



# Особенности биологических свойств бактерий вида *Listeria innocua*, выделенных на территории Приморского края

Зайцева Е.А.<sup>1</sup>

**Актуальность.** Большинство случаев заболевания листериозом связаны с патогенным видом *Listeria monocytogenes*. В литературе появились сообщения о выделении из пищевых продуктов *L. innocua* с факторами патогенности, а также о случаях заболевания у людей, вызванных этим видом. **Цель** – оценить биологические свойства, в том числе патогенный потенциал *L. innocua*, выделенных из пищевых продуктов и объектов окружающей среды. **Материал и методы.** Проведено микробиологическое исследование культур *L. innocua*, изолированных из пищевых продуктов (n=35) и объектов окружающей среды (n=15) на территории Приморского края, а также исследование их антибиотикоустойчивости. **Результаты.** У исследуемых культур *L. innocua* отмечена стабильность фенотипических проявлений биологических свойств – морфология, типичный рост колоний на питательных средах с характерным кисломолочным запахом, голубое

или голубовато-зеленое свечение в косо проходящем свете, наличие каталазной активности и отсутствие оксидазной. Подвижность при 22 °C показали только 38±6,9% *L. innocua*. Культуры *L. innocua* не ферментировали маннит (100% культур), разлагали до кислоты без газа рамнозу (70±6,5%) и ксилозу (42,8±7%). Листерии, выделенные из овощей и объектов внешней среды, с большей частотой ферментировали рамнозу (92,8±7,2% исследуемых культур) и реже – ксилозу (28,5±12,5%) по сравнению с изолятами *L. innocua*, полученными из мясных и рыбных продуктов. Отмечена вариабельность биохимической активности *L. innocua* по отношению к маннозе (92±3,8%), сахарозе (85,7±7,8%) и мелицитозе (76,2±9,5%). Выявлены культуры *L. innocua* (34±6,7%) с гемолитической активностью (α- или β-типа), чаще у изолятов, выделенных из рыбной продукции. Липаза определялась у всех листерий независимо от источника выделения. Культуры

*L. innocua*, выделенные из пищевых продуктов и объектов окружающей среды, показали высокую чувствительность к антимикробным препаратам из групп пенициллинов (ампициллин, карбенициллин, комбинированный препарат амоксициллина и клавулановой кислоты), аминогликозидов (гентамицин, амикацин), карбапенемов (меропенем), фторхинолонов (офлоксацин). **Заключение.** Отмечена вариабельность некоторых биологических свойств *L. innocua* в зависимости от источника выделения. Выявление на территории Приморского края культур листерий с атипичными свойствами требует более глубокого изучения микроорганизмов данного вида.

**Ключевые слова:** *Listeria innocua*, гемолитическая активность, атипичные штаммы, факторы патогенности, антибиотикоустойчивость

doi: 10.18786/2072-0505-2017-45-2-147-153

Листерииоз – инфекционное заболевание человека и животных, вызванное бактериями рода *Listeria*. Большинство случаев листериоза у человека связано с видом *Listeria monocytogenes*, у животных – *L. ivanovii* [1]. Появляются публикации о заболеваниях, причиной которых становятся другие виды листерий, ранее считавшиеся непатогенными [2–5]. Так, у взрослого пациента с острым гнойным менингитом выделена *L. seeligeri*, спустя год после выздоровления у него развились тяжелые неврологические осложнения (эпилепсия, гидроцефалия) [6]. Сообщается о смертельном случае 62-летней пациентки после септицемии, вызванной *L. innocua* на фоне холангита [7]. В литературе описаны случаи выделения *L. welshimeri* [8] и *L. grayi* [4] у взрослых пациентов.

Наиболее генетически близким видом к *L. monocytogenes* считается *L. innocua*. Именно поэтому этот вид листерий рассматривается как индикатор возможного присутствия в продуктах питания *L. monocytogenes* [1]. Исследования последних лет показали возможность проявления патогенности со стороны *L. innocua* [7, 9–11]. Еще совсем недавно остававшаяся в тени *L. innocua*

все больше выходит на первый план, постепенно вытесняя другие виды листерий [12]. Ранее нами установлено, что на территории Приморского края выделяются разнообразные виды листерий [13]. Пищевые продукты, распространяемые через торговую сеть (магазины, рынки) г. Владивостока, контаминированы такими видами листерий, как *L. monocytogenes*, *L. innocua*, *L. seeligeri*, *L. welshimeri* [13]. Бактерии вида *L. seeligeri* встречались в продуктах из рыбы (горбуши, волосозуба), *L. welshimeri* – из мяса. *L. innocua* изолировали из мясной продукции (замороженного фарша, замороженных полуфабрикатов и копченой продукции, готовой к употреблению), рыбной продукции (соленой, сырокопченой, охлажденной и замороженных полуфабрикатов), а также из овощей (лука, капусты, картофеля, свеклы), хранящихся в овощехранилищах. Кроме пищевых продуктов вид *L. innocua* на территории края выделили из силоса, органов мышевидных грызунов [13]. Такое повсеместное активное распространение *L. innocua* способствует приспособлению этих бактерий к меняющимся условиям окружающей среды и появлению штаммов с атипичными свойствами [10, 11, 14]. Изучение



свойств *L. innocua* становится актуальным еще и в связи с тем, что появляются случаи листериоза, вызванного этим видом, не только у человека, но и животных [7, 15, 16].

