

Listeria innocua as a potential pathogen of food-borne infections

N. Shcherbakova¹ | O. Medvid² | S. Peredera¹

Article info

Correspondence Author

N. Shcherbakova

E-mail:

peredera@ukr.net

¹ Poltava State Agrarian

University,

Skovorody Str., 1/3,

Poltava, 36003, Ukraine

² Responsible for food quality and safety "BERTONCELLO SRL",

Romano d'Ezzelino, Vicenza,

36060 Italy

Citation: Shcherbakova, N., Medvid, O., & Peredera, S. (2025). *Listeria innocua* as a potential pathogen of food-borne infections. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (1), 249–253. doi: 10.31210/spi2025.28.01.39

The aim of the review was to determine the distribution of the potential foodborne pathogen *L. innocua* and methods for its differentiation in accordance with European Union requirements. The article considers the problem of foodborne infections, and establishes that listeriosis is a serious challenge to public health. The frequency and speed of its spread are increasing due to the globalization of commercial food chains. The genus *Listeria* currently includes 21 studied species and 6 subspecies. *L. monocytogenes* and *L. innocua* are the most genetically close and are of particular importance for food safety. And the results of recent studies have shown the possibility of pathogenicity for humans of *L. innocua*, and deaths have been reported in septicemia caused by *L. innocua*. Contamination with *L. innocua* is quite often detected in seafood (salted, freshly smoked and chilled fish), in meat products (frozen minced meat, semi-finished products, smoked products, ready-to-eat products), as well as in vegetables (onions, cabbage, potatoes, beets), in silage. Which is probably related to the detection of *L. innocua* in rodents, which may lead to contamination of products stored in warehouses with the pathogen. It has been established that the prevalence of *L. innocua* in seawater is higher than that of other species of *Listeria*, especially in coastal waters. The presence of atypical *L. innocua* in seawater can cause contamination of fish, squid, crustaceans and other seafood, which poses a danger to human health. Methods for the differentiation of *L. innocua* and *L. monocytogenes* are considered. It has been determined that *L. innocua* belongs to two main subgroups A and B and to an atypical subgroup D (hemolytic), which is what serves as a connecting link between *L. innocua* and *L. monocytogenes* in the evolutionary chain. For the differentiation of *L. innocua*, it was found that the NanoLuc Luciferase Test with the *L. innocua* strain (NLuc bioluminescent method) based on the determination of the quantitative indicator of bacterial cells has high sensitivity and the ability to detect *L. innocua* in the range of 1.0×10^4 CFU/mL – 5.0×10^7 CFU/mL and has a wide range of applications.

Keywords: *Listeria innocua*, *Listeria monocytogenes*, listeriosis, biofilm, NanoLuc Luciferase Test, food products.

Listeria innocua, як потенційний патоген харчових інфекцій

Н. С. Щербакова¹ | О. О. Медвідь² | С. Б. Передера¹

¹ Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

² Товариства з обмеженою відповідальністю «Бертончелло», Романо Дезеліно, Вінченса, Італія

Метою проведеного огляду було визначення розповсюдження потенційного патогену харчових інфекцій *L. innocua* та методів його диференціації відповідно до вимог Європейського союзу. В статті розглянуто проблему харчових інфекцій, та встановлено, що лістеріози є серйозним викликом для здоров'я населення. Частота і швидкість їх розповсюдження збільшується внаслідок глобалізації комерційних мереж харчових продуктів. Рід *Listeria* на сьогоднішній день включає в себе 21 вивчений вид і 6 підвидів. *L. monocytogenes* і *L. innocua* найбільш генетично близькі і мають особливе значення для безпечності продуктів харчування. Результати останніх досліджень показали можливість патогенності для людини *L. innocua*, повідомляється про смертельні випадки при септицемії викликаній *L. innocua*. Контамінація *L. innocua* досить часто визначається у морських продуктах (солоній, свіжокопченій та охолодженій рибі), у м'ясних продуктах (замороженому фарші, напівфабрикатах, копчених продуктах, продуктах готових до вживання), а також в овочах (цибулі, капусті, картоплі, буряку), в сиросі. Що імовірно пов'язане з виявленням *L. innocua* у гризунів, через що можлива контамінація збудником продукції, яка зберігається на складах. Встановлено про перевагу розповсюдження *L. innocua* в морській воді в порівнянні з іншими видами лістерій, особливо багато їх у прибережних водах. Наявність атипових *L. innocua* в морській воді може бути причиною контамінування риби, кальмарів, ракоподібних та інших морепродуктів, що представляє небезпеку для здоров'я людини. Для диференціації *L. innocua* встановлено, що Тест NanoLuc Luciferase з штамом *L. innocua* (NLuc біоломінісцентний метод) на основі визначення кількісного показника бактеріальних клітин володіє високою чутливістю та здатність виявити *L. innocua* у діапазоні $1,0 \times 10^4$ CFU/mL – $5,0 \times 10^7$ CFU/mL і має широкий спектр застосування.

