Мониторинг листерии: из чего складываются расходы на программу

Полный перевод основной статьи на 5 журнальных страницах, а также графической аннотации и ключевых выводов из электронной версии. Исходный PDF содержит 6 страниц с учётом графической аннотации. Переведены аннотация, весь основной текст, таблица с 9 предприятиями и всеми 5 примечаниями, благодарности, сведения о финансировании, доступности данных и конфликте интересов. Все 24 библиографические записи сохранены на языке оригинала. Графическая аннотация воспроизведена без изменения; её надписи переведены отдельным ключом. Текст и таблица подготовлены по полному XML PMC и сверены с PDF. Редакционные пояснения отделены от перевода; заголовок «Основной текст» добавлен для навигации. Отдельные анкеты и исходные данные из репозитория авторов не переведены; ссылка на них сохранена.

Caroline Motzer, Aljosa Trmcic, Nicole Martin, Martin Wiedmann, Samantha Bolten. JDS Communications. 2025;6(3):277–281. DOI: 10.3168/jdsc.2024-0692

Перевод опубликован 17 ноября 2026. Перевод подготовлен и сопоставлен с оригиналом с помощью ИИ. Независимая профильная рецензия не проводилась.

Зачем читать · редакционное пояснение

Для руководителей служб качества, специалистов по пищевой безопасности и ХАССП на молочных предприятиях, которые планируют программу мониторинга производственной среды. Сколько в её бюджете занимают смывы и лабораторный анализ, а сколько — действия после выявления проблемы?

Исследователи Корнеллского университета изучили расходы девяти небольших и средних молочных предприятий на северо-востоке США. На семи из них **более половины учтённых затрат приходилось на корректирующие действия**. Практический вопрос при планировании своей программы — предусмотрены ли средства на устранение выявленных причин загрязнения, помимо отбора проб и анализов.

Границы применения · редакционное пояснение

Это небольшое наблюдательное исследование: семь малых предприятий и два средних. Оценки затрат на корректирующие действия сообщали сами предприятия примерно через год после завершения наблюдения. Авторы сложили эти оценки со стоимостью расходных материалов для смывов и лабораторного анализа. Такая сумма описывает учтённые в исследовании статьи расходов, а не обязательно полную себестоимость программы со всеми трудозатратами.

Долларовые суммы относятся к периоду внедрения продолжительностью около года в США. Они не задают бюджет для российского предприятия и не являются текущими расценками. Оценочная стоимость готовой продукции (ETVFP) — стоимость запаса на предприятии в произвольный момент, а не годовой оборот.

Авторы не выявили статистически значимой связи между общими расходами и исследованными характеристиками предприятий, а также между долей затрат на корректирующие действия и изменением доли положительных проб. При девяти наблюдениях это не доказывает отсутствия таких связей и не означает, что затраты на контроль бесполезны. Объяснения через интуицию владельцев, поддержку руководства или завышение самоотчётов остаются предположениями.

Оценка факторов, определяющих программы мониторинга производственной среды на наличие Listeria на малых и средних молокоперерабатывающих предприятиях

Caroline Motzer, Aljosa Trmcic, Nicole Martin, Martin Wiedmann, Samantha Bolten

ORCID: Caroline Motzer — 0000-0003-0170-7596; Aljosa Trmcic — 0000-0002-2249-5839; Nicole Martin — 0000-0003-1704-0634; Martin Wiedmann — 0000-0002-4168-5662; Samantha Bolten — 0000-0001-6814-3401

Программа повышения качества молока, кафедра пищевых наук, Корнеллский университет, Итака, штат Нью-Йорк, 14853

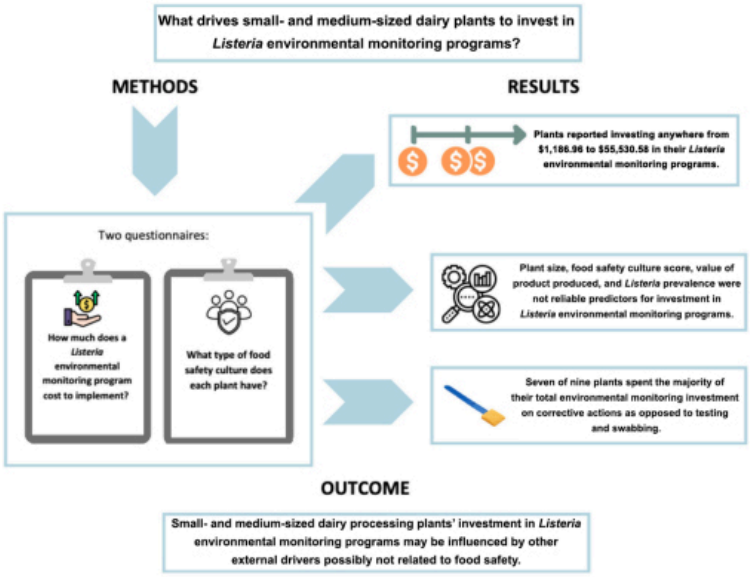
*Автор для корреспонденции: sjb375@cornell.edu

JDS Communications. 2025;6(3):277–281. Опубликовано онлайн 18 марта 2025 г.; выпуск за май 2025 г. Краткое сообщение. Молочные продукты.