Цель – оценить биологические свойства, в том числе патогенный потенциал *L. innocua*, выделенных из пищевых продуктов и объектов окружающей среды.

## Материал и методы

Нами исследованы культуры *L. innocua*, изолированные из пищевых продуктов (n=35) и объектов окружающей среды (n=15) на территории Приморского края.

Микробиологические исследования проводили по общепринятым методам, а также согласно ГОСТ Р 51921-2002 и МУК 4.2.1122-02 для выделения листерий. Для изучения биологических свойств (в том числе факторов патогенности) *L. innocua* использовали: для определения 1) подвижности – 0,3% полужидкий агар, модифицированную среду для определения подвижности с добавлением 2,3,5-трифенилтетразолия хлорида (ТТХ); 2) биохимической (сахаролитической) активности – среды Гисса с определенным сахаром и индикатором, тест-систему API Listeria (BioMerieux); 3) каталазной активности – 3–5% перекись водорода; 4) протеолитической активности – питательные среды, содержащие молоко; 5) лецитиназной активности – среду ГРМ (г. Оболенск) с добавлением 5% желточной эмульсии с активированным углем и без него; 6) гемолитической активности – кровяной агар: Колумбийский агар (НИЦФ, г. Санкт-Петербург), 5% взвесь эритроцитов барана; 7) липолитической активности – ГРМ-агар с добавлением к нему 10% раствора хлорида кальция и твин-субстратов (20; 60; 80).

Молекулярно-генетические методы. Нами использовались олигонуклеотидные праймеры, синтезированные фирмой «Евроген» (г. Москва). Определение принадлежности выделенных культур к бактериям рода *Listeria* проводили методом амплификации ДНК бактерий при помощи полимеразной цепной реакции (ПЦР) с праймерами *prs<sub>1</sub>*, *prs<sub>2</sub>*, как в работе [17]. Для типирования культур листерий с помощью мультиплексной ПЦР использовали бактериальные лизаты, приготовленные из суточных культур листерий по методике согласно [17]. ПЦР проводили в амплификаторе «Терцик» («ДНК-технология», Россия) по программе, описанной в [17]. Электрофорез продуктов амплификации осуществляли в 1,7% агарозном геле.

**Зайцева Елена Александровна** – д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры микробиологии и вирусологии<sup>1</sup>  
✉ 690002,  
г. Владивосток,  
пр. Острякова, 2,  
Российская Федерация.  
Тел.: +7 (902) 524 57 20.  
E-mail:  
elza200707@mail.ru

Чувствительность листерий к антимикробным препаратам определяли на среде Мюллера – Хинтона (BioMerieux) диско-диффузионным методом в соответствии с МУК 4.2.1890-04.

Полученные данные обработаны при помощи пакета прикладных программ Statistica 10.0 в операционной системе Windows 2010 с применением метода параметрического анализа: рассчитывались относительные значения (%) и их стандартные ошибки.

## Результаты

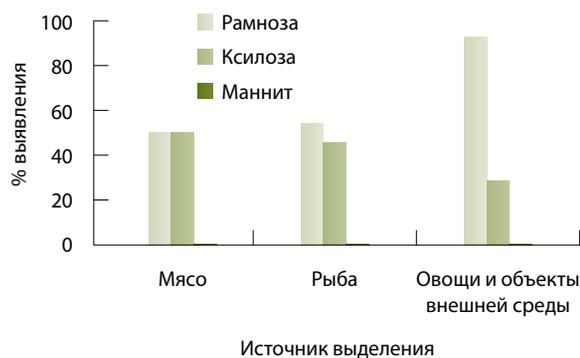
Для сравнительного анализа все исследуемые культуры *L. innocua* разделили на группы в зависимости от источника выделения: в одну группу вошли изоляты листерий из пищевых продуктов (n=35), в другую – из объектов внешней среды: смывов с производственного оборудования (n=6) и наземных растений (n=9). При изучении биологических свойств *L. innocua* отмечена стабильность фенотипических проявлений – морфология (встречались короткие, беспорядочно расположенные палочки, кокковидные формы и овоидные бактерии, которые окрашивались по Граму положительно), типичный рост колоний на питательных средах с характерным кисло-молочным запахом, голубое или голубовато-зеленое свечение в косо проходящем свете, наличие каталазы и отсутствие оксидазной активности.