Ключові слова: *Listeria innocua*, *Listeria monocytogenes*, лістеріоз, біофільм, Тест NanoLuc Luciferase, харчові продукти.

Бібліографічний опис для цитування: Щербакова Н. С., Медвідь О. О., Передера С. Б. *Listeria innocua*, як потенційний патоген харчових інфекцій. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (1). С. 249–253.

Харчові інфекції є серйозною проблемою здоров'я населення, частота і швидкість їх розповсюдження збільшується в наслідок глобалізації комерційних мереж харчових продуктів. В Україні спалахи та спорадичні випадки лістеріозу найчастіше спричинялися споживанням молока та молочних продуктів (41,8 %), м'ясних виробів з яловичини, свинини та курятини (32,2 %), сирих овочів (10 %), морепродуктів (8 %), курячих, качах та гусячих яєць (2,1 %) контамінованих *L. monocytogenes* [3, 12, 13].

Установи які займаються контролем безпечності продуктів харчування в усьому світі усвідомлюють необхідність оновлення нормативної бази, що забезпечує вичерпний режим тестування харчових продуктів. Загально прийняті методи виявлення мікроорганізмів складаються з прямого виділення і підрахунку колоній, полімеразноланцюгової реакції і інших імунологічних методів.

Відповідно до вимог Європейського агентства з безпечності харчових продуктів EFSA можна стверджувати, що ризик зараження лістеріозом людини асоційований з продуктами харчування і в основному залежить від ефективного контролю на всіх ланках виробничого процесу та застосування безпечних технологічних підходів:

- належної сільськогосподарської практики GAPs для забезпечення якості сировини;
- належної виробничої практики GMP та системи аналізу небезпечних факторів та контролю у критичних точках HACCP, що застосовується на переробних виробництвах і в мережі збуту продукції;
- мікробіологічні критерії для "ready-to-eat" RTE страв готових до вживання або готових до швидкого приготування легким підігрівом відповідно до Reg. (EC) N 2073/2005 [7, 8, 9, 25].

Бактерії роду *Listeria* широко розповсюджені в навколишньому середовищі, володіють подвійною природою і здатні в залежності від навколишнього середовища вести як сапрофітний так і паразитарний спосіб життя, мають широкий спектр адаптативних можливостей (існують в широкому діапазоні температур, вологості, рН середовища), що дозволяє виживати в різноманітних екологічних умовах. Лістерії добре переносять низькі температури у льоді виживають до 2,5 років, у продуктах харчування за температури +4 – +6 С° не лише зберігають життєздатність але й можуть розмножуватися. Витримують тривалу дію 20 % розчину кухонної солі, тому соління овочів, молочних і м'ясних продуктів не заважає їх розмноженню [8, 18, 20, 22].

Рід *Listeria* на сьогоднішній день включає в себе 21 вивчених видів і 6 підвидів. *L. monocytogenes* і *L. innocua* найбільш генетично близькі і мають

особливе значення для безпечності продуктів харчування, також періодично *L. seeligeri* зустрічається у рибних продуктах і *L. welshimeri* в м'ясі. Результати досліджень останніх років показали можливість патогенності для людини *L. innocua* привертаючи все більше наукового інтересу до себе [14, 24]. Повідомляється про смертельні випадки пацієнтів після септицемії викликаной *L. innocua* на фоні холангіту [10, 23].

Група італійських вчених використовуючи швидкий, чутливий і специфічний метод для визначення шести видів з роду *Listeria* (*L. grayi*, *L. welshimeri*, *L. ivanovii*, *L. monocytogenes*, *L. innocua*) використовуючи специфічні копії праймерів в PCR-multiplex. За даними дослідів з 118 штамів *Listeria* spp були ізольовані з м'яса і робочих поверхней виробництва [19].