Поступила в редакцию: 25/10/2024

Принята к публикации: 1/3/2025

Графическая аннотация



Резюме: Малые и средние молокоперерабатывающие предприятия (SMDPP) могут сталкиваться со специфическими трудностями при внедрении программ мониторинга производственной среды (EMP) на наличие Listeria. Чтобы понять их решения об инвестициях в EMP, мы оценили 9 SMDPP по следующим параметрам: (1) их культура пищевой безопасности и приверженность внедрению EMP на наличие Listeria и (2) финансовые затраты, связанные с их EMP на наличие Listeria (например, затраты на отбор смывов и анализ, затраты на корректирующие действия и оценочная общая стоимость готовой продукции). На корректирующие действия приходилась большая часть общих вложений в EMP на 7 предприятиях, что указывает на возможную приоритизацию корректирующих действий со стороны SMDPP. Линейная модель показала, что размер предприятия, общая доля положительных проб на Listeria, оценочная общая стоимость готовой продукции и культура пищевой безопасности не являлись надежными предикторами общих вложений в EMP, что предполагает влияние внешних факторов, потенциально не связанных с пищевой безопасностью. Для разработки адресных стратегий поддержки пищевой безопасности необходимы дальнейшие оценки факторов, определяющих инвестиции в EMP, и экономики пищевой безопасности.

Надписи на графической аннотации · перевод

Вопрос: что побуждает малые и средние молочные предприятия вкладывать средства в программы мониторинга производственной среды на листерию?

Методы: две анкеты — сколько стоит внедрение программы мониторинга производственной среды на листерию и какова культура пищевой безопасности на каждом предприятии.

Результаты: предприятия сообщили о вложениях от $1,186.96 до $55,530.58. Размер предприятия, оценка культуры пищевой безопасности, стоимость произведённой продукции и доля положительных проб на листерию не оказались надёжными предикторами вложений в программу. Семь из девяти предприятий потратили основную часть учтённых средств на корректирующие действия, а не на отбор смывов и анализ.

Итог: на вложения малых и средних молочных предприятий в мониторинг листерии могут влиять другие внешние факторы, возможно не связанные с пищевой безопасностью.

Основные положения

- Была проведена оценка девяти молочных предприятий на предмет затрат, связанных с их EMP на наличие Listeria.
- Общий объем инвестиций в EMP на наличие Listeria существенно различался между предприятиями.
- На 7 из 9 предприятий большая часть общих вложений в EMP приходилась на корректирующие действия.

Аннотация

Малые и средние молокоперерабатывающие предприятия (SMDPP) могут сталкиваться со специфическими трудностями, такими как ограниченные финансовые ресурсы, при внедрении программ мониторинга производственной среды (EMP) на наличие Listeria. Чтобы лучше понять, что определяет инвестиции в EMP на наличие Listeria, 9 SMDPP, которые ранее участвовали в лонгитюдном исследовании продолжительностью ~1 год, посвященном внедрению EMP на наличие Listeria, заполнили анкету относительно своих затрат, связанных с EMP. Эта анкета использовалась для получения от каждого предприятия (1) заявленной стоимости продукции (т. е. оценочной общей стоимости готовой продукции [ETVFP] на предприятии в любой момент времени) и других затрат, связанных с EMP (например, затрат на корректирующие действия), а также (2) субъективной оценки способности контролировать патогены в своей производственной среде. Кроме того, мы использовали заранее разработанную систему критериев для оценки приверженности каждого SMDPP своей EMP на наличие Listeria; эти данные использовались для получения «оценки культуры пищевой безопасности» из 225 возможных баллов. В целом по предприятиям был зарегистрирован широкий диапазон общих вложений в EMP ($1,186.96–$55,530.58) и оценок культуры пищевой безопасности (от 56 из 225 до 222 из 225). Линейный регрессионный анализ показал, что такие переменные-предикторы, как размер предприятия, общая доля положительных проб производственной среды на Listeria в период внедрения EMP, ETVFP и оценка культуры пищевой безопасности, не были статистически значимо связаны с итоговым показателем общей суммы денег, которую предприятия потратили на свою EMP на наличие Listeria (т. е. их общими инвестициями в EMP). Несмотря на

небольшой масштаб, наше исследование позволяет предположить, что на финансовые инвестиции SMDPP в EMP на наличие Listeria могут влиять другие внешние факторы или факторы, не связанные с пищевой безопасностью, такие как интуиция владельцев, их убеждения и отношение. Для решения этой проблемы мы рекомендуем включать вопросы бизнес-рисков, связанных с пищевой безопасностью, в программы подготовки и обучения по пищевой безопасности для малых и средних пищевых предприятий.

Перечень стандартных сокращений JDSC доступен по адресу adsa.org/jdsc-abbreviations-25. Нестандартные сокращения приведены в примечаниях.

Основной текст

Listeria monocytogenes (Lm) — это возбудитель пищевых инфекций, вызывающий листериоз — бактериальную инфекцию, которая характеризуется высокими показателями смертности и госпитализации, что делает ее серьезной проблемой общественного здравоохранения (European Food Safety Authority, 2018). Важно отметить, что Lm способна персистировать в производственной среде пищевых предприятий, повышая риск контаминации готовых к употреблению (RTE) пищевых продуктов для человека бактериями Lm (Cartwright et al., 2013). Для решения этой проблемы общественного здравоохранения нормативные акты, сторонние организации и различные международно признанные системы управления пищевой безопасностью (например, Brand Reputation through Compliance Global Standard) выделили программы мониторинга производственной среды (EMP) на наличие Listeria в качестве инструмента для более эффективного контроля Lm и других видов рода Listeria (Listeria spp.) в производственной среде пищевых предприятий на основе оценки рисков (Zoellner et al., 2018; Brand Reputation through Compliance Global Standard, 2022). Примечательно, что несколько недавних вспышек листериоза и отзывов продукции из-за Lm были связаны с молочными продуктами категории RTE, произведенными малыми и средними молокоперерабатывающими предприятиями (SMDPP), которые либо (1) не имели действующей программы EMP на наличие Listeria (Centers for Disease Control and Prevention, 2008; US Food and Drug Administration, 2022), либо (2) имели программы EMP на наличие Listeria, признанные неэффективными для контроля Lm по результатам инспекционных проверок надзорных органов (U.S. Food and Drug Administration, 2017a, U.S. Food and Drug Administration, 2017b). Это подчеркивает важность продолжения исследований, направленных на внедрение надлежащих программ EMP на наличие Listeria на предприятиях SMDPP.

