

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ

УДК 616.036

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ДОПУСТИМЫХ УРОВНЕЙ СОДЕРЖАНИЯ L. MONOCYTOGENES В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ ПО КРИТЕРИЯМ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

Н.В. Зайцева, П.З. Шур, Н.Г. Атискова, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, д. 82

Изложены результаты сравнительной оценки риска возникновения листериоза, связанного с потреблением пищевых продуктов с содержанием *L. monocytogenes* на уровне нормативов стран Таможенного союза и нормативов Комиссии Codex Alimentarius и Европейского союза при обращении продуктов на рынке. Установлено, что при экспозиции на уровне гигиенических нормативов стран Таможенного союза (отсутствие *L. monocytogenes* в 25 граммах пищевых продуктов) риск для здоровья будет не выше предельно допустимого. Принятие нормативов Комиссии Codex Alimentarius и Европейского союза (100 КОЕ *L. monocytogenes*/г при обращении на рынке) может привести к недопустимым уровням риска как для населения Российской Федерации в целом, так и для наиболее чувствительных групп.

Ключевые слова: оценка безопасности, допустимые уровни, оценка микробиологического риска, *L. monocytogenes*.

Риски, создаваемые микробиологическими опасными факторами, имеют непосредственное и серьезное значение для здоровья человека. При этом общая цель анализа микробиологического риска заключается в обеспечении охраны здоровья населения. Оценка риска является ключевым элементом в установлении стандартов, касающихся безопасности пищевых продуктов, чтобы таким образом еще больше улучшить защиту потребителей и облегчить международную торговлю [1]. Процесс оценки микробиологического риска должен в максимально возможной степени

включать использование количественной информации при оценке риска. Оценка микробиологического риска должна проводиться с применением структурированного подхода, включающего идентификацию опасных факторов, определение характеристик опасных факторов, оценки экспозиции, определения характеристик риска [2–5].

Микробиологический критерий должен устанавливаться и применяться только там, где есть очевидная необходимость и его применение практически возможно. На такую необходимость, например, указывают эпидемиологические данные, свидетельст-

© Зайцева Н.В., Шур П.З., Атискова Н.Г., Кирьянов Д.А., Камалтдинов М.Р., 2013

Зайцева Нина Владимировна (Пермь, Россия) – академик РАМН, доктор медицинских наук, профессор, директор ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (e-mail: znv@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-25-34).

Шур Павел Залманович (Пермь, Россия) – доктор медицинских наук, ученый секретарь (e-mail: shur@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 238-33-37).

Атискова Нина Георгиевна (Пермь, Россия) – ведущий специалист по оценке риска отдела анализа риска для здоровья (e-mail: atiskova@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 238-33-37).

Кирьянов Дмитрий Александрович (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, заведующий отделом математического моделирования систем и процессов (e-mail: kda@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04).

Камалтдинов Марат Рашидович (Пермь, Россия) – младший научный сотрудник (e-mail: kamaltdinov@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04).

вующие о том, что рассматриваемый пищевой продукт может представлять риск для общественного здоровья и что для защиты потребителя целесообразно иметь некоторый критерий, или же необходимость установления критерия вытекает из результатов анализа риска [4, 6].

Необходимость установления гигиенических нормативов содержания *L. monocytogenes* в пищевых продуктах не подлежит сомнению, поскольку листериоз является опасным заболеванием (уровень летальности достигает 21 %) [7]. Имеется достаточно свидетельств в США и Европе о связи данного заболевания с употреблением зараженных листериями пищевых продуктов, прежде всего, сыра, других молочных продуктов и салатов, в меньшей степени – мясных, куриных и рыбных изделий [8–12]. В Российской Федерации также имеются сведения о поступлении *L. monocytogenes* с пищей [13–14].

В странах Таможенного союза в качестве гигиенического норматива установлено отсутствие колониеобразующих единиц (КОЕ) в 25 граммах продукции [15–17]. В соответствии с основным документом Codex Alimentarius CAC/GL61-2007 [18] значение критерия допустимого содержания *L. monocytogenes* в продуктах питания выбирается, исходя из вероятности роста и размножения бактерий в исследуемой группе продуктов. Так, для пищевых продуктов, не поддерживающих рост и размножение *L. monocytogenes* в силу своих физико-химических свойств, установлен допустимый уровень содержания бактерий в 100 КОЕ *L. monocytogenes*/г, а для пищевых продуктов, в которых возможны рост и размножение, – отсутствие в 25 г продукта. В странах Европейского союза в соответствии с Регламентом ЕС 1441/2007 [19] установлены критерии содержания *L. monocytogenes* для детского питания и продуктов лечебного питания (отсутствие в 25 г продукта), для других продуктов питания, в которых возможны рост и размножение *L. monocytogenes*, а также для других продуктов, не поддерживающих рост и размножение *L. monocytogenes* (100 КОЕ

L. monocytogenes/г – во время обращения на рынке и отсутствие в 25 г продукта – перед выпуском на рынок производителем).

В качестве цели исследования была определена оценка требований технических регламентов и Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) Таможенного союза (далее – Единые санитарные требования ТС), и нормативов, установленных в международных документах (ВТО, Европейский союз) по критериям допустимого риска здоровью, связанного с допустимыми уровнями содержания *L. monocytogenes* в пищевой продукции, в том числе для чувствительных субпопуляций.

