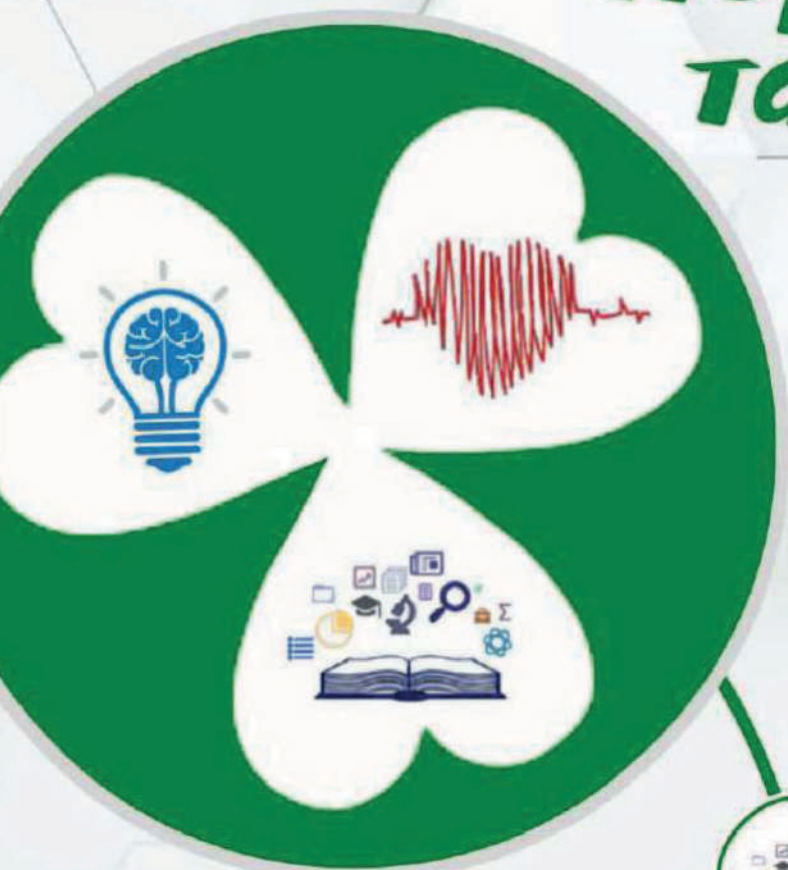




Наукові перспективи
Видавнича група

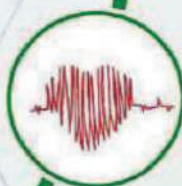
Перспективи та інновації науки



СЕРІЯ "ПЕДАГОГІКА"



СЕРІЯ "ПСИХОЛОГІЯ"



СЕРІЯ "МЕДИЦИНА"



№7(53)2025

Гаврилькевич В.К. <i>ЕНДОКРИННА АКТИВНІСТЬ СЕРЦЯ: ІСТОРІЯ ВІДКРИТТЯ</i>	1878
Гайдай О.С. <i>АНТРОПОМЕТРИЧНА ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ ТА УЛЬТРАЗВУКОВА МОРФО- МЕТРІЯ НИРОК У ПАЦІЄНТІВ З МЕТАБОЛІЧНИМ СИНДРОМОМ</i>	1897
Герасимчук П.О., Фіра Д.Б., Павлишин А.В. <i>РЕЗУЛЬТАТИ ОРГАНОЗБЕРІГАЮЧОГО ЛІУВАННЯ ХВОРИХ НА УСКЛАДНЕНІ ФОРМИ СИНДРОМУ ДІАБЕТИЧНОЇ СТОПИ</i>	1907
Гріжимальська К.Ю., Андрушкова О.О., Салдан Ю.Й. <i>СТАН ОРГАНІЗАЦІЇ ЗОРОВОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ В УКРАЇНІ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ</i>	1920
Дрогомирецька М.М. <i>ВНЕСОК УКРАЇНСЬКИХ ЖІНОК-ЛІКАРІВ У РОЗВИТОК ВІЙСЬКОВОЇ МЕДИЦИНИ ТА ГУМАНІСТИЧНОЇ ЕТИКИ</i>	1931
Дьоміна О.В. <i>БАГАТОПЛІДНА ВАГІТНІСТЬ (ДВІЙНЯ) НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ РОЗВИТКУ ЛЮДСТВА Й МЕДИЦИНИ</i>	1949
Дядюн Д.М., Саргош О.І., Купчинський В.О., Байлієв А.Т., Кашенко Ю.В. <i>ОСОБЛИВОСТІ МІНІНВАЗИВНОЇ КАРДІОХІРУРГІЇ В УМОВАХ ВІЙНИ</i>	1967
Камінський В.В., Гришук М.І., Зуб Л.О. <i>ЕВОЛЮЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОГНОСТИЧНІЙ МЕДИЦИНІ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО ЛІКУВАННЯ ХРОНІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ</i>	1976
Коваль Г.М., Корильчук Н.І., Рябоконт С.С. <i>ІНТЕГРАЦІЯ ДОКАЗОВОЇ МЕДИЦИНИ ДО ОСВІТНІХ ПРОГРАМ ДЛЯ МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ ЗАГАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ</i>	1989
Колесник Т.В., Киричко М.Г. <i>ДОБОВИЙ ПРОФІЛЬ ПОКАЗНИКІВ ЖОРСТКОСТІ АРТЕРІЙ У ЧОЛОВІ- КІВ ПРИ АРТЕРІАЛЬНІЙ ГІПЕРТЕНЗІЇ З МЕТАБОЛІЧНИМИ РОЗЛАДАМИ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ</i>	2009
Колесник Т.В., Новоженіна Л.І., Савченко Н.О. <i>ОЦІНКА МОДИФІКОВАНИХ ФАКТОРІВ РИЗИКУ СЕРЦЕВО-СУДИННИХ ЗАХВОРЮВАНЬ СЕРЕД СТУДЕНТІВ ДНІПРОВСЬКОГО МЕДИЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ</i>	2023
Крупей К.С. <i>БІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ LISTERIA MONOCYTOGENES: СУЧАСНИЙ ОГЛЯД</i>	2036