Важным аспектом обеспечения практичности и привлекательности программ пищевой безопасности для бизнеса является понимание того, что побуждает предприятия инвестировать финансовые ресурсы в программы пищевой безопасности. Возможными факторами, которые могут приводить к недостаточным инвестициям предприятий SMDPP в свои программы EMP на наличие Listeria, могут быть ограниченные финансовые ресурсы (Bhaskaran, 2006; Nayak and Waterson, 2017) или недооценка программ пищевой безопасности из-за низкой культуры пищевой безопасности либо недостаточной осведомленности об экономических рисках для бизнеса, связанных с Listeria (Yiannas, 2009; Belias et al., 2024). В настоящее время существует ограниченное количество исследований, характеризующих финансовые инвестиции, которые малые пищевые предприятия направляют на свои программы пищевой безопасности, такие как программы EMP на наличие Listeria, что, возможно, связано с конфиденциальным характером финансовых данных (Gomez and Marks, 2020). Более того, хотя в ряде исследований предпринимались попытки оценить культуру пищевой безопасности на различных предприятиях пищевой промышленности (Zanin et al., 2021), лишь в немногих из них оценивалась культура пищевой безопасности на малых предприятиях (Nayak and Waterson, 2017), и ни в одном (насколько известно авторам) не оценивалась взаимосвязь между культурой пищевой безопасности и

финансовыми инвестициями в программы контроля Listeria для малых предприятий. Таким образом, цели данного исследования состояли в том, чтобы (1) определить ориентировочный уровень инвестиций предприятий SMDPP в программы EMP на наличие Listeria и (2) выявить факторы, побуждающие предприятия SMDPP инвестировать в программы EMP на наличие Listeria. С этой целью мы обследовали 9 предприятий SMDPP, которые ранее внедрили программы EMP на наличие Listeria в рамках лонгитюдного исследования продолжительностью ~1 год (Bolten et al., 2024a,b), используя 2 различных опросника для оценки как (1) их культуры пищевой безопасности и приверженности внедрению программ EMP на наличие Listeria, так и (2) их финансовых инвестиций в программы EMP на наличие Listeria. Мы выдвинули гипотезу, что предприятия с большей стоимостью продукции (и, следовательно, подверженные большему риску финансовых потерь вследствие контаминации готовой продукции бактериями Listeria) и более высокой культурой пищевой безопасности будут демонстрировать более высокий уровень инвестиций в свои программы EMP на наличие Listeria.

9 SMDPP, оцененных в настоящем исследовании, расположены на северо-востоке США и в основном производят либо питьевое молоко (предприятия CL, N и W), либо сыр (предприятия CM, BY и CQ), либо мороженое (предприятия CN, CO и CP). Предприятия N и W были классифицированы как перерабатывающие предприятия среднего размера (т. е. перерабатывающие от 453,592.37 до 45,359,237 кг сухих веществ молока из сырого молока в год), а остальные 7 были классифицированы как малые (т. е. перерабатывающие <453,592.37 кг сухих веществ молока из сырого молока в год). Все 9 SMDPP ранее участвовали в лонгитюдном исследовании продолжительностью ~1 год, посвященном внедрению и оценке EMP в отношении Listeria для контроля Listeria. Оно включало отбор исследовательской группой смывов губками с объектов производственной среды и их анализ на наличие Listeria как в ходе первоначальных мероприятий по отбору проб до внедрения EMP в отношении Listeria, так и в ходе последующих мероприятий по отбору проб спустя ~1 год после внедрения, как описано у Bolten et al. (2024a) для 8 предприятий (т. е. предприятий CL, CM, CN, CO, CP, CQ, N и W) и у Bolten et al. (2024b) для предприятия BY.

Мы собрали информацию о восприятии исследовательской группой культуры пищевой безопасности каждого SMDPP и общей приверженности внедрению программы мониторинга производственной среды (EMP) на наличие Listeria с помощью анкеты (анкета 1), которую заполнили 5 членов исследовательской группы, работавших с SMDPP в период внедрения EMP на наличие Listeria, посредством опроса Qualtrics Survey (Qualtrics, Прово, Юта) спустя ~1 мес после завершения лонгитюдного исследования EMP на наличие Listeria. Анкета 1 состояла из 9 описательных утверждений, касающихся того, насколько активно действовало данное предприятие при выполнении мероприятий, необходимых для успешной EMP на наличие Listeria (Spanu and Jordan, 2020), включая приверженность плановому отбору смывов, анализу первопричин, выполнению корректирующих действий, а также отношение руководства и других сотрудников к пищевой безопасности. Для каждого предприятия членов исследовательской группы просили оценить степень своего согласия с каждым из 9 утверждений по 5-балльной шкале Лайкерта (1 = отсутствие контроля; 5 = полный контроль) (Likert, 1932). Все оценки членов исследовательской группы по 9 утверждениям суммировались для получения «балла культуры пищевой безопасности», составляющего до 225 возможных баллов для каждого предприятия.