На этапе идентификации опасности установлено, что *L. monocytogenes* является грамположительным факультативным анаэробом, неспорообразующей палочкой. Бактерия относится к группе психротрофов, то есть способна к активному размножению при низких температурах (4–10 °С) и может расти при температуре от 0 до 45 °С (температурный оптимум – 37 °С), а также рН от 4,4 до 9,4 и активности воды 0,9 в растворе NaCl (Miller, 1992). Микроорганизмы устойчивы к воздействию высокой солености воды и кислотности, что, в отличие от большинства других неспорообразующих бактерий, являющихся возбудителями пищевых инфекций, позволяет им в течение долгого времени сохраняться при неблагоприятных условиях внешней среды [20–21]. *L. monocytogenes* обнаруживается на различных этапах производства продуктов питания [21, 22] и способна длительно сохраняться в пищевых продуктах, переработанных растениях, быту и окружающей среде, особенно в условиях хранения в холодильнике или морозильной камере.

L. monocytogenes чаще всего выделяются, в условиях переработки продуктов, характеризующихся низкими температурами и высокой влажностью, в таких продуктах питания, как молоко, сыры (особенно мягкие виды), мороженое, сырые овощи, ферментированное сырое мясо и вареные сосиски, сырое и вареное мясо домашней

птицы, сырые мясные продукты, сырые и копченые морепродукты [21–25].

Одной из сложностей характеристики опасности листериоза, возникновения которого связано с продуктами питания, является отсутствие четкого определения для случаев заболевания. Основная масса случаев обращения в лечебные учреждения связана с тяжелыми случаями заболевания, требующими медицинского вмешательства. Целесообразнее, однако, рассматривать случай инфицирования как колонизацию микроорганизмов в организме хозяина (прикрепление к слизистой и их рост), результатом которой могут быть и асимптомные формы, гастроэнтерит с лихорадкой, тяжелые формы заболевания или смерть. В случае инвазивного листериоза возможно развитие перинатального листериоза, менингита или септицемии. Вероятность поражения слизистой кишечника зависит от ряда факторов, включая число поступивших бактерий, восприимчивость организма хозяина, вирулентность бактерий [26].

С целью исключения контаминации *L. monocytogenes* внедряются программы НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points), а также меры, направленные на улучшение санитарных условий в пищевой промышленности, в результате чего заболеваемость листериозом в США [27], Великобритании [28], Австралии [29] и Франции [30] удалось снизить. Однако, начиная с этого времени, уровень заболеваемости остается относительно постоянным [31].

Проведение характеристики опасности показало, что контаминированная *L. monocytogenes* пища считается основным путем передачи инфекции и причиной 99 % случаев листериоза [32, 33].

Наибольшее значение при этом имеет готовая к употреблению пища, поддерживающая рост *L. monocytogenes*, которая длительно хранится в условиях холодильника, а также употребляется без последующей обработки против возбудителя листериоза [25, 34–36], то есть продукты, изначально прошедшие соответствующую обработку, а в последующем контаминиро-

ванные либо подвергшиеся кросс-контаминации в точках продажи или в быту. При зафиксированных вспышках и спорадических случаях заболеваемости листериозом, связанных с употреблением пищевых продуктов, количество *L. monocytogenes* колебалось от 10^2 до 10^6 в грамме продукта [37]. Среди зарегистрированных вспышек листериоза с 1985 по 2005 г. с известными данными содержания *L. monocytogenes* в 1 г продукта отмечается вспышка 1998–1999 гг. в Финляндии, связанная с употреблением сливочного масла, где было обнаружено 10 КОЕ *L. monocytogenes*/г продукта [52]. При этом заболели 18 человек, из них было 4 летальных исхода. Таким образом, можно предположить, что содержание 10 КОЕ *L. monocytogenes*/г продукта может считаться минимальной инфицирующей дозой.

L. monocytogenes часто находятся в кишечнике человека транзиторно. Доля населения, в пробах фекалий которого обнаруживаются *L. monocytogenes*, составляет от 0,5 до 29 % [24]. В среднем 2–10 % населения являются переносчиками бактерий без проявления каких-либо нарушений со стороны здоровья [24, 38–42]. Наличие большого числа здоровых носителей, по мнению Farber and Peterkin [24], указывает, что присутствие *L. monocytogenes* в фекалиях необязательно для установления наличия инфекции.

Беременность повышает риск развития листериоза, однако не считается predisposing фактором к развитию носительства [43]. Здоровые беременные женщины могут являться переносчиками *L. monocytogenes*, но при этом родить здоровых детей.

Считается, что более 20 % населения относятся к группе высокого риска развития листериоза [44, 45]. Здоровые дети и иммунокомпетентные взрослые имеют низкий риск развития тяжелого листериоза.

Для оценки зависимости «экспозиция – эффект» применялись модели «доза–ответ». В данном контексте под дозой понимается количество поступивших через желудочно-кишечный тракт *L. monocytoge-*

нес микроорганизмов. Негативный эффект со стороны здоровья рассматривался как вероятность развития заболевания. Подобные модели, как правило, построены с использованием известных статистических функций распределения вероятности, коэффициенты зависимостей определяются из результатов эпидемиологических исследований. Одной из наиболее простых и часто используемых моделей является экспоненциальная модель с одним параметром [46, 47]:

$$P_i = 1 - \exp[-r_i \cdot N_i], \quad (1)$$

где P_i – вероятность заболевания после потребления i -го продукта, N_i – доза микроорганизмов, КОЕ *L. monocytogenes*/сутки, r_i – параметр, соответствующий вероятности заболевания при воздействии единичного микроорганизма. Уравнение (1) широко применяется для оценки вероятности заболеваний, обусловленных воздействием *Listeria monocytogenes* [48]. В расчетах риска заболевания людей с нормальным иммунитетом были использованы известные коэффициенты по трем видам продуктов:

1) копченая рыба: $r_1 = 5,6 \cdot 10^{-10}$ [45];

2) шоколадное молоко: $r_2 = 5,8 \cdot 10^{-12}$ [48];

3) салат «тунец–кукуруза (овощи)»: $r_3 = 1,8 \cdot 10^{-8}$ [48].