Досить часто виявляють наявність *L. innocua* в морських продуктах (солоній, свіжокопченій та охолодженій рибі), у м'ясних продуктах (замороженому фарші, напівфабрикатах, копчених продуктах, продуктах готових до вживання), а також в овочах (цибулі, капусті, картоплі, буряку) та в силосі. Що пов'язане з виявленням *L. innocua* у гризунів, через що можлива контамінація збудником продукції, яка зберігається на складах [4, 15, 16].

Убіквітарне розповсюдження *L. innocua* показує високу здатність пристосування цих бактерій до постійно змінюючихся умов існування і появою штамів з атимічними властивостями [6, 16, 17, 27, 29]. Необхідно відмітити, що велика кількість науковців стверджує про перевагу розповсюдження *L. innocua* в морській воді в порівнянні з іншими видами лістерій, особливо багато їх у прибережних водах. Наявність атипових *L. innocua* в морській воді може бути причиною контамінування риби, кальмарів, ракоподібних та інших морепродуктів, що представляє небезпеку для здоров'я людини [5].

Методи диференціації *L. innocua* і *L. monocytogenes*, *L. innocua* відноситься до двох основних підгруп А і В і до нетипової підгрупи D (гемолітичні) саме це служить об'єднуючою ланкою між *L. innocua* і *L. monocytogenes* в еволюційному ланцюгу [6, 28]. Фактори вірулентності гени інтерналіну (lin 0354, lin 0661, lin 1204, lin 2539) були запропоновані як потенційні генетичні маркери *L. innocua* підгруп А – D [2, 11]. Гемолітичні штами *L. innocua* можемо визначити шляхом секвенування всього геному (WGS) і безпосереднім тестуванням вірулентності, патогенні штами мають LIPI-1, інтерналін inlA для інвазування клітин ссавців, що само по собі вже піднімає низку питань для дискусії (п. 1) [2, 16].

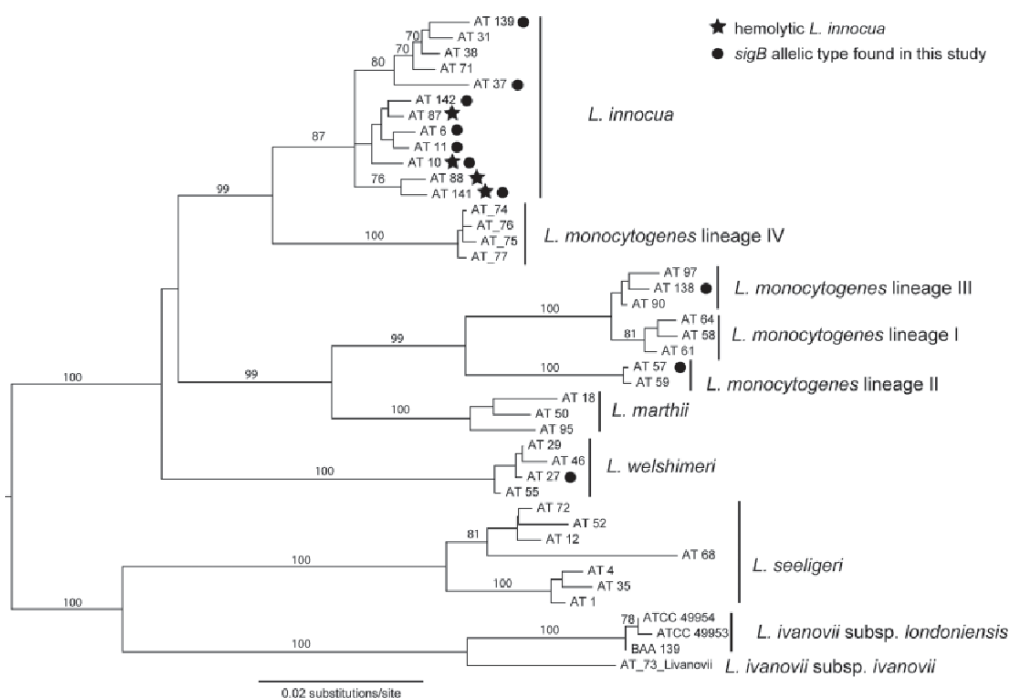


Рис. 1. Взаємопов'язане дерево з типом SigB алелів (n – 10) ілюструє філогенетичне положення ізолюваних штамів *Listeria*

Джерело: зображення згенеровано авторами

Біофільм сформований зі штамів *L. monocytogenes* і *L. innocua* детально описано в наукових працях [26, 21].