Из всех исследованных культур подвижность при 22 °С показали только 38 ± 6,9% *L. innocua*. Выявлены культуры *L. innocua*, у которых подвижность отсутствовала или определялась при двух температурах: 22 °С и 37 °С (20 ± 5,7% и 42 ± 7% соответственно).

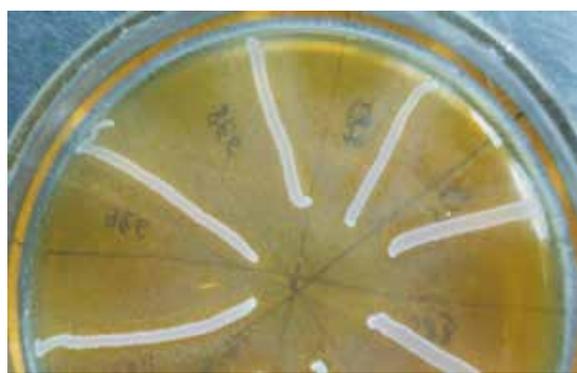
Известно, что листерии вариабельны по биохимической активности. В настоящее время для дифференциации разных видов листерий определяются ферментативные свойства в отношении трех углеводов – рамнозы, ксилозы и маннита [1]. В ходе настоящего исследования установлено: культуры *L. innocua* не ферментировали маннит (100% культур), разлагали до кислоты без газа рамнозу (70 ± 6,5%) и реже – ксилозу (42,8 ± 7%). При этом листерии, выделенные из овощей и объектов внешней среды, с большей частотой ферментировали рамнозу (92,8 ± 7,2% исследуемых культур) и реже – ксилозу (28,5 ± 12,5%) по сравнению с изолятами *L. innocua*, полученными из мясных и рыбных продуктов (рис. 1).

При анализе других биохимических свойств определили, что все исследуемые культуры *L. innocua* (n=21), независимо от источника выделения, через 24 часа разлагали до кислоты без газа

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Минздрава России; 690002, г. Владивосток, пр. Острякова, 2, Российская Федерация



**Рис. 1.** Ферментативная активность *Listeria innocua*



**Рис. 2.** Липазная активность *Listeria innocua*

эскулин, глюкозу, фруктозу, маннозу, мальтозу, салицин и не ферментировали мочевины, дульцит, адонит, раффинозу, мелибиозу, арабинозу, крахмал. Отмечено медленное кислотообразование в отношении мальтозы (до 4 суток), лактозы (от 1 до 13 дней), мелицитозы (от 1 до 24 суток), медленное и слабое кислотообразование

**Таблица 1.** Факторы патогенности бактерий вида *Listeria innocua*, изолированных в Приморском крае

Признак/ ферментативная активность	Источник, % выявления			Всего выявлено, абс./ количество исследованных культур (%)
	мясные продукты (n = 24)	рыбные продукты (n = 11)	овощи и объекты окружающей среды (n = 15)	
Каталазная	100	100	100	50/50 (100)
Лецитиназная	0	0	0	0/50 (0)
ДНКазная	58,3 ± 10,3	100	33,3 ± 12,6	30/50 (60 ± 6,9)
Гемолитическая	26,1 ± 9,4	58,3 ± 14,8	26,7 ± 11,8	17/50 (34 ± 6,7)
Липолитическая				
твин 20	90 ± 10	83,3 ± 16,6	90,9 ± 9	24/27 (88,9 ± 6,2)
твин 60	100	100	54,5 ± 15,7	22/27 (81,5 ± 7,6)
твин 80	80 ± 13,3	100	81 ± 12,4	23/27 (85,2 ± 6,9)

Данные представлены в виде среднего и стандартной ошибки (M ± m)

в отношении галактозы (от 2 до 15 дней). По отношению к другим углеводам (маннозе, сахарозе и мелицитозе) листерии показали переменные результаты. Мелицитозу разлагали до кислоты без газа 76,2 ± 9,5% культур, маннозу – 92 ± 3,8%, сахарозу – 85,7 ± 7,8% исследуемых *L. innocua*.

У всех культур изучался *in vitro* ряд ферментов, которые могут участвовать в развитии инфекционного процесса (каталаза, ДНКазная, лецитиназная, липолитическая и гемолитическая активности) (табл. 1). Все *L. innocua* были каталазоположительны, большинство культур показали ДНКазную активность, у них отсутствовала лецитиназная активность. Липаза определялась у всех культур *L. innocua* независимо от источника выделения, но отношение к твинам было переменным. При этом 59,3 ± 9,6% культур листерий ферментировали все три твин-субстрата. Большинство изолятов *L. innocua* (66,7 ± 9,2%) длительно гидролизуют твины (от 5 до 14 дней), что согласуется с данными литературы о длительности ферментации твинов до 10–14 дней\* (рис. 2).

