y, por lo tanto, las comparaciones de los resultados obtenidos al muestrear áreas grandes y pequeñas no serían válidas.

1.2 PERSISTENCIA DE LISTERIA MONOCYTOGENES EN PLANTAS ALIMENTARIAS

Durante el proceso de adhesión y colonización de las bacterias a las superficies, sus fenotipos cambian. Muestran una mayor producción de exopolisacáridos y una menor susceptibilidad al desinfectante, lo que provoca la formación de un biofilm. Los biofilms son una parte integral del medio ambiente y permiten que las bacterias sean menos susceptibles al estrés ambiental (desinfección, desecación, inanición...). *L. monocytogenes* puede formar un biofilm y puede persistir durante varios meses o años sobre las superficies en los entornos de procesamiento de alimentos. Por ejemplo, en Italia, se detectaron *L. monocytogenes* con una prevalencia del 16 % en muestras ambientales (n = 95 de muestras recogidas) durante un período de seis años (2003-2008) (Di Ciccio *et al.* 2012). En un estudio portugués realizado en plantas procesadoras de queso entre 2003 y 2007, la prevalencia del microorganismo osciló entre el 6,7 % en superficies en contacto con alimentos (n = 224 de las muestras recogidas) y el 11,5 % en superficies de productos no alimentarios (n = 192 de las muestras recogidas) (Almeida *et al.* 2013). En Tailandia, durante un período de 1,5 años, la prevalencia de una planta de procesamiento de mariscos fue del 1,5 % en muestras de superficies en contacto con alimentos (n = 195 de las muestras recogidas) y del 4,5 % en muestras de superficies que no están en contacto con alimentos (n = 177 de las muestras recolectadas) (Vongkamjan *et al.* 2017). Un equipo de investigación en Irlanda también ha proporcionado evidencia de la persistencia de *Listeria* en entornos de procesamiento de alimentos en instalaciones de diversos sectores alimentarios (Leong *et al.* 2014), en explotaciones lecheras (Latorre *et al.* 2011) pero también en comercios al por menor de delicatessen (Wang *et al.* 2015). Brauge *et al.* (2020b) realizó una campaña de muestreo de 8 meses en cuatro plantas de procesamiento de salmón ahumado (plantas A, B, C y D) y mostró el aumento de la población de *L. monocytogenes* VBNC principalmente en las cuchillas de la rebanadora después de la operación de limpieza y desinfección en la planta B.

Varios investigadores han informado que los biofilms promueven el estado viable, pero no cultivable (VBNC), lo que también contribuiría a la alta resistencia de los biofilms a las condiciones de estrés (Flemming *et al.* 2016, Stewart Franklin 2008). De hecho, el estado VBNC se refiere a bacterias vivas que tienen una actividad metabólica muy baja y no se multiplican. En consecuencia, las células VBNC no crecen en medios microbiológicos estándar, pero tienen la capacidad de recuperarse y volverse cultivables en condiciones

favorables (es decir, revivificación). Diferentes situaciones de estrés ambiental, como la falta de nutrientes, el estrés oxidativo, los cambios de temperatura y la desinfección, podrían ser responsables de la inducción del estado de VBNC durante el procesamiento de alimentos. Overney *et al.* (2017) mostraron una inducción del estado VBNC en biofilms de *L. monocytogenes* formados por la cepa LO28 (serotipo 1/2c) en acero inoxidable después de un tratamiento con un limpiador alcalino clorado a una concentración del 3 % (v/v) o un desinfectante a base de amonio cuaternario con una concentración recomendada del 2 % (v/v). Brauge *et al.* (2018) mostraron que las poblaciones VBNC de *L. monocytogenes* en biofilms de 48 h habían aumentado fuertemente después del tratamiento con una solución de NaOH al 0,5 %. Brauge *et al.* (2020b) observaron la disminución de la población viable y cultivable de *L. monocytogenes* y la aparición de la población VBNC de *L. monocytogenes* en biofilms de 48 h en respuesta al tratamiento con desinfectantes a base de amonio cuaternario o peróxido de hidrógeno.