Базуючись на отриманих результатах група вчених з Університету Любляни запропонувала використання тесту NanoLuc Luciferase з штамом *L. innocua*. Nluc біоломінісцентний метод на основі визначення кількісного показника бактеріальних клітин він володіє високою чутливістю і має широкий спектр застосування (рис. 2).

Перевагою Nluc біоломінісцентного методу є здатність виявити *L. innocua* у діапазоні $1,0 \times 10^4$ CFU/mL - $5,0 \times 10^7$ CFU/mL [30].

Висновки

Метою проведеного огляду було визначення розповсюдження потенційного патогену харчових інфекцій *L. innocua* та методів його диференціації відповідно до вимог Європейського союзу. Аналіз сучасної літератури свідчить про те, що ефективний контроль всього технологічного процесу виготовлення продуктів харчування знижує ризик для інфікування людей збудниками *L. innocua* і *L. monocytogenes* шляхом попередження контамінації ними продуктів харчування. Поряд з тим, існуючі дані щодо патогенності *L. innocua* для людини потребують всебічного та ґрунтовного вивчення властивостей збудника для попередження виникнення харчових інфекцій. Наразі існуючі сучасні методи виявлення *Listeria* в достатній мірі дозволяють попередити ризики пов'язані з епідемією лістеріозів людей. Також, високочутливим, щодо визначення кількісного показника бактеріальних клітин вважається біоломінісцентний метод (NanoLuc Luciferase Test) дозволяючи виявити *L. innocua* у діапазоні $1,0 \times 10^4$ CFU/mL – $5,0 \times 10^7$ CFU/mL. Окрім того NLuc має широкий спектр застосування.

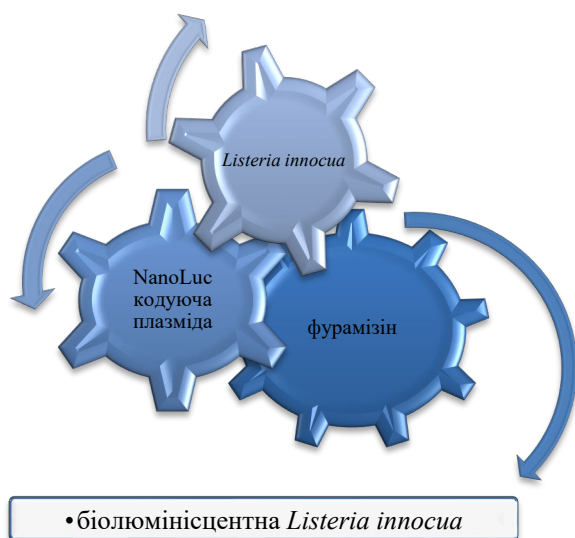


Рис. 2. Схематичне зображення біоінженерного вирішення Nluc біоломінісцентного методу