Выявлены культуры *L. innocua* (34 ± 6,7%) с гемолитической активностью (α- или β-типа), что не является характерным свойством для листерий данного вида. Обращают на себя внимание культуры листерий, выделенные из рыбной продукции, которые обладают не только гемолитической, но и ДНКазной активностью. Культуры листерий, показавшие гемолитическую активность, были дополнительно протипированы с помощью теста API Listeria и ПЦП для подтверждения их принадлежности к роду *Listeria* и виду *L. innocua*, при этом расхождений в результатах не наблюдалось.

Анализ антибиотикорезистентности изолятов листерий показал: все исследуемые *L. innocua* (100%) были чувствительны к препаратам групп пенициллинов (ампициллину, карбенициллину, комбинированному препарату амоксициллина и клавулановой кислоты), аминогликозидов (гентамицину, амикацину), карбапенемов (меропенему), фторхинолонов (офлоксацину) и резистентны к налидиксовой кислоте (табл. 2).

## Обсуждение

Известно, что бактерии рода *Listeria* широко распространены в окружающей среде, обладают двойственной природой и способны в зависимости от среды обитания вести как сапрофитный, так и паразитический образ жизни. Огромному

\* Бакулов ИА, Васильев ДА. Бактериологический контроль пищевых продуктов на наличие листерий: метод, рекомендации. Ульяновск: Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина; 1999. 38 с. (далее – Бакулов И.А., Васильев Д.А., 1999).

Таблица 2. Чувствительность бактерий вида *Listeria innocua* к антимикробным препаратам

Препарат	Количество исследованных культур, n	Антибиотикочувствительность бактерий, абс. (%)		
		чувствительные	с промежуточной резистентностью	резистентные
<b>Группа макролидов</b>				
klarитромицин	38	37 (97,4±2,6)	0	1 (2,63±2,6)
рокситромицин	38	37 (97,4±2,6)	0	1 (2,63±2,6)
эритромицин	38	36 (94,7±3,6)	1 (2,63±2,6)	1 (2,63±2,6)
азитромицин	38	37 (97,4±2,6)	1 (2,6±2,6)	0
<b>Группа фторхинолонов</b>				
налидиксовая кислота	25	0	0	25 (100)
офлоксацин	38	38 (100)	0	0
ципрофлоксацин	38	33 (86,8±5,5)	1 (2,6±2,6)	4 (10,5±5)
пемфлоксацин	38	25 (65,8±7,7)	2 (5,3±3,6)	11 (28,9±7,4)
норфлоксацин	38	28 (73,7±7,1)	5 (13,2±5,5)	5 (13,2±5,5)
ломефлоксацин	38	21 (55,3±8)	16 (42,1±8)	1 (2,63±2,6)
левофлоксацин	27	26 (96,3±3,7)	0	1 (3,7±3,7)
спарфлоксацин	27	16 (59,3±9,6)	10 (37,04±9,5)	1 (3,7±3,7)
<b>Группа пенициллинов</b>				
карбенициллин	38	38 (100)	0	0
ампициллин	38	38 (100)	0	0
пенициллин	38	37 (97,4±2,6)	0	1 (2,63±2,6)
амоксциллин	27	26 (96,3±3,7)	0	1 (3,7±3,7)
амоксциллин + клавулановая кислота	25	25 (100)	0	0
<b>Группа ансамицинов</b>				
рифампицин	38	37 (97,4±2,6)	0	1 (2,63±2,6)
<b>Группа аминогликозидов</b>				
амикацин	38	38 (100)	0	0
гентамицин	38	38 (100)	0	0
<b>Группа тетрациклинов</b>				
доксциклин	38	33 (86,8±5,5)	2 (5,3±3,6)	3 (7,9±4,4)
тетрациклин	38	29 (76,3±6,9)	6 (15,8±5,9)	3 (7,9±4,4)
<b>Группа цефалоспоринов</b>				
цефазолин	38	35 (92,1±4,4)	1 (2,63±2,6)	2 (5,3±3,6)
цефалексин	27	18 (66,7±9,1)	5 (18,5±7,6)	4 (14,8±6,9)
цефуросим	38	25 (65,8±7,7)	9 (23,7±6,9)	4 (10,5±5)
цефотаксим	38	16 (42,1±8)	15 (39,5±7,9)	7 (18,4±6,3)
цефтазидим	36	3 (8,33±4,6)	3 (8,33±4,6)	30 (83,3±6,2)
цефоперазон	38	33 (86,8±5,5)	5 (13,2±5,5)	0
цефтриаксон	27	14 (51,8±9,8)	9 (33,3±9,2)	4 (14,8±6,9)
<b>Группа трициклических гликопептидов</b>				
ванкомицин	38	37 (97,4±2,6)	0	1 (2,63±2,6)
<b>Группа левомицетинов</b>				
хлорамфеникол	27	23 (85,2±6,8)	4 (14,8±6,9)	0
<b>Группа карбапенемов</b>				
меропенем	27	27 (100)	0	0
<b>Группа полимиксинов</b>				
полимиксин	27	4 (14,8±6,9)	2 (7,4±5,1)	21 (77,8±8)