УДК 579.6:616-092

[https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-7\(53\)-2036-2046](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-7(53)-2036-2046)

Крупей Кристина Сергіївна кандидат біологічних наук, доцент, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, м. Запоріжжя, тел.: (061) 239-68-90, <https://orcid.org/0000-0003-1522-1060>

БІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ *LISTERIA MONOCYTOGENES*: СУЧАСНИЙ ОГЛЯД

Анотація. У статті проведено комплексний огляд сучасних наукових даних щодо основних біологічних і екологічних властивостей *Listeria monocytogenes*, а також патогенезу лістеріозу. Розглянуто особливості морфології, тинкторіальних характеристик, фізіологічних та біохімічних властивостей збудника, що обумовлюють його здатність виживати в широкому діапазоні температур, кислого рН та осмотичного стресу. *L. monocytogenes* – основний патогенний вид роду *Listeria*, який включає близько двадцяти видів, більшість із яких не викликають захворювань. Це грампозитивна бактерія у формі коротких паличок, здатна рости як у присутності кисню, так і без нього. Збудник є психрофільним мікроорганізмом, що дозволяє йому розмножуватися при низьких температурах, каталазопозитивний, оксидазонегативний, не утворює спор, але деякі штами продукують капсулу. Особлива увага в роботі приділена здатності *L. monocytogenes* формувати біоплівки, які відіграють ключову роль у її тривалій персистенції в харчових продуктах та на виробничому обладнанні, підвищуючи резистентність до антимікробних засобів і дезінфектантів. Описано молекулярні механізми інвазії та внутрішньоклітинного розповсюдження, включно з функціонуванням лістеріолізину О, фосфоліпаз та білків інвазії InlA та InlB, які забезпечують проникнення в епітеліальні клітини та уникнення імунного контролю. Проаналізовано шляхи передачі інфекції, зокрема харчовий, контактний і трансплацентарний (від матері до плода), а також клінічні форми, які варіюють від легких гастроентеритів до тяжких інвазивних форм з високою летальністю, особливо в осіб з групи ризику: вагітних, новонароджених, пацієнтів з імунodefіцитами й людей похилого віку. Наведено відомості про механізми адаптації бактерії до кислотного, температурного та осмотичного стресу, що зумовлює її екологічну пластичність і складність контролю у харчовій промисловості. Підкреслено необхідність удосконалення методів діагностики, а також розробки ефективних профілактичних заходів з урахуванням стійкості *L. monocytogenes* до зовнішніх чинників. Висвітлено ключові виклики сучасної інфектології та харчової безпеки, пов'язані з лістеріозом, що потребують подальших досліджень і системного підходу для мінімізації ризиків передачі інфекції людині.

Ключові слова: лістеріоз, *Listeria monocytogenes*, гастроентерит, харчова безпека, біоплівка, резистентність, екологічний чинник.

Krupiei Krystyna Serhiivna PhD in Biological Sciences, Assistant Professor, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Zaporizhzhia, tel.: (061) 239-68-90, <https://orcid.org/0000-0003-1522-1060>

BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LISTERIA MONOCYTOGENES: A CURRENT REVIEW

Abstract. The article provides a comprehensive review of current scientific data on the key biological and ecological characteristics of *Listeria monocytogenes*, as well as the pathogenesis of listeriosis. The study examines the morphology, staining properties, physiological and biochemical traits of the pathogen that determine its ability to survive across a wide range of temperatures, acidic pH, and osmotic stress. *L. monocytogenes* is the primary pathogenic species of the *Listeria* genus, which includes approximately twenty species, most of which are non-pathogenic to humans and animals. This Gram-positive rod-shaped bacterium can grow under both aerobic and anaerobic conditions. It is a psychrophilic microorganism, allowing it to multiply at low temperatures. The bacterium is catalase-positive, oxidase-negative, and non-spore-forming, although some strains can produce a capsule. Special attention is given to the ability of *L. monocytogenes* to form biofilms, which play a crucial role in its long-term persistence in food products and on processing equipment, enhancing resistance to antimicrobial agents and disinfectants. The molecular mechanisms of invasion and intracellular dissemination are described, including the roles of listeriolysin O, phospholipases, and invasion proteins InlA and InlB, which facilitate entry into epithelial cells and evasion of immune surveillance. The routes of transmission are analyzed, including foodborne, contact, and transplacental (from mother to fetus) pathways, as well as clinical manifestations ranging from mild gastroenteritis to severe invasive forms with high mortality, particularly among risk groups such as pregnant women, neonates, immunocompromised individuals, and the elderly. The article outlines the bacterium's adaptation to acid, temperature, and osmotic stress, highlighting its ecological plasticity and the challenges it poses for control in the food industry. The need for improved diagnostic methods and the development of effective preventive measures – considering the environmental resilience of *L. monocytogenes* – is emphasized. The review underscores key challenges in modern infectious disease control and food safety associated with listeriosis, which require further research and a systematic approach to minimize the risk of human infection.