При оценке риска заболевания после употребления нескольких видов продуктов применялась гипотеза аддитивности вероятности $P = \sum_i P_i$, допустимая при малых значениях P_i .

Для расчета вероятности заболевания у людей чувствительных групп (беременные и кормящие) использовался коэффициент $r = 3,15 \cdot 10^{-7}$ [48].

Оценка экспозиции проводилась на основе среднесуточного потребления групп пищевых продуктов, считающихся наиболее вероятными источниками *L. monocytogenes* различными группами населения и

допустимого содержания *L. monocytogenes* в продуктах питания [48].

При оценке экспозиции для населения Российской Федерации использовалось несколько вариантов суточного потребления продуктов питания (овощи, фрукты, жировые продукты, молочные продукты, мясные продукты, рыба (морепродукты)): рекомендуемое суточное потребление пищевых продуктов населением Российской Федерации [49], фактическое суточное потребление пищевых продуктов взрослым населением [50], оптимальный среднесуточный набор продуктов питания для беременных и кормящих женщин, полностью обеспечивающий их физиологические потребности в пищевых веществах и энергии [51].

Количество *L. monocytogenes* в пищевых продуктах при соблюдении гигиенических нормативов, установленных техническими регламентами Таможенного союза, Комиссией Codex Alimentarius и директивами Европейского союза в конечной точке производства пищевого продукта, принималось на уровне 0,04 КОЕ *L. monocytogenes*/г [48]. Максимальное допустимое содержание *L. monocytogenes* в пищевом продукте, готовом к употреблению и поступившем на рынок в соответствии с нормами Комиссии Codex Alimentarius и директивами Европейского союза, составляло 100 КОЕ /г.

Расчет количества *L. monocytogenes*, поступающих с пищевыми продуктами, проводился по следующим сценариям:

– при рекомендуемом суточном потреблении пищевых продуктов взрослым населением с содержанием *L. monocytogenes* на уровне 0,04 и 100 КОЕ/г (сценарии 1 и 2);

– при фактическом суточном потреблении пищевых продуктов взрослым населением с содержанием *L. monocytogenes* на уровне 0,04 и 100 КОЕ/г (сценарии 3 и 4);

– при потреблении в соответствии с оптимальным среднесуточным набором продуктов питания для беременных (овощи и рыба) и при рекомендуемом суточном потреблении остальных пищевых продуктов с содержанием *L. monocytogenes* на уровне 0,04 и 100 КОЕ/г (сценарии 5 и 6);

– при потреблении в соответствии с оптимальным среднесуточным набором продуктов питания для беременных (овощи и рыба) и при фактическом суточном потреблении остальных пищевых продуктов с содержанием *L. monocytogenes* на уровне 0,04 и 100 КОЕ/г (сценарии 7 и 8);

– при потреблении в соответствии с оптимальным среднесуточным набором продуктов питания для кормящих (овощи и рыба) и при рекомендуемом суточном потреблении остальных пищевых продуктов с содержанием *L. monocytogenes* на уровне 0,04 и 100 КОЕ/г (сценарии 9 и 10);

– при потреблении в соответствии с оптимальным среднесуточным набором

продуктов питания для кормящих (овощи и рыба) и при фактическом суточном потреблении остальных пищевых продуктов с содержанием *L. monocytogenes* на уровне 0,04 и 100 КОЕ/г (сценарии 11 и 12).

Максимальное суточное поступление *L. monocytogenes* с продуктами питания при предложенных сценариях экспозиции составило от 44 (сценарий 3) до 185660 (сценарий 2) КОЕ/день.

На этапе **характеристики риска** по результатам моделирования зависимости «доза–ответ» были рассчитаны вероятности развития листериоза для указанных сценариев воздействия (таблица).

Риск развития листериоза при поступлении с пищевыми продуктами при различных сценариях экспозиции

Группа продуктов питания	Овощи	Молочные продукты	Рыба	Суммарный риск
Сценарий 1	2,76 ⁻⁰⁷	2,16 ⁻¹⁰	1,35 ⁻⁰⁹	2,77 ⁻⁰⁷
Сценарий 2	6,89⁻⁰⁴	5,40 ⁻⁰⁷	3,37 ⁻⁰⁶	6,93⁻⁰⁴
Сценарий 3	1,41 ⁻⁰⁷	1,29 ⁻¹⁰	5,38 ⁻¹⁰	1,42 ⁻⁰⁷
Сценарий 4	3,53⁻⁰⁴	3,22 ⁻⁰⁷	1,34 ⁻⁰⁶	3,54⁻⁰⁴
Сценарий 5	2,76 ⁻⁰⁷	7,43 ⁻⁰⁶	1,35 ⁻⁰⁹	7,71 ⁻⁰⁶
Сценарий 6	6,89⁻⁰⁴	1,86⁻⁰³	3,37 ⁻⁰⁶	2,55⁻⁰³
Сценарий 7	1,41 ⁻⁰⁷	7,43 ⁻⁰⁶	5,38 ⁻¹⁰	7,57 ⁻⁰⁶
Сценарий 8	3,53⁻⁰⁴	1,86⁻⁰³	1,34 ⁻⁰⁶	2,21⁻⁰³
Сценарий 9	2,76 ⁻⁰⁷	8,69 ⁻⁰⁶	1,35 ⁻⁰⁹	8,97 ⁻⁰⁶
Сценарий 10	6,89⁻⁰⁴	2,17⁻⁰³	3,37 ⁻⁰⁶	2,86⁻⁰³
Сценарий 11	1,41 ⁻⁰⁷	8,69 ⁻⁰⁶	5,38 ⁻¹⁰	8,83 ⁻⁰⁶
Сценарий 12	3,53⁻⁰⁴	2,17⁻⁰³	1,34 ⁻⁰⁶	2,52⁻⁰³