\*Данные представлены в виде среднего и стандартной ошибки (M±m)



многообразию условий сред обитания этих бактерий соответствует широкий спектр их адаптационных возможностей (существовать в большом диапазоне температуры, влажности, рН среды), увеличивающий их шансы на выживание в различных экологических условиях. Многие зарубежные авторы считают преобладающим распространение *L. innocua* среди морепродуктов [12, 18]. В наших исследованиях этот вид листерий также часто выделяли из мясной продукции (говядины, свинины, пельменей, мясных палочек). Почти вся мясная продукция, из которой были выделены *L. innocua*, была замороженной, тогда как большинство рыбной продукции и овощей – охлажденными или свежими. Среди мясной продукции и овощей преобладали полуфабрикаты, рыбной – продукция, готовая к употреблению [13].

Необходимо отметить, что многие исследователи говорят о преобладании *L. innocua* в морской воде по сравнению с другими видами листерий, особенно много их в прибрежных водах. Наличие атипичных *L. innocua* в морской воде может стать причиной контаминации рыб, кальмаров, ракообразных и других животных (морепродукты), что, в свою очередь, может представлять опасность для людей [18].

Листерии вариабельны по биохимической активности, и выделенным культурам листерий присуще непостоянство их биохимических и биологических признаков. Практически все тесты по ферментации листериями углеводов, кроме эскулина, не дают 100% идентификации микроорганизма до вида. В настоящее время для дифференциации разных видов листерий определяются ферментативные свойства в отношении трех углеводов – рамнозы, ксилозы и маннита [1]. Известно, что для вида *L. innocua* характерно отсутствие ферментации маннита, L-рамнозы, D-ксилозы и наличие гидролиза α-метил-D-маннозида [1]. Данные, полученные нами при изучении фенотипических проявлений биологических свойств *L. innocua*, выделенных из пищевых продуктов и объектов внешней среды в Приморском крае, показали вариабельность некоторых из них в зависимости от источника выделения культуры (наличие подвижности или ее отсутствие при двух температурах, биохимическую активность). В ходе настоящего исследования установлено, что *L. innocua* не ферментировали маннит, но разлагали рамнозу ( $70 \pm 6,5\%$ ) и ксилозу ( $42,8 \pm 7\%$ ). В большей степени это было характерно для листерий, выделенных из овощей и объектов внешней среды, чем для изолятов, полученных из мясных и рыбных продуктов.

Выявлены вариабельные свойства *L. innocua* по отношению к маннозе, сахарозе и мелицитозе. Большинство исследуемых культур листерий гидролизировали маннозу ( $92 \pm 3,8\%$ ), сахарозу ( $85,7 \pm 7,8\%$ ) и мелицитозу ( $76,2 \pm 9,5\%$ ). Отмечено медленное кислотообразование в отношении мальтозы (до 4 суток), лактозы (от 1 до 13 дней), мелецитозы (от 1 до 24 суток), медленное и слабое в отношении галактозы (от 2 до 15 дней). Вместе с тем по данным литературы у *L. innocua* медленное кислотообразование установлено только в отношении мальтозы.

Отечественные ученые рекомендуют при идентификации листерий учитывать их способность разлагать глюкозу, салицин, рамнозу, маннозу и мальтозу наряду с отсутствием разложения дульцита, инулина и арабинозы (Бакулов И.А., Васильев Д.А., 1999). В нашей работе все изученные культуры *L. innocua* ( $n=21$ ), независимо от источника выделения, через 24 часа разлагали до кислоты без газа кроме глюкозы, салицина, мальтозы еще и эскулин, фруктозу, и не ферментировали мочевины, дульцит, адонит, раффинозу, мелибиозу, арабинозу, крахмал. Возможно, выявленные особенности фенотипических проявлений биохимической активности *L. innocua*, выделенных из пищевых продуктов и объектов окружающей среды, свидетельствуют о появлении атипичных штаммов и помогут в дальнейшем дифференцировать их от других видов листерий.

При изучении факторов патогенности у *L. innocua* выявили нехарактерную для бактерий этого вида гемолитическую активность. Отмечено 17 культур, у которых на кровяном агаре наблюдалась гемолитическая активность (α- или β-типа), чаще среди *L. innocua*, выделенных из рыбы. При помощи теста API Listeria и ПЦР было получено подтверждение, что данные культуры действительно относятся к виду *L. innocua* (определена биохимическая активность и генетическая структура, характерные именно для *L. innocua*) [17]. Выявленная нами у *L. innocua* гемолитическая активность указывает на появление атипичных свойств. Это согласуется с выводами других исследователей, связывающих гемолитическую активность атипичных штаммов *L. innocua* с наличием в их геноме кластеров генов, аналогичных *L. monocytogenes* [10, 14].