Aalto-Araneda *et al.* (2019) estudiaron 21 plantas de procesamiento de pescado y procedimientos operativos relacionados con el control de *L. monocytogenes*. Mostraron la presencia de población viable cultivable de *L. monocytogenes* solo en productos cortados en rodajas y principalmente en productos marinados de 7 plantas ya que la etapa de corte en rodajas de pescado es un punto crítico de contaminación del producto. Identificaron diferentes puntos críticos en diferentes plantas de procesamiento de pescado: el número de máquinas de procesamiento, las deficiencias en el entorno de procesamiento y el saneamiento de la maquinaria, y el movimiento del personal de áreas de baja a alta higiene.

2. ALCANCE

Esta guía especifica dónde, cómo y cuándo se debe realizar el muestreo para detectar *L. monocytogenes* en superficies de áreas y equipos de procesamiento de alimentos listos para el consumo. Esta guía no está diseñada para evaluar la eficacia de la limpieza y desinfección.

Esta guía debe leerse junto con la Norma Internacional y Europea EN ISO 18593: 2018. La elección de los lugares de muestreo, las áreas y los tiempos de muestreo deben realizarse en función del riesgo y para cada caso individual.

3. ELECCIÓN DE LOS LUGARES DE MUESTREO

Para la elección de los lugares de muestreo, consulte el punto 7.2 de la Norma Internacional y Europea EN ISO 18593:2018.

Esta guía no proporciona asesoramiento sobre la frecuencia de muestreo, el número de puntos de muestreo, la validez de la composición o la agrupación de muestras (Norma Internacional y Europea EN ISO 6887-1:2017) o la necesidad de rotar los puntos de muestreo.

4. MOMENTO EN EL QUE DEBE REALIZARSE EL MUESTREO

Para el momento del muestreo y la frecuencia, consulte el punto 7.4 de la Norma Internacional y Europea EN ISO 18593:2018.

Para aumentar la probabilidad de detección de *L. monocytogenes*, el muestreo debe realizarse, si es posible, durante el procesamiento (dependiendo del proceso o del sector alimentario), después de al menos dos horas de iniciada la producción o al final de las tareas de producción, es decir, antes de la limpieza y desinfección. En algunas ocasiones, el muestreo justo antes del inicio de la producción (normalmente en algún momento después de la limpieza y desinfección) puede ser útil para detectar o no detectar cepas persistentes. En tales casos, es aconsejable desmontar primero el equipo de producción y luego ponerlo en marcha sin producción real, lo que permite detectar posibles residuos, incluso en áreas de difícil acceso. El muestreo después de las operaciones de limpieza y desinfección también puede ofrecer resultados informativos, pero no debe considerarse por sí mismo como una garantía con respecto a la efectividad del protocolo de limpieza y desinfección (FDA 2017).

El estado de las bacterias (viables cultivables o VBNC) es diferente al inicio, durante, al final

de la producción o después de las operaciones de limpieza y desinfección. Como la frecuencia de muestreo variará según el producto alimenticio que se procese, se proporcionan los siguientes ejemplos o referencias de buenas prácticas de higiene.

En las líneas de procesamiento donde se elaboran productos alimenticios a partir de productos crudos no sometidos a un tratamiento que reduzca el nivel de microorganismos (por ejemplo, quesos crudos), la presencia de *L. monocytogenes* en una muestra de superficie tomada durante el procesamiento, puede provenir de esos productos crudos, así como de los lugares del entorno del procesamiento de alimentos en los que pueden persistir las células de *L. monocytogenes*.

Además del muestreo durante el procesamiento, se puede hacer un muestreo después de la limpieza y desinfección o al comienzo de la producción. Sin embargo, esto puede dar lugar a una falsa sensación de seguridad. Por el contrario, la detección de *L. monocytogenes* en superficies en contacto con alimentos después de la limpieza y desinfección indica un fallo grave en los procedimientos de limpieza y desinfección.

5. ÁREA DE MUESTREO

Para el área de muestreo, consulte el punto 7.3 de la Norma Internacional y Europea EN ISO 18593:2018.

La Norma Internacional y Europea EN ISO 18593:2018 recomienda que el área total muestreada durante una campaña de muestreo sea lo más grande posible para aumentar la probabilidad de detectar *L. monocytogenes*. En este sentido, se recomienda muestrear, cuando sea posible, entre 1000 cm² y 3000 cm² (es decir, 0,1 m² a 0,3 m²).