Установленные суммарные уровни риска характеризуются как пренебрежимо малые, не отличающиеся от обычных повседневных рисков (уровень *De minimis*) ($\leq 1 \times 10^{-6}$), либо как предельно допустимый риск ($1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-4}$) для сценариев при поступлении *L. monocytogenes* на уровне гигиенических нормативов стран Таможенного союза, и как неприемлемые для населения, требующие разработки и проведения плановых мероприятий по их снижению ($1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-3}$), или неприемлемые для населения (уровень *De manifestis*), требующие проведения экстренных мероприятий по снижению риска ($\geq 1 \times 10^{-3}$) на уровне норм Комиссии Codex Alimentarius и Европейского союза. Высокие уровни риска форми-

руются за счет поступления *L. monocytogenes* с овощами для взрослого населения и дополнительно с молочными продуктами для беременных и кормящих женщин.

При оценке **неопределенности результатов** следует отметить, что к переоценке риска листериоза могло привести предположение, что количество *L. monocytogenes* во всех пищевых продуктах находится на верхнем пределе допустимого содержания, что овощи и молочные продукты употребляются без предварительной тепловой обработки, снижающей содержание в них *L. monocytogenes*. Как к переоценке, так и к недооценке риска могло привести использование моделей «экспозиция – ответ», разработанных для отдельных продуктов, и

экстраполяция зависимостей на группу пищевых продуктов. Недооценка риска могла быть следствием недостаточно точного учета случаев заболеваний листериозом, особенно отсутствия учета бессимптомных форм и легких случаев, а также неполной информации о вероятности возникновения листериоза у ряда наиболее чувствительных групп населения, например, у лиц с нарушением иммунного статуса. Следует принять во внимание наличие информации о возникновении заболевания при экспозиции 10 КОЕ *L. monocytogenes*/г.

Таким образом, проведение оценки риска возникновения листериоза при экс-

позиции на уровне гигиенических нормативов стран Таможенного союза (отсутствие *L. monocytogenes* в 25 г пищевых продуктов) позволило установить, что риск для здоровья будет не выше предельно допустимого, что обеспечивает безопасность для здоровья населения Российской Федерации. Принятие нормативов Комиссии Codex Alimentarius и Европейского союза (100 КОЕ *L. monocytogenes*/г при обращении на рынке) может привести к недопустимым уровням риска как для населения Российской Федерации в целом, так и для наиболее чувствительных групп.

Список литературы

1. CAC/GL-30. Principles And Guidelines For The Conduct Of Microbiological Risk Assessment. – 1999.
2. CAC/GL-63. Principles And Guidelines For The Conduct Of Microbiological Risk Management (MRM). – 2007.
3. Microbiological risk assessment in food processing. Ed. by Martyn Brown and Mike Stringer. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 2002.
4. Principles and guidelines for incorporating microbiological risk assessment in the development of food safety standards, guidelines and related texts, Report of a Joint FAO/WHO Consultation, Kiel, Germany 18–22 March 2002, FAO and WHO, 2002.
5. МР 2.1.10.0067–12. Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей природной среды и условиями проживания населения. Оценка риска здоровью населения при воздействии факторов микробной природы, содержащихся в пищевых продуктах: методические основы, принципы и критерии оценки, методические рекомендации (утв. гл. сан. врачом РФ 10.08.2012). – М., 2012.
6. CAC/GL-21. Principles for the establishment and application of microbiological criteria for foods. – 1997.
7. CDC. FoodNet 2000. Foodborne Diseases Active Surveillance Network. CDC's Emerging Infections Program. 1999 surveillance results. Preliminary report. – 2000.
8. Broome C.V., Gellin B. & Schwartz B. Epidemiology of listeriosis in the United States / Ed. Miller, Smith & Somkuti, 1990, q.v. – P. 61–65.
9. Bille J. Epidemiology of listeriosis in Europe, with special reference to the Swiss outbreak / Ed. Miller, Smith & Somkuti, 1990, q.v. – P. 71–74.
10. Epidemic listeriosis associated with Mexican-style cheese / M.J. Linnan, X. Mascola, V. Lou [et al.] // *N. Engl J. Med.* – 1988. – № 319. – P. 823–828.
11. Epidemic listeriosis-evidence for transmission by food / W.F. Schlech, P.M. Lavique, R.A. Bortolussi [et al.] // *N. Engl J. Med.* – 1983. – № 308. – P. 203–206.
12. Schwartz B., Hexter D., Broome C.V. Investigation of an outbreak of listeriosis: new hypothesis for the etiology of epidemic *Listeria monocytogenes* infection // *J. Infect. Dis.* – 1989. – № 159. – P. 680–685.
13. Шевелева С.А., Карликанова Н.Р. О регламентировании показателя *Listeria monocytogenes* в пищевых продуктах и сырье в России // ЗНиСО. – 1999. – № 11. – С. 22–25.
14. СП 3.1.7. 2817–10. Профилактика листериоза у людей: санитарно-эпидемиологические правила.
15. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 г. № 299).
16. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880).
17. ТР на молоко и молочную продукцию: Федер. закон от 12.06.08 № 88-ФЗ.
18. CAC/GL61–2007. Guidelines On The Application Of General Principles Of Food Hygiene To The Control Of *Listeria Monocytogenes* In Foods.
19. EC 1441/2007. Commission regulation (EC) № 1441/2007 of 5 December 2007 amending Regulation (EC) № 2073/2005 on microbiological criteria for food stuffs.
20. McCarthy S.A. *Listeria* in the environment / Ed. Miller, Smith & Somkuti, 1990, q.v. – P. 25–29.