Мы также собрали информацию о финансовых вложениях этих предприятий в EMP на наличие Listeria и об общем восприятии контроля патогенов с помощью отдельной анкеты (т. е. анкеты 2), которая была направлена предприятиям по электронной почте спустя ~1 год после завершения лонгитюдного исследования EMP на наличие Listeria. Анкета 2 состояла из вопросов, предполагающих как краткий ответ, так и выбор из предложенных вариантов, в которых SMDPP было предложено сообщить ряд

финансовых показателей (в долларах США), включая оценочную стоимость корректирующих действий в течение 1-летнего периода внедрения EMP на наличие Listeria и оценочную общую стоимость готовой продукции (ETVFP), которая обычно находится на хранении на предприятии в любой отдельно взятый день, а также оценить по шкале от 1 до 5 свой уровень контроля (т. е. 1 = отсутствие контроля, 2 = слабый контроль, 3 = некоторый контроль, 4 = в основном под контролем и 5 = полный контроль) над патогенами на своем предприятии после участия в лонгитюдном исследовании EMP на наличие Listeria. Участие в этом анкетировании было добровольным, и вознаграждение не выплачивалось. Обе анкеты вместе с первичными данными доступны в общедоступном репозитории (см. Примечания).

Все данные, полученные из анкет, были отформатированы и очищены для проведения статистического анализа. Например, если предприятие указывало диапазон значений для данного вопроса с кратким ответом, для анализа использовалось среднее из 2 значений (например, если было указано «$80,000–$100,000», для анализа использовалось значение $90,000). В случаях, когда предприятие сообщало о расходах меньше заданного значения для данного вопроса с кратким ответом, для анализа использовалось значение на 1 единицу меньше указанного (например, если было указано <$5,000, для анализа использовалось значение $4,999). Оценочные затраты на отбор смывов с объектов производственной среды и их анализ для каждого SMDPP рассчитывали путем умножения количества проб-смывов с объектов производственной среды, отобранных с помощью губок и протестированных отдельными предприятиями в ходе плановых мероприятий по отбору проб в рамках лонгитюдного исследования EMP на наличие Listeria (Bolten et al., 2024a, Bolten et al., 2024b), на сумму оценочной стоимости материалов для отбора проб (т. е. губок для отбора смывов с объектов производственной среды, $1.50–$1.86 в зависимости от типа губки) и стоимости лабораторного анализа ($20.00 за смыв). Значение «общих вложений в EMP», определяемое как затраты, связанные с внедрением данным предприятием EMP на наличие Listeria в течение ~1-летнего периода, затем рассчитывалось для каждого предприятия путем сложения оценочных затрат на отбор смывов и анализ с оценочной стоимостью корректирующих действий (указанной в анкете о затратах, связанных с EMP на наличие Listeria). В дополнение к анкетным данным, полученным в настоящем исследовании, в статистическом анализе мы также использовали ранее опубликованные данные о доле положительных проб на Listeria из 1-летнего лонгитюдного исследования EMP на наличие Listeria (Bolten et al., 2024a,b), чтобы оценить, была ли общая доля положительных проб на Listeria (процент проб-смывов с объектов производственной среды, отобранных с помощью губок, давших положительный результат на Listeria по итогам начального и последующего этапов отбора проб) связана с итоговым показателем «общих вложений в EMP на наличие Listeria», влиял ли предиктор «вложения в корректирующие действия» на изменения доли положительных проб на Listeria после 1 года внедрения EMP (представленные здесь как процент положительных на Listeria проб на последующем этапе отбора проб – процент положительных на Listeria проб на начальном этапе отбора проб на каждом предприятии), а также коррелировала ли доля положительных проб на Listeria на последующем этапе отбора проб с заявленной предприятиями субъективной оценкой контроля над присутствием патогенов в конце периода исследования (Таблица 1).

Таблица 1. Затраты, связанные с программой мониторинга производственной среды (EMP), доли положительных проб на Listeria (Bolten et al., 2024a,b), баллы культуры пищевой безопасности и показатели восприятия контроля патогенов, представленные для 9 малых и средних молокоперерабатывающих предприятий

Как читать таблицу · редакционное пояснение

Денежные значения приведены в долларах США; запятая разделяет тысячи, точка — десятичную часть. «Исходное и повторное обследования» — объединённая доля положительных проб за два обследования. Δ рассчитана как доля при повторном обследовании минус доля при исходном обследовании отдельно. Поэтому её нельзя получить простым вычитанием двух соседних столбцов таблицы. Отрицательная Δ означает снижение в процентных пунктах.

В источнике есть несогласованности. В основном тексте и заголовке таблицы указана *Listeria*, а в примечаниях — *L. monocytogenes* (Lm); эти обозначения нельзя считать взаимозаменяемыми. Для предприятия CP таблица даёт субъективную оценку контроля 3, тогда как текст описывает ответ, соответствующий 4. Кроме того, в обсуждении N названо предприятием с наименьшей долей положительных проб при повторном обследовании, хотя в таблице для N указано 6%, а для CM — 3%. Исходные данные и формулировки сохранены; эти расхождения не использованы для самостоятельного ранжирования предприятий.

Таблица 1. Затраты, связанные с программой мониторинга производственной среды (EMP), доли положительных проб на Listeria (Bolten et al., 2024a,b), баллы культуры пищевой безопасности и показатели восприятия контроля патогенов, представленные для 9 малых и средних молокоперерабатывающих предприятий

Код	ETVFP в $[3]	Затраты, связанные с EMP[1]			Доля положительных проб на Listeria[2]			Балл культуры пищевой безопасности (из 225)[4]	Субъективная оценка контроля патогенов после внедрения EMP на Listeria (из 5)[5]
		Общие вложения в EMP в $	Затраты на корректирующие действия в $ (% от общих вложений в EMP)	Затраты на отбор смывов и анализ в $	Исходное и повторное обследования (%)	Повторное обследование (%)	Δ (процентные пункты)		
BY	10,000	25,903	25,000 (97)	903	29	8	–42	190	4
CL	20,000	2,215	2,000 (90)	215	28	25	–5	79	3
CM	100,000	5,796	<5,000 (86)	796	3	3	0	198	2
CN	100,000	5,215	5,000 (96)	215	39	15	–48	100	3
CO	7,500	1,389	980 (71)	409	15	20	10	122	4
CP	200,000	5,000	5,000 (100)	0	19	36	34	56	3
CQ	40,000	1,187	400 (34)	787	12	15	7	166	4
W	80,000–100,000	55,531	50,000 (90)	5,531	27	22	–9	129	4
N	2,200,000	12,485	200 (2)	12,285	3	6	5	222	4