Keywords: listeriosis, *Listeria monocytogenes*, gastroenteritis, food safety, biofilm, resistance, environmental factor.

Постановка проблеми. Лістеріоз – це інфекційне захворювання бактеріальної етіології, що перетікає в людей переважно у формі гострого гастроентериту, тому нерідко хворобу класифікують як харчову токсикоінфекцію. Хоча лістеріоз може проявлятися симптомами, схожими на харчове отруєння, він відрізняється здатністю бактерії викликати інвазивні форми захворювання, особливо в осіб з групи ризику [1]. Збудник лістеріозу (*Listeria monocytogenes*) належить до типу *Firmicutes*, класу *Bacilli*, порядку *Bacillales* і родини *Listeriaceae* [2]. Попри те, що поширеність *L. monocytogenes* у світі низька, але останні десятиліття цей мікроорганізм знаходиться в центрі уваги науковців через свою стійкість у навколишньому середовищі, у т. ч. до стресових чинників (кислий рН та низькі температури), лікарську резистентність, здатність формувати біоплівки та викликати важкі форми інфекції з високим показником смертності [3], тому обране дослідження є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Лістеріоз є потенційно смертельною інфекцією харчового походження. Клінічні прояви захворювання варіюють від гарячкового гастроентериту до тяжких інвазивних форм, таких як сепсис, менінгіт, ромбенцефаліт, перинатальні інфекції та аборти [4]. В групі ризику на інвазивний лістеріоз є особи з дефіцитом клітинного імунітету (наприклад, ВІЛ-інфіковані, пацієнти зі СНІДом), вагітні, новонароджені, літні люди. Основним механізмом передачі лістеріозу є фекально-оральний. Найчастіше фактором передачі виступає їжа, але рідше інфекція може передаватися від інфікованих тварин чи людей, оскільки у них збудник вивільняється з випорожненнями. Контактний механізм зараження реєструється переважно у ветеринарів та працівників тваринницької галузі. У випадку неонатальних інфекцій *L. monocytogenes* може передаватися від матері до дитини як внутрішньоутробно (особливо при зараженні матері в II чи III триместрі), так і під час проходження дитини через родові шляхи. Описані також випадки внутрішньолікарняного зараження, зумовлені недотриманням санітарно-епідеміологічного режиму або використанням контамінованих медичних виробів та обладнання [5]. Ризик розвитку лістеріозу у вагітних приблизно у 20 разів перевищує ризик для загального дорослого населення, а у ВІЛ-інфікованих осіб – у понад 300 разів. При цьому у вагітних захворювання зазвичай має легкий перебіг і може минати без специфічного лікування. Натомість у новонароджених, особливо за внутрішньоутробного інфікування, частіше розвивається тяжка септикогранулематозна форма лістеріозу, що характеризується генералізованим перебігом, клінікою, що нагадує сепсис, та високим рівнем летальності (понад 20 %) [1, 6]. З огляду на здатність *L. monocytogenes* долати природні бар'єри організму, зокрема гематоенцефалічний та плацентарний, спричиняти тяжкі генералізовані форми інфекції та високий рівень летальності серед вразливих груп населення, лістеріоз залишається серйозною проблемою сучасної інфектології та харчової безпеки. Попри значну кількість досліджень, присвячених біологічним, екологічним властивостям лістерій та патогенезу

лістеріозу, безліч аспектів цих питань залишаються ще не з'ясованими й подекуди суперечливими, тому потребують подальшого вивчення, аналізу, порівняння та систематизації.

Мета статті – узагальнити сучасні дані про патогенез лістеріозу та біологічні властивості *Listeria monocytogenes*, зокрема її екологічну пластичність, здатність до тривалої персистенції в навколишньому середовищі та стійкість до несприятливих зовнішніх чинників.

Виклад основного матеріалу. *L. monocytogenes* вперше виявили у 1910-х рр. у тварин. Офіційно рід *Listeria* був описаний у 1926 р. в Кембриджському університеті, а назву бактерія отримала на честь британського хірурга Джозефа Лістера – одного із засновників антисептики. Назва виду *monocytogenes* походить від здатності збудника спричиняти моноцитоз – підвищення кількості моноцитів у крові інфікованого організму (переважно тварин). Патогенність цієї бактерії для людини була доведена у 1929 р., коли встановили її здатність викликати інвазивні інфекції. Проте чіткий зв'язок між *L. monocytogenes* і клінічними проявами лістеріозу у людей, особливо у вагітних жінок і новонароджених, почали систематично вивчати і діагностувати лише з 1950-х рр. [7].