В процессе адаптации микроорганизма к определенным условиям существования немаловажное значение отводится антибиотикорезистентности бактерий, которые могут приобретать новые признаки, ранее для них не характерные. В нашем исследовании культуры *L. innocua* сохраняют высокую чувствительность

#### Благодарность

Автор выражает благодарность С.М. Стародумовой за совместное проведение молекулярно-генетических исследований по типированию листерий, д.б.н. Л.С. Бузолевой за предоставленную возможность проводить исследования на базе лаборатории экологии патогенных бактерий ФГБНУ «Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Г.П. Сомова», а также сотрудникам экспериментально-производственной лаборатории НИИЭМ им. Г.П. Сомова – инженеру Л.Н. Фатеевой и лаборанту С.И. Тарабановой.



к антимикробным препаратам, широко используемым в настоящее время.

В заключение отметим: полученные нами данные показали вариабельность фенотипических проявлений биологических свойств *L. innocua* в зависимости от источника выделения, выявлены культуры с атипичными свойствами, что диктует необходимость дальнейшего более глубокого изучения микроорганизмов данного вида.

## Выводы

1. Анализ биологических свойств листерий, изолированных из различных источников,

**Конфликт интересов**  
Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование**  
Исследование проводилось без привлечения спонсорских средств.

## Литература

1. Тартаковский ИС, Малеев ВВ, Ермолаева СА. Листерии: роль в инфекционной патологии человека и лабораторная диагностика. М.: Медицина для всех; 2002. 200 с.
2. Snapir YM, Vaisbein E, Nassar F. Low virulence but potentially fatal outcome – *Listeria ivanovii*. Eur J Intern Med. 2006;17(4):286–7. doi: 10.1016/j.ejim.2005.12.006.
3. Guillet C, Join-Lambert O, Le Monnier A, Leclercq A, Mechai F, Mamzer-Bruneel MF, Bielecka MK, Scortti M, Disson O, Berche P, Vazquez-Boland J, Lortholary O, Leclercq M. Human listeriosis caused by *Listeria ivanovii*. Emerg Infect Dis. 2010;16(1):136–8. doi: 10.3201/eid1601.091155.
4. Rapose A, Lick SD, Ismail N. *Listeria grayi* bacteremia in a heart transplant recipient. Transpl Infect Dis. 2008;10(6):434–6. doi: 10.1111/j.1399-3062.2008.00333.x.
5. Salimnia H, Patel D, Lephart PR, Fairfax MR, Chandrasekar PH. *Listeria grayi*: vancomycin-resistant, gram-positive rod causing bacteremia in a stem cell transplant recipient. Transpl Infect Dis. 2010;12(6):526–8. doi: 10.1111/j.1399-3062.2010.00539.x.
6. Rocourt J, Hof H, Schrettenbrunner A, Malinverni R, Bille J. Acute purulent *Listeria seelingeri* meningitis in an immunocompetent adult. Schweiz Med Wochenschr. 1986;116(8):248–51.
7. Perrin M, Bemer M, Delamare C. Fatal case of *Listeria innocua* bacteremia. J Clin Microbiol. 2003;41(11):5308–9. doi: 10.1128/JCM.41.11.5308-5309.2003.
8. Andre P, Genicot A. First isolation of *Listeria welshimeri* in a human. Zentralbl Bakteriol Mikrobiol Hyg A. 1987;263(4):605–6.
9. Montazeri N, Himelbloom BH, Oliveira AC, Leigh MB, Crapo CA. Refined liquid smoke: a potential anti-*Listeria* additive to cold-smoked sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). J Food Prot. 2013;76(5):812–9. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-12-368.
10. Volokhov DV, Duperrier S, Neverov AA, George J, Buchrieser C, Hitchins AD. The presence of the internalin gene in natural atypically hemolytic *Listeria innocua* strains suggests descent from *L. monocytogenes*. Appl Environ Microbiol. 2007;73(6):1928–39. doi: 10.1128/AEM.01796-06.
11. Johnson J, Jinneman K, Stelma G, Smith BG, Lye D, Messer J, Ulaszek J, Evsen L, Gendel S, Bennett RW, Swaminathan B, Pruckler J, Steigerwalt A, Kathariou S, Yildirim S, Volokhov D, Rasooly A, Chizhikov V, Wiedmann M, Fortes E, Duvall RE, Hitchins AD. Natural atypical *Listeria innocua* strains with *Listeria monocytogenes* pathogenicity island 1 genes. Appl Environ Microbiol. 2004;70(7):4256–66. doi: 10.1128/AEM.70.7.4256-4266.2004.
12. El-Shenawy M, El-Shenawy M, Mañes J, Soriano JM. *Listeria* spp. in Street-Vended Ready-to-Eat Foods. Interdiscip Perspect Infect Dis. 2011;2011:968031. doi: 10.1155/2011/968031.
13. Зайцева ЕА, Ермолаева СА, Пуховская НМ, Мусатов ЮС, Иванов ЛИ, Сомов ГП. Распространение *Listeria monocytogenes* и ее роль в инфекционной патологии на Дальнем Востоке России. Тихоокеанский медицинский журнал. 2010;(4):19–23.
14. Clayton EM, Daly KM, Guinane CM, Hill C, Cotter PD, Ross PR. Atypical *Listeria innocua* strains possess an intact LIPI-3. BMC Microbiol. 2014;14:58. doi: 10.1186/1471-2180-14-58.
15. Rocha PR, Dalmaso A, Grattarola C, Casalone C, Del Piero F, Bottero MT, Capucchio MT. Atypical cerebral listeriosis associated with *Listeria innocua* in a beef bull. Res Vet Sci. 2013;94(1):111–4. doi: 10.1016/j.rvsc.2012.07.017.
16. Fentahun T, Fresebehat A. Listeriosis in small ruminants: a review. Advan Biol Res. 2012;6(6):202–9. doi: 10.5829/idosi.abr.2012.6.6.66159.
17. Стародумова СМ, Зайцева ЕА. Способ быстрой идентификации бактерий рода *Listeria* и патогенного вида *Listeria monocytogenes* с помощью мультиплексной ПЦР. Тихоокеанский медицинский журнал. 2014;(1):95–7.
18. El-Shenawy MA. *Listeria* spp. in the coastal environment of the Aqaba Gulf, Suez Gulf and the Red Sea. Epidemiol Infect. 2006;134(4):752–7. doi: 10.1017/S0950268805005601.