1. Отражает затраты, связанные с внедрением на данном предприятии программы мониторинга производственной среды (EMP) на Listeria monocytogenes (Lm) за период ~1 года. Общие вложения в EMP рассчитывались как сумма затрат на отбор смывов и анализ и затрат на корректирующие действия. Затраты на отбор смывов и анализ рассчитывались путем умножения количества губок для отбора смывов с объектов производственной среды, использованных данным предприятием в рамках регулярного отбора проб по EMP, на сумму оценочной стоимости расходных материалов для отбора проб (т. е. губок для отбора смывов с объектов производственной среды, $1.50–$1.86 в зависимости от типа губки) и стоимости лабораторного анализа ($20.00 за смыв). Данные о затратах на корректирующие действия предоставлялись самими предприятиями.

2. Относится к проценту проб смывов, отобранных губками с объектов производственной среды, которые дали положительный результат на Lm по итогам начального и повторного этапов отбора проб. Δ представляет собой изменение процента положительных на Lm проб смывов, отобранных губками с объектов производственной среды, на повторном этапе отбора проб по сравнению с начальным этапом отбора проб. Все данные о доле положительных проб на Lm были получены в двух предыдущих исследованиях; подробнее см. Bolten et al. (2024a,b).

3. ETVFP = оценочная общая стоимость всей готовой продукции на предприятии в любой отдельно взятый момент времени по данным самих предприятий.

4. Отражает оценку исследовательской группой приверженности каждого предприятия внедрению EMP и общей культуры пищевой безопасности. Более высокие баллы указывают на более высокую приверженность EMP и культуру пищевой безопасности.

5. По данным самих предприятий. Каждое предприятие выбрало 1 из следующих утверждений, каждому из которых соответствовало определенное количество баллов: 1 = отсутствие контроля, 2 = слабый контроль, 3 = некоторый контроль, 4 = в основном под контролем и 5 = полный контроль.

Статистический анализ выполняли в среде R версии 4.3.3 (https://www.r-project.org). Линейная регрессионная модель использовалась для проверки влияния оценочной общей стоимости готовой продукции (ETVFP), годового количества килограммов сухих веществ молока, переработанных из сырого молока, общей доли положительных проб на Listeria и балла культуры пищевой безопасности на итоговый показатель «общие вложения в EMP» (т. е. общую сумму инвестиций в долларах, вложенную данным предприятием в свою программу EMP на Listeria); для соблюдения допущений о нормальности распределения значения общих вложений в EMP были логарифмически преобразованы. Кроме того, линейная регрессионная модель использовалась для оценки влияния инвестиций в корректирующие действия (т. е. процента от общих вложений в EMP, выделенного непосредственно на корректирующие действия) на итоговый показатель «изменение доли положительных проб на Listeria на повторном этапе отбора проб по сравнению с начальным этапом отбора проб». Наконец, для сравнения субъективной оценки предприятиями собственного контроля над патогенами с долей положительных проб на Listeria на повторном этапе был проведен тест линейной корреляции Пирсона. Для обозначения статистически значимых различий во всех видах анализа уровень альфа был установлен на 0.05.

Результаты анкетирования показали широкий разброс затрат, связанных как с ETVFP, так и с EMP.

Значения ETVFP варьировались от $7,500 до $2,200,000, при этом 7 из 9 предприятий сообщили о значениях ETVFP ≤$100,000 (Таблица 1). Значения общих вложений в EMP варьировались от $1,187 до $55,531, при этом большинство (6 из 9) предприятий инвестировали <$10,000 в свою программу EMP на Listeria. Наконец, баллы культуры пищевой безопасности варьировались от 56 из 225 возможных до 222 из 225, причем большинство (6 из 9) предприятий получили баллы культуры пищевой безопасности в диапазоне от 100 до 198 из 225.

Линейный регрессионный анализ показал отсутствие статистически значимой связи между предикторными переменными — ETVFP, размером предприятия (т. е. годовым объемом сухих веществ молока в килограммах, переработанных из сырого молока), общей долей положительных проб на Listeria и оценкой культуры пищевой безопасности — и результирующим показателем «общие вложения в EMP» (P = 0.39); это указывает на то, что ни один из этих факторов не может служить надежным предиктором объема средств, которые SMDPP инвестируют в свою EMP в отношении Listeria. Это может свидетельствовать о том, что принятие финансовых решений на SMDPP может определяться другими переменными, потенциально менее очевидно связанными с пищевой безопасностью. Yapp и Fairman (2004), которые провели интервью с представителями 50 малых и микропредприятий пищевой промышленности, определили правоприменительный надзор со стороны регулирующих органов в качестве основного стимула для инвестиций в пищевую безопасность, однако в нашем исследовании этот показатель не измерялся. Кроме того, важно отметить, что принятие решений на малых или средних пищевых предприятиях зачастую может определяться исключительно убеждениями и установками единственного владельца (Bhaskaran, 2006), который при принятии решений с большей вероятностью может опираться на факторы, не связанные с пищевой безопасностью. Например, Danielson и Scott (2006) обобщили данные опроса, проведенного Национальной федерацией независимого бизнеса (National Federation of Independent Business), чтобы проанализировать стратегии, используемые малыми предприятиями для оценки финансовых расходов бизнеса, и обнаружили, что малые предприятия склонны использовать менее сложные инструменты оценки расходов, чаще в значительной степени полагаясь при оценке расходов на интуицию владельцев. Следовательно, возможно, что аналогичные переменные, такие как интуиция владельцев и высшего руководства, также могут выступать в качестве стимулов для инвестиций в EMP в отношении Listeria на некоторых из рассмотренных здесь SMDPP, что может приводить к негативным последствиям для общественного здравоохранения (например, к отзывам продукции и вспышкам заболеваний) и негативным последствиям для бизнеса. Что касается второго пункта, наши данные показали, что SMDPP с более высокой ETVFP (и, следовательно, с более высокой подверженностью денежным потерям в случае возникновения проблемы с Listeria, требующей уничтожения продукции), по-видимому, не инвестируют больше средств в свои EMP; это может свидетельствовать о том, что SMDPP могут не понимать бизнес-риски, связанные с отзывами продукции или вспышками заболеваний, вызванными Listeria. Для решения этой проблемы обучающие материалы по пищевой безопасности, ориентированные на малые и средние пищевые предприятия, должны включать (1) акцент на экономических бизнес-рисках, связанных с Listeria, и (2) подход к количественной оценке этих рисков. Такая ориентированная на обучение стратегия могла бы быть более эффективной для мотивации отдельных лиц вкладывать больше средств в программы контроля Listeria по сравнению с традиционным обучением, охватывающим технические аспекты EMP в отношении Listeria (например, как выбирать точки пробоотбора, как проводить отбор смывов).