6. DILUYENTES PARA HUMEDECER LOS DISPOSITIVOS DE MUESTREO POR FROTADO

6.1 DILUYENTES SIMPLES

Para los diluyentes simples, consulte el punto 5.1 de la Norma Internacional y Europea EN ISO 18593: 2018 y la norma internacional y europea EN ISO 6887 parte 1 y 5.

6.2 DILUYENTES NEUTRALIZANTES

Para los diluyentes neutralizantes, consulte el punto 5.3 y el Anexo A de la Norma Internacional y Europea EN ISO 18593:2018.

7. TÉCNICAS DE MUESTREO

La guía en formato digital, que incluye vídeos ilustrativos de la aplicación de cada técnica de muestreo, está disponible en el sitio web del LRUE *Lm*

(<https://sitesv2.anses.fr/en/minisite/listeria-monocytogenes/tutorials-implementation-sampling-techniques>) así como fichas prácticas con técnicas de muestreo que incluyen varios

puntos: descripción de la técnica de muestreo, qué dispositivo de muestreo elegir, el protocolo de uso, la influencia de la naturaleza del material, la influencia de las propiedades de la superficie de muestreo, la influencia del operador, limitaciones de la técnica de muestreo (<https://www.actia-asso.eu/en/surface-sampling/>). Se invita a los OEA a descargar este material y usarlo en lugares de procesamiento de alimentos.

Para las técnicas de muestreo, consulte los puntos 7.5.3 y 7.5.4 de la Norma Internacional y Europea EN ISO 18593:2018 (con la excepción del uso de placas de contacto, que no es apropiado para la detección de *L. monocytogenes*).

No se recomienda tomar muestras de las superficies mediante enjuagado, ya que esta técnica no es tan eficaz como el frotado para separar los microorganismos de las superficies.

8. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Para el almacenamiento y transporte de muestras, consulte el punto 8.2 de la Norma Internacional y Europea EN ISO 18593:2018.

9. MÉTODO DE ANÁLISIS

Después del muestreo, se realizará el análisis de la muestra según la Norma Internacional y Europea EN ISO 11290-1: 2017 o un método alternativo validado según el artículo 5 del Reglamento (CE) n.º 2073/2005 en su versión modificada. En caso de que se encuentren repetidamente durante sucesivos periodos de muestreo muestras positivas de *L. monocytogenes* en un mismo lugar de procesamiento de alimentos en el que ya se han aplicado medidas correctivas, será necesario subtipificar los aislados de *L. monocytogenes* mediante un método de tipificación molecular. La tipificación de los aislados (como cgMLST) debería establecer si los aislados pertenecen a un solo clon persistente. Se recomienda muy especialmente que los OEA y los laboratorios almacenen los aislados para determinar si una cepa es persistente o no y para permitir un seguimiento de la fuente de contaminación. Cuando los productos alimenticios que ingresan a las instalaciones de procesamiento están crudos o han sido tratados para reducir su carga microbiana (por ejemplo, pasteurización, microfiltración, etc.), los OEA deben, como parte de su plan de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC), establecer un número aceptable de muestras positivas. Este número aceptable de muestras positivas puede establecerse de manera diferente según la muestra se origine a partir de una superficie en contacto directo con los productos alimenticios o a partir de una superficie que no esté en contacto con los productos alimenticios. Las superficies en contacto directo con alimentos presentan un mayor riesgo de contaminación de los productos alimenticios y deberían, por lo tanto, asociarse a un umbral más estricto de muestras positivas comparado con las superficies que no están en contacto con los productos alimenticios.

10. BIBLIOGRAFÍA

Para las referencias normativas, consulte el punto 2 de la Norma Internacional y Europea EN ISO 18593 (2018)

Aalto-Araneda, M., Lundén, J., Markkula, A., Hakola, S., Korkeala, H. (2019). Processing plant and machinery sanitation and hygiene practices associate with *Listeria monocytogenes* occurrence in ready-to-eat fish products. *Food Microbiol*, 82, 455-464.