## References

1. Tartakovskiy IS, Maleev VV, Ermolaeva SA. *Listeria*: their role in infectious disease in humans and laboratory diagnostics. Moscow: Meditsina dlya vseh; 2002. 200 p. Russian.
2. Snapir YM, Vaisbein E, Nassar F. Low virulence but potentially fatal outcome – *Listeria ivanovii*. Eur J Intern Med. 2006;17(4):286–7. doi: 10.1016/j.ejim.2005.12.006.
3. Guillet C, Join-Lambert O, Le Monnier A, Leclercq A, Mechai F, Mamzer-Bruneel MF, Bielecka MK, Scortti M, Disson O, Berche P, Vazquez-Boland J, Lortholary O, Leclercq M. Human listeriosis caused by *Listeria ivanovii*. Emerg Infect Dis. 2010;16(1):136–8. doi: 10.3201/eid1601.091155.
4. Rapose A, Lick SD, Ismail N. *Listeria grayi* bacteremia in a heart transplant recipient. Transpl Infect Dis. 2008;10(6):434–6. doi: 10.1111/j.1399-3062.2008.00333.x.
5. Salimnia H, Patel D, Lephart PR, Fairfax MR, Chandrasekar PH. *Listeria grayi*: vancomycin-resistant, gram-positive rod causing bacteremia in a stem cell transplant recipient.