SMDPP сообщили о распределении различных долей (в процентах) своих общих вложений в EMP на отбор смывов и анализ по сравнению с корректирующими действиями. Например, 7 из 9 предприятий (т. е. предприятия BY, CL, CM, CN, CO, CP и W) потратили более 50% общих вложений в EMP на корректирующие действия, при этом предприятие CP сообщило о самой высокой доле расходов (100%), за ним следуют предприятие BY (97%) и предприятие CN (96%; Таблица 1). Примечательно, что на 3 предприятиях, сообщивших о наименьшей доле общих вложений в EMP, направленной на корректирующие действия (т. е. на предприятиях N, CQ и CO), наблюдалось увеличение доли положительных проб на Listeria во время повторного отбора проб по сравнению с первоначальным отбором проб (увеличение доли положительных проб на Listeria на 5, 7 и 10 процентных пунктов для предприятий N, CQ и CO соответственно). Это может на уровне отдельных наблюдений указывать на то, что ограниченные инвестиции в корректирующие действия могут приводить к негативным

результатам в области пищевой безопасности (например, к увеличению доли положительных проб на Listeria). Однако линейный регрессионный анализ показал, что в целом по всем предприятиям не было статистически значимой связи (P = 0.32) между процентом от общих вложений в EMP, который конкретное предприятие выделило на оплату корректирующих действий, и изменением доли положительных проб на Listeria во время повторного отбора проб по сравнению с первоначальным отбором проб. Это может указывать на то, что эффективность корректирующего действия не определяется исключительно его финансовой стоимостью. Аналогичным образом, в других исследованиях сообщалось, что корректирующие действия могут оказывать ограниченное влияние на устранение проблем, связанных с микробиологической безопасностью или качеством пищевых продуктов (Etter et al., 2017; Reichler et al., 2020). Например, Reichler et al. (2020) показали, что вмешательства, направленные на улучшение обучения персонала и модификацию процедур безразборной мойки (CIP), не смогли статистически значимо снизить наличие загрязнения после пастеризации (PPC) в питьевом молоке, произведенном на 4 крупных молочных предприятиях на северо-востоке США. В этой работе авторы выдвинули предположение, что возможными причинами неэффективности этих вмешательств были недостаточная поддержка со стороны руководства или ошибочное определение истинной первопричины загрязнения PPC; это представляет собой аналогичные проблемы, которые могли повлиять на эффективность корректирующих действий, проведенных SMDPP в нашем исследовании.

Примечательно, что некоторые ответы из анкеты о затратах, связанных с EMP, показали, что отдельные SMDPP могут иметь неточное представление о собственном контроле патогенов. Например, предприятие, получившее самую низкую оценку культуры пищевой безопасности (согласно оценке каждого предприятия исследовательской группой по анкете 1) и показавшее самую высокую долю положительных проб на Listeria при повторном отборе проб (т. е. предприятие CP), в анкете 2 указало свою субъективную оценку контроля над патогенами после ~1 года внедрения EMP для Listeria как «в основном под контролем», что совпало с ответом предприятия, получившего самую высокую оценку культуры пищевой безопасности и показавшего самую низкую долю положительных проб на Listeria при повторном отборе проб (т. е. предприятия N; Таблица 1). Более того, расчет коэффициента корреляции Пирсона при сравнении восприятия предприятиями собственного контроля патогенов с долей положительных проб на Listeria, наблюдавшейся при повторном отборе проб на каждом предприятии, выявил коэффициент корреляции –0.31, что потенциально указывает на неточное восприятие предприятиями собственного контроля патогенов; однако этот результат не был статистически значимым (P = 0.41). Учитывая, что 95% ДИ для этого теста был очень широким (т. е. от –0.80 до 0.45), отсутствие статистической значимости могло быть обусловлено ограниченным размером выборки, что подчеркивает ключевое ограничение, которое следует учитывать при интерпретации этого и других результатов статистического анализа в данном исследовании. Кроме того, при интерпретации этих данных следует учитывать и другие факторы, такие как завышение социально одобряемых показателей в ответах (например, преувеличение инвестиций в корректирующие действия с целью выглядеть ответственными). Например, предприятие CP сообщило о расходах в размере $5,000 на корректирующие действия, связанные с EMP для Listeria, в течение 1-летнего периода внедрения EMP, несмотря на получение самой низкой оценки культуры пищевой безопасности из 9 предприятий (56 из 225) и непроведение какого-либо отбора смывов из производственной среды на протяжении 1-летнего периода исследования (Bolten et al. 2024a), что может свидетельствовать о возможном завышении ими этого конкретного показателя. Исследования, выявляющие систематическую ошибку отчетности в пользу социальных норм в контексте пищевой безопасности, не редкость (Ungku Fatimah et al., 2014; da Cunha et al., 2019). Например, da Cunha et al. (2019) построили 2 модели структурных уравнений на основе данных, собранных у 183 работников, обращающихся с пищевыми продуктами, в Бразилии: одна отражала данные о практиках пищевой