Almeida, G., Magalhães, R., Carneiro, L., Santos, I., Silva, J., Ferreira, V., Hogg, T., Teixeira, P. (2013). Foci of contamination of *Listeria monocytogenes* in different cheese processing plants. *Int J Food Microbiol*, 167(3), 303-309.

Anónimo (2005). Reglamento (CE) N.º 2073/2005 de la Comisión, de 15 de noviembre de 2005, relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios. Diario Oficial de la Unión Europea. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2005/2073/oj> consultado el 17 de marzo de 2021.

Brauge, T., Barre, L., Leleu, G., André, S., Denis, C., Hanin, A., Frémaux, B., Guilbaud, M., Herry, J.M., Oulahal, N., Anger, B., Soumet, C., Midelet, G. (2020a). European survey and evaluation of sampling methods recommended by the standard en ISO 18593 for the detection of *Listeria monocytogenes* and *Pseudomonas fluorescens* on industrial surfaces. *FEMS Microbiol Lett*, 367(7).

Brauge, T., Faille, C., Leleu, G., Denis, C., Hanin, A., Midelet, G. (2020b). Treatment with disinfectants may induce an increase in viable but non culturable populations of *Listeria monocytogenes* in biofilms formed in smoked salmon processing environments. *Food Microbiol*, 92.

Brauge, T., Faille, C., Sadovskaya, I., Charbit, A., Benezech, T., Shen, Y., Loessner, M.J., Bautista, J.R., Midelet-Bourdin, G. (2018). The absence of N-acetylglucosamine in wall teichoic acids of *Listeria monocytogenes* modifies biofilm architecture and tolerance to rinsing and cleaning procedures. *PLoS ONE*, 13(1).

Carpentier, B., Cerf, O. (2011). Review--Persistence of *Listeria monocytogenes* in food industry equipment and premises. *International Journal of Food Microbiology*, 145(1), 1-8.

Di Ciccio, P., 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(1), 79-84.

FDA (2017). Control of *Listeria monocytogenes* in Ready-To-Eat Foods: Guidance for Industry

- Draft Guidance. <https://www.fda.gov/files/food/published/Draft-Guidance-for-Industry--Control-of-Listeria-monocytogenes-in-Ready-To-Eat-Foods-%28PDF%29.pdf>. Consultado el 17 de marzo de 2021.
- Flemming, H.C., Wingender, J., Szewzyk, U., Steinberg, P., Rice, S.A., Kjelleberg, S. (2016). Biofilms: an emergent form of bacterial life. *Nat Rev Microbiol*, 14(9), 563-575.
- Latorre, A.A., Van Kessel, J.A., Karns, J.S., Zurakowski, M.J., Pradhan, A.K., Boor, K.J., Adolph, E., Sukhnanand, S., Schukken, Y.H. (2011). Increased in vitro adherence and on-farm persistence of predominant and persistent *Listeria monocytogenes* strains in the milking system. *Appl Environ Microbiol*, 77(11), 3676-3684.
- Leong, D., Alvarez-Ordóñez, A., Jordan, K. (2014). Monitoring occurrence and persistence of *Listeria monocytogenes* in foods and food processing environments in the Republic of Ireland. *Front Microbiol*, 5, 436.
- Overney, A., Jacques-André-Coquin, J., Ng, P., Carpentier, B., Guillier, L., Firmesse, O. (2017). Impact of environmental factors on the culturability and viability of *Listeria monocytogenes* under conditions encountered in food processing plants. *Int J Food Microbiol*, 244, 74-81.
- Stewart, P.S., Franklin, M.J. (2008). Physiological heterogeneity in biofilms. *Nat Rev Microbiol*, 6(3), 199-210.
- Vongkamjan, K., Benjakul, S., Kim Vu, H.T., Vuddhakul, V. (2017). Longitudinal monitoring of *Listeria monocytogenes* and *Listeria* phages in seafood processing environments in Thailand. *Food Microbiol*, 66, 11-19.
- Wang, J., Ray, A.J., Hammons, S.R., Oliver, H.F. (2015). Persistent and transient *Listeria monocytogenes* strains from retail deli environments vary in their ability to adhere and form biofilms and rarely have inIA premature stop codons. *Foodborne Pathog Dis*, 12(2), 151-158.