21. *Listeria*, Listeriosis, and Food Safety / Ed. E.T. Ryser & E.H. Marth. – New York: Marcel Dekker, 1991. – 632 p.
22. *Listeria*, Listeriosis, and Food Safety / Ed. E.T. Ryser & E.H. Marth. – 2nd edition, revised and expanded. – New York: Marcel Dekker, 1999. – 738 p.
23. Comparison of lithium chloride-phenylethanol-moxalactain and modified Vogel Johnson agars for detection of *Listeria* species in retail-level meats, poultry and seafood / R.L. Buchanan, H.G. Stahl, M.M. Bencivengo, R. del Corral // *Applied and Environmental Microbiology*. – 1989. – № 55. – P. 599–603.
24. Farber J.M. & Peterkin P.I. *Listeria monocytogenes*: A foodborne pathogen // *Microbiology Reviews*. – 1991. – № 55. – P. 476–511.
25. Quantitative assessment of the relative risk to public health from foodborne *Listeria monocytogenes* among selected categories of ready-to-eat foods [Электронный ресурс]. – URL: www.foodsafety.gov/~dms/lmr2-toc.html.
26. Gellin B.G. & Broome C.V. Listeriosis // *Journal of the American Medical Association*. – 1989. – № 261. – P. 1313–1320.
27. Reduction in the incidence of human listeriosis in the United States. Effectiveness of prevention efforts? The *Listeria* Study Group / J.W. Tappero, A. Schuchat, K.A. Deaver, L. Mascola & J.D. Wenger // *Journal of the American Medical Association*. – 1995. – № 273. – P. 1118–1122.
28. Neonatal listeriosis in Scotland / W.M. Fyfe, D.M. Campbell, P. Galea, B.G. Gellin & C.V. Broome // *Annals Academy Medicine*. – 1991. – № 20. – P. 236–240.
29. Typing of *Listeria monocytogenes* during epidemiological investigations of the French listeriosis outbreaks in 1992, 1993 and 1995 / C. Jacquet, B. Catimel, R. Brosch, V. Goulet, A. Lepoutre, P. Veit, P. Dehaumont & J. Rocourt // *Proceedings of the XII International Symposium on Problems of Listeriosis*, Perth, Australia, 2–6 October 1995. – Promaco Conventions Pty Ltd., 1995. – P. 161–176.
30. Effect of prevention measures on incidence of human listeriosis, France 1987–1997 / V. Goulet, H. de Valk, O. Pierre, F. Stanier, J. Rocourt, V. Vaillant, C. Jacquet & J-C. Desenclos // *Emerging Infectious Diseases*. – 2001a. – № 7. – P. 983–989.
31. CDC. FoodNet Foodborne Diseases Active Surveillance Network. CDC's Emerging Infections Program. 1999 surveillance results. Preliminary report. – 2000.
32. Foodborne listeriosis. Report of the WHO Working Group // *Bulletin of the World Health Organization*. – 1988. – № 66. – P. 421–428.
33. Food-related illness and death in the United States / P.S. Mead, L. Slutsker, V. Dietz, L.F. McCraig, S. Bresee, C. Shapiro, P.M. Griffin & R.V. Tauxe // *Emerging Infectious Diseases*. – 1999. – № 5. – P. 607–625.
34. Role of foods in sporadic listeriosis / R.W. Pinner, A. Schuchat, B. Swaminathan, P.S. Hayes, K.A. Deaver, R.E. Weaver & B.D. Plikaytis // *Journal of the American Medical Association*. – 1992. – № 267. – P. 2046–2050.
35. Rocourt J. Risk factors for listeriosis // *Food Control*. – 1996. – № 7. – P. 192–202.
36. Nørrung B., Andersen J.K. & Schlundt J. Incidence and control of *Listeria monocytogenes* in foods in Denmark // *International Journal of Food Microbiology*. – 1999. – № 53. – P. 195–203.
37. Health & consumer protection directorate-general opinion of the scientific committee on veterinary measures relating to public health on *Listeria Monocytogenes*.
38. Rocourt J. & Cossart P. *Listeria monocytogenes* // *Food Microbiology. Fundamentals and Frontiers* / Ed. M.P. Doyle, L.R. Beuchat and T.J. Montville / *American Society of Microbiology*. – Washington, DC, 1997. – P. 337–352.
39. Skidmore A.G. Listeriosis at Vancouver General Hospital, 1965–79 / *Canadian Medical Association*. – 1981. – № 125. – P. 1217–1221.
40. Slutsker L. & Schuchat A. Listeriosis in humans // *Ryser & Marth*. – 1999, q.v. – P. 75–95.
41. Fecal carriage of *Listeria monocytogenes*: Observations during a community-wide, common-source outbreak / L. Mascola, F. Sorvillo, V. Goulet, B. Hall, R. Weaver & M. Linnan // *Clinical Infectious Diseases*. – 1992. – № 15. – P. 557–558.
42. Schuchat A., Swaminathan B. & Broome C.V. Epidemiology of human listeriosis // *Clinical Microbiological Review*. – 1991. – № 4. – P. 169–183.
43. Lamont R.J. & Postlethwaite R. Carriage of *Listeria monocytogenes* and related species in pregnant and non-pregnant women in Aberdeen, Scotland // *Journal of Infection*. – 1986. – № 19. – P. 263–266.
44. Buchanan R.L., Golden M.H. & Phillips J.G. Expanded models for the non-thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* // *Journal of Applied Microbiology*. – 1997. – № 82. – P. 567–577.
45. Lindquist R., Westoo A. Quantitative risk assessment for *Listeria monocytogenes* in smoked or gravad salmon/rainbow trout in Sweden // *International journal of food microbiology*. – 2000. – Vol. 58. – P. 181–196.
46. Haas C.N. Estimation of risk due to low doses of microorganisms: a comparison of alternative methodologies // *American journal of epidemiology*. – 1983. – Vol. 118. – P. 573–582.