безопасности по самоотчетам пищевых предприятий, а другая отражала данные о тех же практиках пищевой безопасности, наблюдавшихся внешними инспекторами по пищевой безопасности. Результаты показали слабую корреляцию ($r = 0.33$, $P = 0.002$) между 2 моделями, указывая на расхождение между заявляемым и наблюдаемым поведением в области пищевой безопасности, при этом показатели заявляемого в самоотчетах поведения, по-видимому, были завышены по сравнению с наблюдаемым поведением. Возможно, если бы у SMDPP было больше доступа к целевым образовательным материалам, рассматривающим ключевые бизнес-риски, связанные с Listeria, то SMDPP чувствовали бы себя более уверенно для улучшения своих программ пищевой безопасности и не испытывали бы необходимости в потенциальном завышении показателей.

В целом в рамках этого небольшого исследования не удалось выявить конкретные факторы, определяющие инвестиции SMDPP в программу мониторинга производственной среды (EMP) в отношении Listeria, и возможно, что владельцы малых и средних пищевых предприятий не используют подходы, основанные на данных, для определения объема своих инвестиций в программы пищевой безопасности. Кроме того, хотя SMDPP, по-видимому, отдают приоритет корректирующим действиям, эффективность этих корректирующих действий может быть связана с другими переменными, такими как заинтересованность и поддержка со стороны руководства или правильное выявление первопричин. Наконец, данное исследование может послужить основой для дальнейших исследований, касающихся экономических инвестиций в пищевую безопасность или культуру пищевой безопасности, а полученные при этом результаты могут помочь лучше адаптировать образовательные материалы по пищевой безопасности, особенно те, которые ориентированы на представление инвестиций в EMP в отношении Listeria как стратегии управления бизнес-рисками или рисками предприятия.

Список литературы

1. Belias A., Bolten S., Wiedmann M. 2024. Challenges and opportunities for risk- and systems-based control of Listeria monocytogenes transmission through food. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 23:e70071. DOI: 10.1111/1541-4337.70071.
2. Bhaskaran S. 2006. Incremental innovation and business performance: Small and medium-size food enterprises in a concentrated industry environment. J. Small Bus. Manag. 44:64–80. DOI: 10.1111/j.1540-627X.2006.00154.x.
3. Bolten S., Lott T.T., Ralyea R.D., Gianforte A., Trmcic A., Orsi R.H., Martin N.H., Wiedmann M. 2024a. Intensive environmental sampling and whole genome sequence-based characterization of Listeria in small- and medium-sized dairy facilities reveal opportunities for simplified and size-appropriate environmental monitoring strategies. J. Food Prot. 87:100254. DOI: 10.1016/j.jfp.2024.100254.
4. Bolten S., Ralyea R.D., Lott T.T., Orsi R.H., Martin N.H., Wiedmann M., Trmcic A. 2024b. Utilizing whole genome sequencing to characterize Listeria spp. persistence and transmission patterns in a farmstead dairy processing facility and its associated farm environment. J. Dairy Sci. 107:9036–9053. DOI: 10.3168/jds.2024-24789.
5. Brand Reputation through Compliance Global Standard. 2022. Global Standard Food Safety (Issue 9). Accessed Aug. 10, 2024. https://www.brcgs.com/product/global-standard-food-safety-issue-9/p-13279/.
6. Cartwright E.J., Jackson K.A., Johnson S.D., Graves L.M., Silk B.J., Mahon B.E. 2013. Listeriosis outbreaks and associated food vehicles, United States, 1998–2008. Emerg. Infect. Dis. 19:1–9. DOI: 10.3201/eid1901.120393.
7. Centers for Disease Control and Prevention. 2008. Outbreak of Listeria monocytogenes infections associated with pasteurized milk from a local dairy–Massachusetts, 2007. Morb. Mortal. Wkly. Rep. 57:1097–1100.
8. da Cunha D.T., de Rosso V.V., Pereira M.B., Stedefeldt E. 2019. The differences between observed and self-reported food safety practices: A study with food handlers using structural equation modeling. Food Res. Int. 125:108637. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.108637.
9. Danielson M.G., Scott J.A. 2006. The capital budgeting decisions of small businesses. J. Appl. Finance. 16.