Джерело: зображення згенеровано авторами

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Yin, Y., Yao, H., Doijad, S., Kong, S., Shen, Y., Cai, X., Tan, W., Wang, Y., Feng, Y., Ling, Z., Wang, G., Hu, Y., Lian, K., Sun, X., Liu, Y., Wang, C., Jiao, K., Liu, G., Song, R., Jiao, X. (2019). A hybrid sub-lineage of *Listeria monocytogenes* comprising hypervirulent isolates. *Nature Communications*, 10 (1). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12072-1>
2. Volokhov, D. V., Duperrier, S., Neverov, A. A., George, J., Buchrieser, C., & Hitchins, A. D. (2007). The presence of the internalin gene in natural atypically hemolytic *Listeria innocua* strains suggests descent from *L. monocytogenes*. *Applied and Environmental Microbiology*, 73 (6), 1928–1939. <https://doi.org/10.1128/aem.01796-06>
3. Krasovskij, V. V., Vasil'ev, N. V., & Derkach, N. A. (2000). Outcomes of listeriosis 5-years study in Ukraine. *Microbiological Journal*, 3, 80–85.
4. Ukhovska, T. M., Gorbatiuk, O. I., Harkavenko, T. O., Ryzhenko, G. F., Andriyaschuk, V. A., Zhovnir, O. M., & Tiutiun, S. M. (2017). Monitoring of animal listeriosis and means of its prevention for maintain animal biosafety in Ukraine. *Veterinary Medicine*, 103, 222–226. Retrieved from: http://jvm.kharkov.ua/sbornik/103/3_50.pdf
5. Schmitz-Esser, S., Müller, A., Stessl, B., & Wagner, M. (2015). Genomes of sequence type 121 *Listeria monocytogenes* strains harbor highly conserved plasmids and prophages. *Frontiers in Microbiology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00380>
6. Schmid, M. W., Ng, E. Y. W., Lampidis, R., Emmerth, M., Walcher, M., Kreft, J., Goebel, W., Wagner, M., & Schleifer, K.-H. (2005). Evolutionary history of the genus *Listeria* and its virulence genes. *Systematic and Applied Microbiology*, 28 (1), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2004.09.005>
7. Samelis, J., Giannou, E., & Lianou, A. (2009). Assuring growth inhibition of listerial contamination during processing and storage of traditional Greek graviera cheese: Compliance with the new european union regulatory criteria for *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection*, 72 (11), 2264–2271. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-72.11.2264>
8. Rossi, F., Giaccone, V., Colavita, G., Amadoro, C., Pomilio, F., & Catellani, P. (2022). Virulence characteristics and distribution of the pathogen *Listeria ivanovii* in the environment and in food. *Microorganisms*, 10 (8), 1679. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10081679>
9. Poimenidou, S., Belessi, C. A., Giaouris, E. D., Gounadaki, A. S., Nychas, G.-J. E., & Skandamis, P. N. (2009). *Listeria monocytogenes* attachment to and detachment from stainless steel surfaces in a simulated dairy processing environment. *Applied and Environmental Microbiology*, 75 (22), 7182–7188. <https://doi.org/10.1128/aem.01359-09>
10. Perrin, M., Bemer, M., & Delamare, C. (2003). Fatal Case of *Listeria innocua* bacteremia. *Journal of Clinical Microbiology*, 41 (11), 5308–5309. <https://doi.org/10.1128/jcm.41.11.5308-5309.2003>
11. Papadopoulou, O. S., Argyri, A. A., Kounani, V., Tassou, C. C., & Chorianopoulos, N. (2021). Use of fourier transform infrared spectroscopy for monitoring the shelf life and safety of yogurts supplemented with a *Lactobacillus plantarum* strain with probiotic potential. *Frontiers in Microbiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.678356>
12. Belessi, C. I., Papanikolaou, S., Drosinos, E. H., & Skandamis, P. N. (2008). Survival and acid resistance of *Listeria innocua* in Feta cheese and yogurt, in the presence or absence of fungi. *Journal of Food Protection*, 71 (4), 742–749. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-71.4.742>
13. Orsi, R. H., & Wiedmann, M. (2016). Characteristics and distribution of *Listeria* spp., including *Listeria* species newly described since 2009. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100 (12), 5273–5287. <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7552-2>
14. Moreno, L. Z., Paixão, R., Gobbi, D. D., Raimundo, D. C., Ferreira, T. P., Hofer, E., Matte, M. H., & Moreno, A. M. (2012). Characterization of atypical *Listeria innocua* isolated from swine slaughterhouses and meat markets. *Research in Microbiology*, 163 (4), 268–271. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2012.02.004>
15. Moura, A., Disson, O., Lavina, M., Thouvenot, P., Huang, L., Leclercq, A., Fredriksson-Ahomaa, M., Eshwar, A. K., Stephan, R., & Lecuit, M. (2019). Atypical hemolytic *Listeria innocua* isolates are virulent, albeit less than *Listeria monocytogenes*. *Infection and Immunity*, 87 (4). <https://doi.org/10.1128/iai.00758-18>
16. Milillo, S. R., Friedly, E. C., Saldivar, J. C., Muthaiyan, A., O'bryan, C., Crandall, P. G., Johnson, M. G., & Ricke, S. C. (2012). A Review of the ecology, genomics, and stress response of *Listeria innocua* and *Listeria monocytogenes*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52 (8), 712–725. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.507909>
17. Milillo, S. R., Stout, J. C., Hanning, I. B., Clement, A., Fortes, E. D., den Bakker, H. C., Wiedmann, M., & Ricke, S. C. (2012). *Listeria monocytogenes* and hemolytic *Listeria innocua* in poultry. *Poultry Science*, 91 (9), 2158–2163. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02292>
18. Medvid, O. O., Shcherbakova, N. S., & Peredera, S. B. (2024). The legal norms of the European Union regarding the prevention of foodborne listeriosis, consumer risk assessment, diagnostic methods, and identification of *Listeria* spp. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 26 (114), 33–37. <https://doi.org/10.32718/nvvet1406>
19. Mazza, R., Piras, F., Ladu, D., Putzolu, M., Consolati, S. G., & Mazzette, R. (2015). Identification of *Listeria* spp. strains isolated from meat products and meat production plants by multiplex polymerase chain reaction. *Italian Journal of Food Safety*, 4, 212–215. <https://doi.org/10.4081/ijfs.2015.5498>
20. Lin, C.-M., Zhang, L., Doyle, M. P., & Swaminathan, B. (2006). Comparison of media and sampling locations for isolation of *Listeria monocytogenes* in Queso Fresco Cheese. *Journal of Food Protection*, 69 (9), 2151–2156. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-69.9.2151>
21. Lee, B.-H., Cole, S., Badel-Berchoux, S., Guillier, L., Felix, B., Krezdorn, N., Hébraud, M., Bernardi, T., Sultan, I., & Piveteau, P. (2019). Biofilm formation of *Listeria monocytogenes* strains under food processing environments and pan-genome-wide association study. *Frontiers in Microbiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02698>
22. Kagli, D.-M., Iliopoulos, V., Stergiou, V., Lazaridou, A., & Nychas, G.-J. (2009). Differential *Listeria monocytogenes* strain survival and growth in Katiki, a traditional Greek soft Cheese, at different storage temperatures. *Applied and Environmental Microbiology*, 75 (11), 3621–3626. <https://doi.org/10.1128/aem.01571-08>
23. Favaro, M., Sarmati, L., Sancesario, G., & Fontana, C. (2014). First case of *Listeria innocua* meningitis in a patient on steroids and eternecept. *JMM Case Reports*, 1 (2). <https://doi.org/10.1099/jmmcr.0.003103>
24. El-Shenawy, M., El-Shenawy, M., Mañes, J., & Soriano, J. M. (2011). *Listeria* spp. in street-vended ready-to-eat foods. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2011, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2011/968031>
25. European Food Safety Authority (EFSA), European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) (2023). *The European Union One Health 2022 Zoonoses Report*. *EFSA Journal*, 21 (12). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8442>
26. Costa, A., Lourenco, A., Civera, T., & Brito, L. (2018). *Listeria innocua* and *Listeria monocytogenes* strains from dairy plants behave similarly in biofilm sanitizer testing. *LWT*, 92, 477–483. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.02.073>