47. Rose J.B., Haas C.N., Regli S. Risk assessment and control of waterborne giardiasis // American journal of public health. – 1991. – Vol. 81. – P. 709–713.
48. Risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods: interpretative summary // Microbiological risk assessment series / WHO/FAO. – 2004. – № 4.
49. Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания [Электронный ресурс]: Приказ Министерства здравоохранения РФ от 2 августа 2010 г. № 593н. – URL: http://www.detnadzor.ru/docs/ratio_norm_potreb.html.
50. Концепция государственной политики в области здорового питания населения России на период до 2005 г.
51. Рекомендуемые наборы продуктов для питания беременных женщин, кормящих матерей и детей до 3 лет. – URL: http://www.rlsnet.ru/articles_467.htm.
52. European commission health & consumer protection directorate-general opinion of the scientific committee on veterinary measures relating to public health on *Listeria Monocytogenes*, 1999.

References

1. CAC/GL-30. Principles And Guidelines For The Conduct Of Microbiological Risk Assessment, 1999.
2. CAC/GL-63. Principles And Guidelines For The Conduct Of Microbiological Risk Management (MRM), 2007.
3. Microbiological risk assessment in food processing. Ed. by Martyn Brown and Mike Stringer. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 2002.
4. Principles and guidelines for incorporating microbiological risk assessment in the development of food safety standards, guidelines and related texts, Report of a Joint FAO/WHO Consultation, Kiel, Germany 18–22 March 2002, FAO and WHO, 2002.
5. MR 2.1.10.0067–12. Sostojanie zdorov'ja naselenija v svjazi s sostojaniem okruzhajushhej prirodnoj sredy i uslovijami prozhivanija naselenija. Ocenka riska zdorov'ju naselenija pri vozdejstvii faktorov mikrobnaj prirody, soderzhashhihsja v pishhevyyh produktah: metodicheskie osnovy, principy i kriterii ocenki, metodicheskie rekomendacii [MR 2.1.10.0067–12. Public health due to the natural environment and living conditions. Health risk assessment of exposure to factors of microbial origin, contained in foods: the methodical basis, principles and criteria of assessment, methodical recommendations]. Moscow, 2012.
6. CAC/GL-21. Principles for the establishment and application of microbiological criteria for foods, 1997.
7. CDC. FoodNet 2000. Foodborne Diseases Active Surveillance Network. CDC's Emerging Infections Program. 1999 surveillance results. Preliminary report, 2000.
8. Broome C.V., Gellin B. & Schwartz B. Epidemiology of listeriosis in the United States. Ed. Miller, Smith & Somkuti, 1990, q.v., pp. 61–65.
9. Bille J. Epidemiology of listeriosis in Europe, with special reference to the Swiss outbreak. Ed. Miller, Smith & Somkuti, 1990, q.v., pp. 71–74
10. Linnan M.J., Mascola X., Lou V. [et al.] Epidemic listeriosis associated with Mexican-style cheese. *N. Engl. J. Med.*, 1988, no. 319, pp. 823–828.
11. Schleich W.F., Lavique P.M., Bortolussi R.A. [et al.] Epidemic listeriosis-evidence for transmission by food. *N. Engl. J. Med.*, 1983, no. 308, pp. 203–6.
12. Schwartz B., Hexter D., Broome C.V. Investigation of an outbreak of listeriosis: new hypothesis for the etiology of epidemic *Listeria monocytogenes* infection. *J Infect Dis* 1989; 159:680-5.
13. Sheveleva S.A., Karlikanova N.R. O reglamentirovanii pokazatelya *Listeria monocytogenes* v pishchevykh produktakh i syrye v Rossii [On the regulation of the *Listeria monocytogenes* indicator in food products and raw foods in Russia]. *ZNiSO*, 1999, no. 11, pp. 22–25.
14. SP 3.1.7.2817–10. Profilaktika listerioza u lyudey: Sanitarno-epidemiologicheskiye pravila [The prevention of listeriosis in humans: health and epidemiological rules].
15. Edinye sanitarno-epidemiologicheskiye i gigiyenicheskiye trebovaniya k tovaram, podlezhashchim sanitarno-epidemiologicheskomu nadzoru (kontrolyu) [Unified health, epidemiological and hygienic requirements for goods liable to health and epidemiological control]. Approved by the Customs Union Commission Regulation no. 299 dated 28 May 2010.
16. Tekhnicheskyy reglament Tamozhennogo Soyuza TR TS 021/2011 «O bezopasnosti pishchevoy produktsii» [Customs Union Technical Regulation TR CU 021/2011 «On Food Safety»]. Approved by the Customs Union Commission Regulation no. 880 dated 9 December 2011.
17. TR na moloko i molochnyuyu produktsiyu [Technical Regulations for Milk and Dairy Products]. Federal Law no. 88-FZ dated 12 June 2008.
18. CAC/GL61–2007. Guidelines On The Application Of General Principles Of Food Hygiene To The Control Of *Listeria Monocytogenes* In Foods.