На сьогодні відомо 20 видів лістерій, більшість яких не викликають захворювань, а основним патогенним видом для людей і тварин вважається *L. monocytogenes* [1]. Головні біологічні та екологічні властивості цього виду наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Основні біологічні та екологічні властивості *L. monocytogenes*

Ознака	Характеристика
Морфологія	Короткі палички із заокругленими кінцями, які зазвичай розташовуються поодинокі, парами, скупченнями або недовгими ланцюжками, діаметром 0,4-0,5 мкм і завдовжки 0,5-2,0 мкм.
Тинкторіальні властивості	Грампозитивні, але у мазку можуть мати вигляд грамнегативних паличок, оскільки легко знебарвлюються спиртом.
Наявність спор, капсул	Аспорогенні, деякі варіанти мають капсулу (збудник здатний формувати біоплівку).
Відношення до кисню	Факультативні анаероби (культивують в аеробних умовах за t 30-37 °C).
Відношення до температури	Психрофіли (здатні розмножуватися в умовах холодильника).
Біохімічні властивості	Каталазопозитивні, оксидазонегативні, розщеплюють з утворенням кислоти без газу – глюкозу, мальтозу, саліцин.
Рухливість	Рухомі (характерна тремтлива, перекидна рухливість): за t 20–28 °C – перитрихи, за t 37 °C – амфітрихи.

Джерело: систематизовано та узагальнено згідно з [1-3].

Лістерії є грампозитивними паличкоподібними мікроорганізмами, у мазку їх легко можна переплутати з дифтерідами або стрептококами, оскільки часто

вони розташовуються у вигляді частоколу чи короткими ланцюжками, відповідно. Виходячи з цього, при лабораторній діагностиці лістеріозу (або при їх виявленні у харчових продуктах) перевагу надають бактеріологічним методам: засівають матеріал для дослідження на кров'яний агар, МПБ, також за можливості на елективні середовища (Oxford Listeria Selective Agar, PALCAM, хромогенний агар для лістерій Thermo Scientific, Fraser Broth для збагачення тощо), вивчають культуральні характеристики, з вирощених колоній готують мазки, забарвлюють за Грамом, але остаточну ідентифікацію зазвичай проводять за біохімічними властивостями виділеної чистої культури (наприклад, шляхом засівання бактерій на строкатий ряд Гісса).

Збудник лістеріозу є сапрофітом, тривалий час зберігається і росте в температурному діапазоні від +3 до +42 °C та при pH 5,5-9,5. Бактерія добре переносить охолодження і може розмножуватися при температурах від +4 до +60 °C у продуктах (сирах, м'ясі, ковбасних виробках, молоці тощо), ґрунті, воді, на рослинах і в трупах. Зберігає життєздатність у ґрунті від 1 до 4 міс, у воді – до 20 міс, у тваринницьких приміщеннях – близько 1 міс. За температури 70 °C лістерії гинуть через 20-30 хв, за 100 °C – через 3-5 хв [8, с. 180].

L. monocytogenes здатна утворювати біоплівки – складні структуровані мікробні угруповання, занурені в екстрацелюлярний полімерний матрикс (EPS), що захищає клітини від несприятливих чинників довкілля та антимікробних агентів, у т. ч. антибіотиків. Біоплівкоутворення є багатоступеневим процесом, що включає прикріплення, формування мікроколоній, дозрівання та дисперсію (відділення бактерій від основної структури). У цьому процесі ключову роль відіграють джгутики, поверхневі білки (surfactome), сигнальні каскади (quorum sensing, PrfA, sigB), а також зовнішні чинники: температура, pH, тип поверхні, наявність солей, поживних речовин та гідродинаміка середовища. *L. monocytogenes* утворює як одновидові, так і мультивидові біоплівки, зокрема з *Pseudomonas*, *Staphylococcus aureus*, *E. coli* та іншими, що ускладнює їх елімінацію в умовах харчових виробництв. Здатність до біоплівкоутворення суттєво варіює між штамми й залежить від серотипу, наявності «островів стресостійкості» (SSI-I) та поверхневих характеристик матеріалів. Біоплівки є основним механізмом виживання *L. monocytogenes* у харчовому середовищі, забезпечуючи тривалу персистенцію, стійкість до дезінфектантів і ризик хронічного контамінування продукції. Біоплівка також захищає лістерій від дії антибіотиків, причому не тільки фізично, але й слугує середовищем для горизонтального перенесення генів резистентності (наприклад, tetM, ermB, dfrD, catA) від ентерококів і стафілококів [9-13].

До кислотного середовища *L. monocytogenes* здатна адаптуватися завдяки спеціалізованим метаболічним та захисним механізмам (зокрема, системам GAD, ADI і FoF₁-АТФази). Це дозволяє їй зберігати життєздатність в кислому середовищі їжі, шлунка та під час обробки продуктів, підвищуючи її виживання, вірулентність і ризик зараження людини [14].

L. monocytogenes виживає також в широкому температурному діапазоні, що забезпечує їй стійкість як до охолодження, так і до підвищеної температури. У відповідь на холод бактерія змінює склад мембранних ліпідів, накопичує осмоліти (гліцин-бетаїн, карнітин) і продукує білок холодового шоку (CspA), що сприяє виживанню за низьких температур. При високих температурах активується синтез білків теплового шоку 3-х класів (Hsp), які забезпечують стабілізацію білків, їхню репарацію та протеоліз при сильному пошкодженні. Терmostійкість бактерії залежить від штаму, віку клітини, складу середовища та попереднього впливу інших стрес-факторів [15].