10. Etter A.J., Hammons S.R., Roof S., Simmons C., Wu T., Cook P.W., Katubig A., Stasiewicz M.J., Wright E., Warchocki S., Hollingworth J., Thesmar H.S., Ibrahim S.A., Wiedmann M., Oliver H.F. 2017. Enhanced sanitation standard operating procedures have limited impact on Listeria monocytogenes prevalence in retail delis. J. Food Prot. 80:1903–1912. DOI: 10.4315/0362-028X.JFP-17-112.
11. European Food Safety Authority. 2018. Listeria monocytogenes contamination of ready-to-eat foods and the risk for human health in the EU. EFSA J. 16:e05134. DOI: 10.2903/j.efsa.2018.5134.
12. Gomez C.B., Marks B.P. 2020. Monetizing the impact of food safety recalls on the low-moisture food industry. J. Food Prot. 83:829–835. DOI: 10.4315/JFP-19-553.
13. Likert R. 1932. A technique for the measurement of attitudes. Arch. Psychol. 22:5–55. https://psycnet.apa.org/record/1933-01885-001.
14. Nayak R., Waterson P. 2017. The assessment of food safety culture: An investigation of current challenges, barriers and future opportunities within the food industry. Food Control. 73:1114–1123. DOI: 10.1016/j.foodcont.2016.10.061.
15. Reichler S.J., Murphy S.I., Erickson A.W., Martin N.H., Snyder A.B., Wiedmann M. 2020. Interventions designed to control postpasteurization contamination in high-temperature, short-time-pasteurized fluid milk processing facilities: A case study on the effect of employee training, clean-in-place chemical modification, and preventive maintenance programs. J. Dairy Sci. 103:7569–7584. DOI: 10.3168/jds.2020-18186.
16. Spanu C., Jordan K. 2020. Listeria monocytogenes environmental sampling program in ready-to-eat processing facilities: A practical approach. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 19:2843–2861. DOI: 10.1111/1541-4337.12619.
17. Ungku Fatimah U.Z.A., Strohbehn C.H., Arendt S.W. 2014. An empirical investigation of food safety culture in onsite foodservice operations. Food Control. 46:255–263. DOI: 10.1016/j.foodcont.2014.05.029.
18. U.S. Food and Drug Administration. 2017a. Vulto creamery issues voluntary recall of all soft, wash-rind raw milk cheeses because of possible health risk. Accessed Sep. 16, 2024. https://www.fda.gov/safety/recalls-market-withdrawals-safety-alerts/vulto-creamery-issues-voluntary-recall-all-soft-wash-rind-raw-milk-cheeses-because-possible-health.
19. U.S. Food and Drug Administration. 2017b. FDA Form 483: Vulto Creamery, LLC, Walton, NY. Accessed Sep. 16, 2024. https://www.fda.gov/files/about%20fda/published/Vulto-Creamery–LLC–Walton–NY-483-Issued-03-22-2017.pdf.
20. U.S. Food and Drug Administration. 2022. Warning Letter: Big Olaf Creamery LLC. Accessed Sep. 16, 2024. https://www.fda.gov/inspections-compliance-enforcement-and-criminal-investigations/warning-letters/big-olaf-creamery-llc-dba-big-olaf-642758-12092022.
21. Yapp C., Fairman R. 2004. Compliance with food safety legislation in small and micro-businesses: Enforcement as an external motivator. J. Environ. Health Res. 3:40–48. https://www.cieh.org/media/mzjiugfw/jehr-vol3_august-2004-2.pdf#page=6.
22. Yiannas F. 2009. Food Safety Culture: Creating a Behavior-Based Food Safety Management System. Springer Science & Business Media. 10.1007/978-0-387-72867-4.
23. Zanin L.M., Stedefeldt E., Luning P.A. 2021. The evolvement of food safety culture assessment: A mixed-methods systematic review. Trends Food Sci. Technol. 118:125–142. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.08.013.
24. Zoellner C., Ceres K., Ghezzi-Kopel K., Wiedmann M., Ivanek R. 2018. Design elements of Listeria environmental monitoring programs in food processing facilities: A scoping review of research and guidance materials. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 17:1156–1171. DOI: 10.1111/1541-4337.12366.

Примечания

Финансирование этой работы предоставлено New York Dairy Promotion Order (Олбани, штат Нью-Йорк) в рамках спонсорского гранта штата Нью-Йорк номер C012388.

Авторы благодарят участвовавшие молочные предприятия за их готовность к сотрудничеству с нами, а также Robert Ralyea и Anika Gianforte из программы Cornell Dairy Foods Extension Program (Итака, штат Нью-Йорк) и Timothy Lott из программы Cornell's Milk Quality Improvement Program (Итака, штат Нью-Йорк) за участие в анкетировании по культуре пищевой безопасности, и Erika Mudrak из подразделения Cornell Statistical Consulting Unit (Корнеллский университет, Итака, штат Нью-Йорк) за консультационную помощь в проведении статистического анализа.

Анкеты и первичные данные, использованные в данном исследовании, доступны по адресу https://github.com/FSL-MQIP/Cost-of-EMP.git.

Люди или животные в качестве объектов исследования не привлекались, поэтому для данного научного исследования не требовалось одобрения Институционального комитета по содержанию и использованию лабораторных животных (Institutional Animal Care and Use Committee). Поскольку в центре внимания этого проекта находились SMDPP в целом, а не отдельные лица, для данного научного исследования не требовалось одобрения Институционального наблюдательного совета (Institutional Review Board).

Авторы отмечают, что N. Martin является редактором раздела в журнале Journal of Dairy Science. Авторы не заявили о наличии каких-либо других конфликтов интересов.

Использованные нестандартные сокращения: EMP = программа мониторинга производственной среды (environmental monitoring program); ETVFP = оценочная общая стоимость готовой продукции (estimated total value of finished product); Lm = Listeria monocytogenes; PPC = загрязнение после пастеризации (post-pasteurization contamination); RTE = готовый к употреблению (ready-to-eat); SMDPP = малые и средние молокоперерабатывающие предприятия (small- and medium-sized dairy processing plants).

Источник: Caroline Motzer, Aljosa Trmcic, Nicole Martin, Martin Wiedmann, Samantha Bolten. Assessment of drivers of Listeria environmental monitoring programs in small- and medium-sized dairy processing plants. JDS Communications. 2025;6(3):277–281. DOI: 10.3168/jdsc.2024-0692. Опубликовано онлайн 18 марта 2025; выпуск — май 2025.

© 2025. CC BY 4.0. Изменения: русский перевод, оформление и отдельно обозначенные редакционные пояснения. Изображение и числовые данные сохранены. Авторы и журнал не утверждали этот перевод.