19. EC 1441/2007. Commission regulation (EC) No1441/2007 of 5 December 2007 amending Regulation (EC) № 2073/2005 on microbiological criteria for food stuffs.
20. McCarthy S.A. *Listeria in the environment*. Ed. Miller, Smith & Somkuti, 1990, q.v., pp. 25–29.
21. *Listeria, Listeriosis, and Food Safety* / Ed. E.T. Ryser & E.H. Marth. New York: Marcel Dekker, 1991, 632 p.
22. *Listeria, Listeriosis, and Food Safety* / Ed. E.T. Ryser & E.H. Marth. 2nd edition, revised and expanded. New York: Marcel Dekker, 1999, 738 p.
23. Buchanan R.L., Stahl H.G., Bencivengo M.M., del Corral R. Comparison of lithium chloride-phenylethanol-moxalactain and modified Vogel Johnson agars for detection of *Listeria* species in retail-level meats, poultry and seafood. *Applied and Environmental Microbiology*, 1989, no. 55, pp. 599–603.
24. Farber J.M. & Peterkin P.I. *Listeria monocytogenes*: A foodborne pathogen. *Microbiology Reviews*, 1991, no. 55, pp. 476–511.
25. Quantitative assessment of the relative risk to public health from foodborne *Listeria monocytogenes* among selected categories of ready-to-eat foods, available at: www.foodsafety.gov/~dms/lmr2-toc.html.
26. Gellin B.G. & Broome C.V. Listeriosis. *Journal of the American Medical Association*, 1989, no. 261, pp. 1313–1320.
27. Tappero J.W., Schuchat A., Deaver K.A., Mascola L. & Wenger J.D. Reduction in the incidence of human listeriosis in the United States. Effectiveness of prevention efforts? The *Listeria* Study Group. *Journal of the American Medical Association*, 1995, no. 273, pp. 1118–1122.
28. Fyfe W.M., Campbell, D.M., Galea P., Gellin B.G. & Broome C.V. Neonatal listeriosis in Scotland. *Annals Academy Medicine*, 1991, no. 20, pp. 236–240.
29. Jacquet C., Catimel B., Brosch R., Goulet V., Lepoutre A., Veit P., Dehaumont P. & Rocourt J. Typing of *Listeria monocytogenes* during epidemiological investigations of the French listeriosis outbreaks in 1992, 1993 and 1995. Proceedings of the XII International Symposium on Problems of Listeriosis, Perth, Australia, 2–6 October 1995. Promaco Conventions Pty Ltd., 1995b, pp. 161–176.
30. Goulet V., de Valk H., Pierre O., Stanier F., Rocourt J., Vaillant V., Jacquet C., & Desenclos J-C. Effect of prevention measures on incidence of human listeriosis, France 1987–1997. *Emerging Infectious Diseases*, 2001a, no. 7, pp. 983–989.
31. CDC. FoodNet 2000. Foodborne Diseases Active Surveillance Network. CDC's Emerging Infections Program. 1999 surveillance results. Preliminary report, 2000.
32. Foodborne listeriosis. Report of the WHO Working Group. *Bulletin of the World Health Organization*, 1988, no. 66, pp. 421–428.
33. Mead P.S., Slutsker L., Dietz V., McCraig L.F., Bresee S., Shapiro C., Griffin P.M. & Tauxe R.V. Food-related illness and death in the United States. *Emerging Infectious Diseases*, 1999, no. 5, pp. 607–625.
34. Pinner R.W., Schuchat A., Swaminathan B., Hayes P.S., Deaver K.A., Weaver R.E. & Plikaytis B.D. Role of foods in sporadic listeriosis. *Journal of the American Medical Association*, 1992, no. 267, pp. 2046–2050.
35. Rocourt J. Risk factors for listeriosis. *Food Control*, 1996, no. 7, pp. 192–202.
36. Nørrung B., Andersen J.K. & Schlundt J. Incidence and control of *Listeria monocytogenes* in foods in Denmark. *International Journal of Food Microbiology*, 1999, no. 53, pp. 195–203.
37. Health & consumer protection directorate-general opinion of the scientific committee on veterinary measures relating to public health on *Listeria monocytogenes*.
38. Rocourt J. & Cossart P. *Listeria monocytogenes*. Ed. M.P. Doyle, L.R. Beuchat and T.J. Montville. Food Microbiology. Fundamentals and Frontiers. American Society of Microbiology. Washington, DC, 1997, pp. 337–352.
39. Skidmore A.G. Listeriosis at Vancouver General Hospital, 1965–79. Canadian Medical Association, 1981, no. 125, pp. 1217–1221.
40. Slutsker L. & Schuchat A. Listeriosis in humans. Ed. Ryser & Marth, 1999, q.v., pp. 75–95.
41. Mascola L., Sorvillo F., Goulet V., Hall B., Weaver R. & Linnan M. Fecal carriage of *Listeria monocytogenes*: Observations during a community-wide, common-source outbreak. *Clinical Infectious Diseases*, 1992, no. 15, pp. 557–558.
42. Schuchat A., Swaminathan B. & Broome C.V. Epidemiology of human listeriosis. *Clinical Microbiological Review*, 1991, no. 4, pp. 169–183.
43. Lamont R.J. & Postlethwaite R. Carriage of *Listeria monocytogenes* and related species in pregnant and non-pregnant women in Aberdeen, Scotland. *Journal of Infection*, 1986, no. 19, pp. 263–266.
44. Buchanan R.L., Golden M.H. & Phillips J.G. Expanded models for the non-thermal inactivation of *Listeria monocytogenes*. *Journal of Applied Microbiology*, 1997, no. 82, pp. 567–577.
45. Lindquist R., Westoo A. Quantitative risk assessment for *Listeria monocytogenes* in smoked or gravad salmon/rainbow trout in Sweden. *International journal of food microbiology*, 2000, Vol. 58, pp. 181–196.
46. Haas C.N. Estimation of risk due to low doses of microorganisms: a comparison of alternative methodologies. *American journal of epidemiology*, 1983, Vol. 118, pp. 573–582.