Збудник лістеріозу здатний витримувати осмотичний стрес, викликаний високою концентрацією солі (до 10 %), завдяки двофазному механізму адаптації: первинному – з підвищеним поглинанням Калію і глутамату, та вторинному – із залученням сумісних розчинених речовин (осмолітів), таких як бетаїн, карнітин і пролін. Ці адаптаційні механізми сприяють не лише виживанню в умовах високої осмоларності, а й перехресному захисту від інших стресових чинників (наприклад, холоду), що пояснює здатність збудника зберігатися в харчових продуктах і на підприємствах, а отже – підвищує ризик передачі людині [16].

Ідентифіковано понад 13 серотипів *L. monocytogenes*, які класифікують у межах 4-х еволюційних ліній. Однак лише три з них – 1/2a (II лінія), 1/2b і 4b (I лінія) – спричиняють понад 90 % випадків лістеріозу в людей [17], оскільки мають безліч факторів вірулентності, що грають роль в патогенезі (див. табл. 2).

Таблиця 2

Фактори вірулентності *L. monocytogenes*

Назва	Функції
LIP1-1	Основний острівець патогенності, наявний у всіх штаммах; містить гени: • <i>hly</i> (лістеріолізін O) – руйнує фагосому; • <i>PlcA</i>, <i>PlcB</i> – фосфоліпази, розщеплюють різні фосфоліпіди мембран; • <i>actA</i> – відповідає за внутрішньоклітинний рух.
inlA та inlB	Білки інвазії (інтерналіни), що зв'язуються з клітинами господаря через E-кадгерин та Met-рецептор.
LIP1-3	Виявлений у деяких штаммах лінії I – пов'язаний з кишковою колонізацією, оскільки кодує лістеріоцин S (антимікробний пептид).
LIP1-4	Характерний для CC4 (лінія I), а також штамів ліній III і IV – асоціюється з нейро- та лістеріозом новонароджених.
LIP1-2	Специфічний тільки для <i>L. ivanovii</i> .
PrfA	Головний регулятор транскрипції генів вірулентності <i>L. monocytogenes</i> , що активується в умовах середовища господаря та забезпечує синтез факторів інвазії, виживання і внутрішньоклітинного поширення.
Аутолізін р60 (Iap)	Основна гідролаза, яка сприяє розщепленню пептидоглікану, поділу клітин, а також інвазії в епітелій кишківника.
Гідролаза жовчних солей (BSH)	Фермент, який каталізує розщеплення (гідроліз) зв'язку між жовчною кислотою і амінокислотою (найчастіше, таурином) в складі кон'югованих жовчних солей.

Джерело: систематизовано та узагальнено згідно з [1, 17, 19].

L. monocytogenes проходить через шлунково-кишковий тракт, де здатна виживати при рН вище 3,5, завдяки стійкості до кислого середовища. Для адаптації до жовчних солей бактерія експресує специфічні ферменти – гідролази жовчних солей, а також толерує високі концентрації солей, що забезпечує її виживання в шлунково-кишковому середовищі. У тонкому кишківнику на шляху бактерії стоять захисні фактори організму, зокрема бактерицидні пептиди, що продукуються клітинами Панета та епітелієм кишківника, а також коменсальна мікробіота, яка конкурує за ресурси та створює несприятливі умови для патогену.

Для інвазії в клітини господаря *L. monocytogenes* використовує білки InlA та InlB, які зв'язуються з рецепторами E-кадгерину та Met на поверхні епітеліальних клітин, що призводить до індукції ендоцитозу та внутрішньоклітинного проникнення бактерії. Усередині клітини бактерія опиняється у фагосомі, де в умовах низького рН активуються такі фактори вірулентності, як лістеріолізін О (LLO) та фосфоліпази PlcA і PlcB, що призводить до руйнування фагосомальної мембрани і виходу бактерії у цитозоль. У цитоплазмі *L. monocytogenes* активно рухається завдяки білку ActA, який стимулює полімеризацію актину, формуючи так званий «кометний хвіст», що забезпечує пересування збудника всередині клітини.

Після цього бактерія може переходити в сусідні клітини, утворюючи випинання мембрани, що дозволяє уникнути контакту з позаклітинними імунними чинниками, зокрема антитілами, та сприяє системній дисемінації інфекції в організмі господаря. Такий механізм забезпечує ефективне розповсюдження *L. monocytogenes*, викликаючи інвазивну форму лістеріозу [18, 19, с. 2545].

З огляду на широкий спектр механізмів інфікування, внутрішньоклітинну локалізацію та здатність уникати імунного нагляду, *L. monocytogenes* становить серйозну загрозу для вразливих категорій населення. Ефективне попередження лістеріозу базується на глибокому розумінні не лише патогенезу, а й екологічної пластичності цього збудника. Здатність *L. monocytogenes* адаптуватися до різноманітних середовищ, виживати за екстремальних температур, високого осмотичного тиску, у присутності солей і дезінфектантів, а також тривалий час зберігатися в продуктах, обумовлює необхідність комплексного підходу до профілактики інфекції.