27. Clayton, E. M., Daly, K. M., Guinane, C. M., Hill, C., Cotter, P. D., & Ross, P. R. (2014). Atypical *Listeria innocua* strains possess an intact LIPI-3. *BMC Microbiology*, 14 (1). <https://doi.org/10.1186/1471-2180-14-58>
28. Chen, J., Chen, Q., Jiang, L., Cheng, C., Bai, F., Wang, J., Mo, F., & Fang, W. (2010). Internalin profiling and multilocus sequence typing suggest four *Listeria innocua* subgroups with different evolutionary distances from *Listeria monocytogenes*. *BMC Microbiology*, 10 (1). <https://doi.org/10.1186/1471-2180-10-97>
29. Cao-Hoang, L., Chaine, A., Grégoire, L., & Waché, Y. (2010). Potential of nisin-incorporated sodium caseinate films to control *Listeria* in artificially contaminated cheese. *Food Microbiology*, 27 (7), 940–944. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.05.025>
30. Berlec, A., Janež, N., Sterniša, M., Klančnik, A., & Sabotič, J. (2022). *Listeria innocua* Biofilm assay using NanoLuc Luciferase. *BIO-PROTOCOL*, 12 (3). <https://doi.org/10.21769/bioprotoc.4308>

ORCID

N. Shcherbakova  <https://orcid.org/0000-0002-3573-7673>
 S. Peredera  <https://orcid.org/0000-0001-6363-878X>



© 2025 Shcherbakova N. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.