47. Rose J.B., Haas C.N., Regli S. Risk assessment and control of waterborne giardiasis. *American journal of public health*, 1991, Vol. 81, pp. 709–713.

48. Risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods: interpretative summary. Microbiological risk assessment series. WHO/FAO, 2004, no. 4.

49. Prikaz Ministerstva zdravstvosrazvitiya RF ot 2 avgusta 2010 g. № 593n «Ob utverzhdenii rekomendatsy po ratsionalnym normam potrebleniya pishchevykh produktov, otvechayushchim sovremennym trebovaniyam zdorovogo pitaniya» [On the approval of recommendations on rational standards of food consumption meeting current requirements of healthy eating], available at: http://www.detnadzor.ru/docs/ratio_norm_potreb.html.

50. Kontsepsiya gosudarstvennoy politiki v oblasti zdorovogo pitaniya naseleniya Rossii na period do 2005 g. [The concept of governmental policy in the field of healthy eating for Russian citizens until 2005].

51. Rekomenduyemye nabory produktov dlya pitaniya beremennykh zhenshchin, kormyashchikh materey i detey do 3-kh let [Recommended foods products for pregnant women, nursing mothers and infants under the age of 3], available at: http://www.rlsnet.ru/articles_467.htm.

52. European commission health & consumer protection directorate-general opinion of the scientific committee on veterinary measures relating to public health on *Listeria Monocytogenes*, 1999.

SAFETY ASSESSMENT OF THE MAXIMUM PERMITTED LEVELS OF *L. MONOCYTOGENES* IN FOOD ACCORDING TO HEALTH RISK CRITERIA

N.V. Zaitseva, P.Z. Shur, N.G. Atiskova, D.A. Kiryanov, M.R. Kamaltdinov

Federal Budget Scientific Institution “Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies”, Russian Federation, Perm, 82 Monastyrskaya St, 614045

The data obtained by a comparative risk assessment of listeriosis occurrence due to the consumption of food containing *L. monocytogenes* at levels which do not exceed the standards adopted by the Custom Union of Belarus, Kazakhstan and Russia (CU) and those set by the Codex Alimentarius Commission and the European Union for food placed on the market is presented in this work. It was determined that exposure to the levels meeting the CU standards (the absence of *L. monocytogenes* in a 25g sample of a food product) caused a health risk which did not exceed the acceptable risk level. The adoption of Codex Alimentarius Commission and EU standards (100 CFU/g for products placed on the market) may result in unacceptable risk levels for both the Russian population in general and the most susceptible individuals.

Keywords: safety assessment, permitted levels, microbiological health risk assessment, *L. monocytogenes*.

© Zaitseva N.V., Shur P.Z., Atiskova N.G., Kiryanov D.A., Kamaltdinov M.R., 2013

Zaitseva Nina Vladimirovna (Perm, Russia) – Fellow of the Russian Academy of Medical Sciences, DSc in Medicine, Professor, Director of the Federal Budget Scientific Institution “Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies” (e-mail: znv@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 237-25-34).

Shur Pavel Zalmanovich (Perm, Russia) – DSc in Medicine, Secretary of the Academic Council, the Federal Budget Scientific Institution “Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies” (email: shur@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 238-33-37).

Atiskova Nina Georgiyevna (Perm, Russia) – Leading Specialist in Health Risk Assessment, Health Risk Analysis Department of the Federal Budget Scientific Institution “Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies” (email: atiskova@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 238-33-37).

Kiryanov Dmitry Alexandrovich (Perm, Russia) – PhD in Engineering, Head of the Department of Systems and Processes Mathematical Modeling, the Federal Budget Scientific Institution “Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies” (email: kda@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 237-18-04).

Kamaltdinov Marat Rashidovich (Perm, Russia) – Junior Researcher of the Department of Systems and Processes Mathematical Modeling, the Federal Budget Scientific Institution “Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies” (email: kamaltdinov@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 237-18-04).