Профілактика лістеріозу передбачає комплекс санітарно-гігієнічних та технологічних заходів, спрямованих на запобігання потраплянню *L. monocytogenes* у харчовий ланцюг та обмеження її розмноження. Зважаючи на здатність збудника виживати та ділитися при низьких температурах, навіть у холодильнику, особливу небезпеку становлять продукти тривалого зберігання, зокрема охолоджені м'ясні вироби, копченості, паштети, м'які сири з непастеризованого молока, риба холодного копчення, салати тощо. У попередній роботі нами показано, що температура зберігання свіжого м'яса (курячого філе, яловичини та свинини) протягом 3-х діб у різних частинах холодильника та морозильної

камери призводить до суттєвої інтенсифікації розмноження мікроорганізмів та зміни якісного складу мікробіоти, особливо в умовах нестабільного електропостачання [20]. Тому важливими профілактичними заходами є термічна обробка продуктів, в першу чергу м'яса (варіння, смаження, запікання), яка повністю інактивує більшість бактерій, та ретельне миття сирих овочів і фруктів, особливо перед вживанням. Не рекомендується споживати механічно пошкоджені плоди, адже *L. monocytogenes* може проникати в їхню м'якуш. Недостатнє розігрівання їжі у мікрохвильовій печі, розморожування за кімнатної температури або поверхневе бланшування не забезпечують знищення збудника. Також важливо уникати перехресного забруднення між сирими і готовими до вживання продуктами, зокрема шляхом роздільного використання кухонного приладдя (ножів, дощок) та правильного розміщення продуктів у холодильнику. Особи з груп ризику мають уникати потенційно небезпечних харчових продуктів. Водночас профілактика передбачає дотримання особистої гігієни: регулярне миття рук, особливо після контакту з сирими продуктами, відвідування туалету, транспорту або вулиці, а також використання води гарантованої якості для пиття і приготування їжі [21].

На сьогодні специфічні заходи профілактики лістеріозу для людей відсутні, однак у наукових колах активно ведуться розробки кандидатів на вакцини проти *L. monocytogenes*. Серед них вивчаються живі атенуйовані, інактивовані та субодиничні вакцини, а також так звані бактеріальні «привиди» (BGs), що складаються з оболонки бактерій без цитоплазматичного вмісту. Живі атенуйовані вакцини, згідно з результатами останніх досліджень, демонструють найвищу ефективність у стимуляції клітинної імунної відповіді, яка є ключовим фактором для елімінації внутрішньоклітинного збудника – *L. monocytogenes* [22]. Отже, запобігти лістеріозу можливо лише за умови дотримання гігієни, безпечного зберігання та належної обробки харчових продуктів.

Висновки. *Listeria monocytogenes* є високопатогенним мікроорганізмом з широкою екологічною пластичністю, що забезпечує її виживання та розмноження у різних середовищах, включно з харчовими продуктами, ґрунтом, водою та обладнанням харчових виробництв. Здатність утворювати біоплівки, адаптуватися до температурних коливань, кислотного та осмотичного стресу сприяє тривалій персистенції збудника в навколишньому середовищі та підвищує ризик контамінації харчових ланцюгів. Особливу небезпеку лістерії становлять для людей з групи ризику – вагітних, новонароджених, осіб з імунodefіцитами та літніх людей, для яких інфекція часто має тяжкий перебіг. Відсутність специфічної профілактики підкреслює важливість комплексних профілактичних заходів, що включають дотримання санітарно-гігієнічних норм, контроль якості харчових продуктів, термічну обробку їжі та запобігання перехресному забрудненню.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з поглибленим вивченням екологічної пластичності лістерій та її здатності до тривалої персистенції в

різних харчових продуктах, а також з розробкою більш ефективних методів контролю та профілактики лістеріозу. За результатами роботи розроблений навчальний відеофільм для студентів медичних, біологічних та міжнародних факультетів закладів освіти України [23].

Література:

1. Manyi-Loh C. E., Lues R. *Listeria monocytogenes* and Listeriosis: The Global Enigma. *Foods*. 2025. Vol. 14, No 7. P. 1-74. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods14071266>
2. Orsi R. H., Liao J., Carlin C. R., Wiedmann M. Taxonomy, Ecology, and Relevance to Food Safety of the Genus *Listeria* with a Particular Consideration of New *Listeria* Species Described between 2010 and 2022. *mBio*. 2024. Vol. 15, No 3. P. 1-26. DOI: <https://doi.org/10.1128/mbio.00938-23>
3. Lubber P. The Codex Alimentarius guidelines on the application of general principles of food hygiene to the control of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods. *Food Control*. 2011. Vol. 22. P. 1482-1483.
4. Allerberger F., Wagner M. Listeriosis: A Resurgent Foodborne Infection. *Clinical Microbiology and Infection*. 2010. Vol. 16, No 1. P. 16-23. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2009.03109.x>
5. Jackson K. A., Gould L. H., Hunter J. C., Kucerova Z., Jackson B. Listeriosis Outbreaks Associated with Soft Cheeses, United States, 1998-2014. *Emerging Infectious Diseases*. 2018. Vol. 24, No 6. P. 1116-1118.
6. Центр громадського здоров'я МОЗ України. Час обирати здоров'я : лістеріоз. Режим доступу: <https://phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/inshi-infekciyni-zakhvoryuvannya/listerioz> (дата звернення: 13.07.2025).
7. Пікуль К. В., Прилуцький К. Ю., Сосновська Н. М., Полторапавлов В. А., Ільченко В. І. Невідомий лістеріоз із сторічною історією вивчення. *Світ медицини та біології*. 2011. № 3 (30). С. 155-159.
8. Голубничка В. М., Івахнюк Т. В. Мікробіологія громадського здоров'я : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2021. 201 с.
9. Armbruster C. R., Parsek M. R. New insight into the early stages of biofilm formation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2018. Vol. 115. P. 4317-4319.
10. Bierne H., Cossart P. *Listeria monocytogenes* surface proteins: from genome predictions to function. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 2007. Vol. 71. P. 377-397.
11. Kostakioti M., Hadjifrangiskou M., Hultgren S. J. Bacterial biofilms: Development, dispersal, and therapeutic strategies in the dawn of the postantibiotic era. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*. 2013. Vol. 3. Art. a010306.
12. Sharma S., Mohler J., Mahajan S. D., Schwartz S. A., Bruggemann L., Aalinker R. Microbial Biofilm: A Review on Formation, Infection, Antibiotic Resistance, Control Measures, and Innovative Treatment. *Microorganisms*. 2023. Vol. 11. Art. 1614.
13. Doijad S. P., Barbudhe S., Garg S., Poharkar K. V., Kalorey D. R., Kurkure N. V., Rawool D. B., Chakraborty T. Biofilm-forming abilities of *Listeria monocytogenes* serotypes isolated from different sources. *PLoS ONE*. 2015. Vol. 10. Art. e0137046.
14. Smith J. L., Liu Y., Paoli G. C. How does *Listeria monocytogenes* combat acid conditions? *Canadian Journal of Microbiology*. 2013. Vol. 59. P. 141-152.
15. Touche C., Hamchaoui S., Quilleré A., Darsonval M., Dubois-Brissonnet F. Growth of *Listeria monocytogenes* is promoted at low temperature when exogenous unsaturated fatty acids are incorporated in its membrane. *Food Microbiology*. 2023. Vol. 110. Art. 104170.
16. Bergholz T. M., Bowen B., Wiedmann M., Boor K. J. *Listeria monocytogenes* shows temperature-dependent and independent responses to salt stress, including responses that induce cross-protection against other stresses. *Applied and Environmental Microbiology*. 2012. Vol. 78. P. 2602-2612.

17. Quereda J. J., Morón-García A., Palacios-Gorba C., Dessaux C., García-Del Portillo F., Pucciarelli M. G., Ortega A. D. Pathogenicity and virulence of *Listeria monocytogenes*: A trip from environmental to medical microbiology. *Virulence*. 2021. Vol. 12, No 1. P. 2509-2545. DOI: <https://doi.org/10.1080/21505594.2021.1975526>
18. Adhikari P., Nkurunziza F., Gupta S., Kaushal A. Recent Advances in the Detection of *Listeria monocytogenes*. *Bacterial Infectious Diseases*. 2023. Vol. 2023. P. 1-21. DOI: 10.5772/intechopen.109948
19. Mandell, Douglas, Bennett's. Principles and Practice of Infectious Diseases. 9th edition. Philadelphia : Elsevier, 2020. 4895 p.
20. Крупей К. С., Рильський О. Ф., Семененко Т. Д. Вплив температури зберігання харчових продуктів на динаміку мікробіоти. *Екологічні науки*. 2024. № 57. С. 201-208. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.6-57.30>
21. Запорізький обласний ЦКПХ. Лістеріоз: що варто знати кожному? Режим доступу: <https://zp.cdc.gov.ua/news/listerioz-shho-var-to-znati-kozhnomu/> (дата звернення: 14.07.2025).
22. Meng F., Zhu T., Chen C., Yao H., Zhang R., Li J., Chen X., Huang J., Pan Z., Jiao X., Yin Y. A live attenuated DIVA vaccine affords protection against *Listeria monocytogenes* challenge in sheep. *Microbial Pathogenesis*. 2023. Vol. 181. Art. 106204. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2023.106204>
23. Крупей К. С. Лістеріоз / *Listeria monocytogenes* : відеолекція. Запоріжжя : ЗДМФУ, 2025. Режим доступу: <https://youtu.be/UxAFW4H5jqk>

References:

1. Manyi-Loh, C. E., & Lues, R. L. (2025). *Listeria monocytogenes* and Listeriosis: The Global Enigma. *Foods*, 14(7), 1-74. <https://doi.org/10.3390/foods14071266>
2. Orsi, R. H., Liao, J., Carlin, C. R., & Wiedmann, M. (2024). Taxonomy, Ecology, and Relevance to Food Safety of the Genus *Listeria* with a Particular Consideration of New *Listeria* Species Described between 2010 and 2022. *mBio*, 15(3), 1-26. <https://doi.org/10.1128/mbio.00938-23>
3. Lubber, P. (2011). The Codex Alimentarius Guidelines on the Application of General Principles of Food Hygiene to the Control of *Listeria monocytogenes* in Ready-to-Eat Foods. *Food Control*, 22, 1482-1483.
4. Allerberger, F., & Wagner, M. (2010). Listeriosis: A Resurgent Foodborne Infection. *Clinical Microbiology and Infection*, 16(1), 16-23. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2009.03109.x>
5. Jackson, K. A., Gould, L. H., Hunter, J. C., Kucerova, Z., & Jackson, B. (2018). Listeriosis Outbreaks Associated with Soft Cheeses, United States, 1998-2014. *Emerging Infectious Diseases*, 24(6), 1116-1118.
6. Tsentr hromads'koho zdorov'ia MOZ Ukrainy. Chas obyraty zdorov'ia: listerioz. [Time to choose health: listeriosis]. URL: <https://phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/inshi-infekciyni-zakhvoryuvannya/listerioz> (data zvernennia: 13.07.2025) [in Ukrainian].
7. Pikul', K. V., Pryluts'kyi, K. Yu., Sosnovs'ka, N. M., Poltorapavlov, V. A., Il'chenko, V. I. (2011). Nevidomyi listerioz iz storichnoi istoriei vyvchennia. [An unknown listeriosis with a century-long history of study]. *Svit medytsyny ta biolohii*, 3 (30), 155-159 [in Ukrainian].
8. Holubnych, V. M., Ivakhn'iuk, T. V. (2021). Mikrobiolohiia hromads'koho zdorov'ia: navchal'nyi posibnyk. [Public Health Microbiology]. Sumi: Sums'kyi derzhavnyi universytet. 201 s. [in Ukrainian].
9. Armbruster, C. R., & Parsek, M. R. (2018). New insight into the early stages of biofilm formation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115, 4317-4319.
10. Bierne, H., & Cossart, P. (2007). *Listeria monocytogenes* surface proteins: from genome predictions to function. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 71, 377-397.

11. Kostakioti, M., Hadjifrangiskou, M., & Hultgren, S. J. (2013). Bacterial biofilms: Development, dispersal, and therapeutic strategies in the dawn of the postantibiotic era. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 3, Art. a010306.
12. Sharma, S., Mohler, J., Mahajan, S. D., Schwartz, S. A., Bruggemann, L., & Aalinkeel, R. (2023). Microbial biofilm: A review on formation, infection, antibiotic resistance, control measures, and innovative treatment. *Microorganisms*, 11, Art. 1614.
13. Doijad, S. P., Barbuddhe, S., Garg, S., Poharkar, K. V., Kaloirey, D. R., Kurkure, N. V., Rawool, D. B., & Chakraborty, T. (2015). Biofilm-forming abilities of *Listeria monocytogenes* serotypes isolated from different sources. *PLoS ONE*, 10, Art. e0137046.
14. Smith, J. L., Liu, Y., & Paoli, G. C. (2013). How does *Listeria monocytogenes* combat acid conditions? *Canadian Journal of Microbiology*, 59, 141-152.
15. Touche, C., Hamchaoui, S., Quilleré, A., Darsonval, M., & Dubois-Brissonnet, F. (2023). Growth of *Listeria monocytogenes* is promoted at low temperature when exogenous unsaturated fatty acids are incorporated in its membrane. *Food Microbiology*, 110, Art. 104170.
16. Bergholz, T. M., Bowen, B., Wiedmann, M., & Boor, K. J. (2012). *Listeria monocytogenes* shows temperature-dependent and independent responses to salt stress, including responses that induce cross-protection against other stresses. *Applied and Environmental Microbiology*, 78, 2602-2612.
17. Quereda, J. J., Morón-García, A., Palacios-Gorba, C., Dessaux, C., García-Del Portillo, F., Pucciarelli, M. G., & Ortega, A. D. (2021). Pathogenicity and virulence of *Listeria monocytogenes*: A trip from environmental to medical microbiology. *Virulence*, 12(1), 2509-2545. <https://doi.org/10.1080/21505594.2021.1975526>
18. Adhikari, P., Nkurunziza, F., Gupta, S., & Kaushal, A. (2023). Recent advances in the detection of *Listeria monocytogenes*. *Bacterial Infectious Diseases*, 2023, 1-21. <https://doi.org/10.5772/intechopen.109948>
- 19 Mandell, Douglas, & Bennett's. (2020). Principles and Practice of Infectious Diseases (9th ed.). Philadelphia: Elsevier.
20. Krupiei, K. S., Rylskyi, O. F., & Semenenko, T. D. (2024). Vplyv temperatury zberihannia kharchovykh produktiv na dynamiku mikrobioty. [The effect of food storage temperature on microbiota dynamics]. *Ekologichni nauky*, 57, 201-208. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.6-57.30> [in Ukrainian].
21. Zaporizkyi oblasnyi CKPH. (2025). Listerioz: shcho varto znaty kozhnoho? [Listeriosis: what everyone should know?]. Retrieved from <https://zp.cdc.gov.ua/news/listerioz-shho-varto-znaty-kozhnomu/> (data zvernennia: 14.07.2025) [in Ukrainian].
22. Meng, F., Zhu, T., Chen, C., Yao, H., Zhang, R., Li, J., Chen, X., Huang, J., Pan, Z., Jiao, X., & Yin, Y. (2023). A live attenuated DIVA vaccine affords protection against *Listeria monocytogenes* challenge in sheep. *Microbial Pathogenesis*, 181, Art. 106204. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2023.106204>
23. Krupiei, K. S. (2025). Listerioz / *Listeria monocytogenes* [Listeriosis / *Listeria monocytogenes*]: videolektsiia [Video]. Zaporizhzhia: ZSMPhU. Retrieved from <https://youtu.be/UxAFW4H5jqk> [in Ukrainian].