- Transpl Infect Dis. 2010;12(6):526–8. doi: 10.1111/j.1399-3062.2010.00539.x.
6. Rocourt J, Hof H, Schrettenbrunner A, Malinverni R, Bille J. Acute purulent *Listeria seelingeri* meningitis in an immunocompetent adult. *Schweiz Med Wochenschr.* 1986;116(8):248–51.
  7. Perrin M, Bemer M, Delamare C. Fatal case of *Listeria innocua* bacteremia. *J Clin Microbiol.* 2003;41(11):5308–9. doi: 10.1128/JCM.41.11.5308-5309.2003.
  8. Andre P, Genicot A. First isolation of *Listeria welshimeri* in a human. *Zentralbl Bakteriol Mikrobiol Hyg A.* 1987;263(4):605–6.
  9. Montazeri N, Himelbloom BH, Oliveira AC, Leigh MB, Crapo CA. Refined liquid smoke: a potential anti-*Listeria* additive to cold-smoked sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *J Food Prot.* 2013;76(5):812–9. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-12-368.
  10. Volokhov DV, Duperrier S, Neverov AA, George J, Buchrieser C, Hitchins AD. The presence of the internalin gene in natural atypical hemolytic *Listeria innocua* strains suggests descent from *L. monocytogenes*. *Appl Environ Microbiol.* 2007;73(6):1928–39. doi: 10.1128/AEM.01796-06.
  11. Johnson J, Jinneman K, Stelma G, Smith BG, Lye D, Messer J, Ulaszek J, Evsen L, Gendel S, Bennett RW, Swaminathan B, Pruckler J, Steigerwalt A, Kathariou S, Yildirim S, Volokhov D, Rasooly A, Chizhikov V, Wiedmann M, Fortes E, Duvall RE, Hitchins AD. Natural atypical *Listeria innocua* strains with *Listeria monocytogenes* pathogenicity island 1 genes. *Appl Environ Microbiol.* 2004;70(7):4256–66. doi: 10.1128/AEM.70.7.4256-4266.2004.
  12. El-Shenawy M, El-Shenawy M, Mañes J, Soriano JM. *Listeria* spp. in Street-Vended Ready-to-Eat Foods. *Interdiscip Perspect Infect Dis.* 2011;2011:968031. doi: 10.1155/2011/968031.
  13. Zaitseva EA, Ermolaeva SA, Pukhovskaya NM, Musatov YuS, Ivanov LI, Somov GP. Spreading *Listeria monocytogenes* and its role in infectious pathology in the Russian Far East. *Pacific Medical Journal.* 2010;(4):19–23. Russian.
  14. Clayton EM, Daly KM, Guinane CM, Hill C, Cotter PD, Ross PR. Atypical *Listeria innocua* strains possess an intact LIPI-3. *BMC Microbiol.* 2014;14:58. doi: 10.1186/1471-2180-14-58.
  15. Rocha PR, Dalmasso A, Grattarola C, Casalone C, Del Piero F, Bottero MT, Capucchio MT. Atypical cerebral listeriosis associated with *Listeria innocua* in a beef bull. *Res Vet Sci.* 2013;94(1):111–4. doi: 10.1016/j.rvsc.2012.07.017.
  16. Fentahun T, Fresebehat A. Listeriosis in small ruminants: a review. *Advan Biol Res.* 2012;6(6):202–9. doi: 10.5829/idosi.abr.2012.6.6.66159.
  17. Starodumova SM, Zaitseva EA. The way of a quick identification of bacteria genus *Listeria* and pathogenic species of *Listeria monocytogenes* by means of the multiplex polymerase chain reaction. *Pacific Medical Journal.* 2014;(1):95–7. Russian.
  18. El-Shenawy MA. *Listeria* spp. in the coastal environment of the Aqaba Gulf, Suez Gulf and the Red Sea. *Epidemiol Infect.* 2006;134(4):752–7. doi: 10.1017/S0950268805005601.

## Specific biological properties of *Listeria innocua* spp. isolated in Primorye Territory

Zaitseva E.A.<sup>1</sup>

**Rationale:** Most cases of listeriosis are caused by the pathogenic *Listeria monocytogenes*. Some cases of isolation of *L. innocua* with pathogenicity factors from foods have been published, as well as on the cases of the disease in humans caused by this species. **Aim:** To assess biological properties including potential pathogenicity of *L. innocua*, isolated from food and environmental objects. **Materials and methods:** We performed microbiological study of *L. innocua* cultures isolated from foods (n=35) and environmental objects (n=15) on the territory of Primorye Territory (Russian Federation), as well as assessment of their sensitivity to antibiotics. **Results:** The studied *L. innocua* cultures showed stable phenotypic features of their biological properties, such as morphology, typical colony growth on the medium with characteristic odor of fermented milk, blue or blue-green luminescence induced by inclined light, presence of catalase activity and absence of the oxidase activity. Only 38±6.9% of *L. innocua* demonstrated movements at T 22 °C. *L. innocua* cultures did not ferment mannitol (100% of cultures); they degraded ramnose to its acid without gas (70±6.5%) and degraded xylose (42.8±7%). *Listeria* isolated from vegetables and environmental objects could

ferment ramnose (92.8±7.2% of the studied cultures) and xylose (28.5±12.5%) more frequently than *L. innocua* isolated from meat and fish foods. *L. innocua* demonstrated variable biochemical activities towards mannose (92±3.8%), saccharose (85.7±7.8%) and melisitose (76.2±9.5%). *L. innocua* cultures with hemolytic activity (34±6.7%) (α or β type) were isolated, more commonly from fish products. All *Listeria* irrespective of their isolation source showed lipase activity. *L. innocua* cultures from foods and environmental objects were highly sensitive to antimicrobials from the following classes: penicillins (ampicillin, carbenicillin, combined amoxicillin and clavulanic acid), aminoglycosides (gentamycin, amikacin), carbapenems (meropenem), and fluoroquinolones (ofloxacin). **Conclusion:** Some biological properties of *L. innocua* were variable depending on the source of isolation. Isolation of *Listeria* with atypical properties in the territory of Primorye Territory requires that these microorganisms should be studied in more detail.

**Key words:** *Listeria innocua*, hemolytic activity, atypical strains, pathogenicity factors, antibiotic sensitivity

**Zaitseva Elena A.** – MD, PhD, Professor, Chair of Microbiology and Virology<sup>1</sup>  
 ✉ 2 Ostryakova prospekt, Vladivostok, 690002, Russian Federation. Tel.: +7 (902) 524 57 20.  
 E-mail: elza200707@mail.ru