

Богданова О.Г.<sup>1</sup>, Ефимова Н.В.<sup>1</sup>, Молчанова О.А.<sup>1,2</sup>

## Оценка потенциального риска причинения вреда здоровью, связанного с контаминацией пищевой продукции

<sup>1</sup>ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Ангарск, Россия;

<sup>2</sup>Управление Роспотребнадзора по Республике Бурятия, 670013, Улан-Удэ, Россия

**Введение.** Цель работы — выбор приоритетных показателей безопасности и оптимального объёма исследований с помощью оценки потенциального риска причинения вреда здоровью, связанного с химической и микробиологической безопасностью пищевой продукции (ПП).

**Материалы и методы.** Ретроспективно проанализированы данные о химической и микробиологической безопасности ПП, обращаемой на потребительском рынке Республики Бурятия, за 2016–2020 гг. Оценка потенциального риска причинения вреда здоровью человека включала прогнозирования, выполненное по линейным регрессионным моделям.

**Результаты.** Максимальная вероятность нарушений обязательных требований по санитарно-химической и микробиологической контаминации отмечена по молочной продукции, минимальная — по биологически активным добавкам и продуктам детского питания промышленного изготовления. Проведённый расчёт потенциальных рисков причинения вреда здоровью потребителей по результатам исследований ПП позволил выявить категории «высокого риска» — рыба и морепродукты, «значительного риска» — молочная продукция, кондитерские изделия, овощи, бахчевые культуры, безалкогольные напитки. Установлено, что поставки рыбы и морепродуктов, птицы и птицеводческой продукции имели длинные логистические цепочки, когда наиболее вероятны риски, связанные с несоблюдением условий их транспортировки и хранения. Выявлены корреляционные связи между уровнем риска по микробиологическому критерию ( $R_{\text{микро}}$ ), связанному с контаминацией пищевой, рыбной, кулинарной продукции, и заболеваемостью острыми кишечными инфекциями (ОКИ);  $R_{\text{микро}}$  рыбной, кулинарной продукцией, мясом птицы и заболеваемостью ОКИ неустановленной этиологии (ОКИНЭ). Указанные факторные признаки определяют от 28,6 до 67% дисперсии заболеваемости ОКИНЭ и ОКИ.

**Заключение.** Выявлены потенциальные риски причинения вреда здоровью населения, связанные с безопасностью ПП, что указывает на необходимость дальнейшего мониторинга содержания химических и микробиологических контаминантов. В связи с чем весьма важным является ориентировать лабораторный контроль на всех этапах пищевой цепочки с целью повышения эффективности контрольно-надзорных мероприятий и предупреждения нарушений здоровья потребителей.

**Ключевые слова:** пищевая продукция; показатели безопасности; риск причинения вреда здоровью; микробиологические показатели; санитарно-химические показатели

**Для цитирования:** Богданова О.Г., Ефимова Н.В., Молчанова О.А. Оценка потенциального риска причинения вреда здоровью, связанного с контаминацией пищевой продукции. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(12): 1481–1486. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-12-1481-1486>

**Для корреспонденции:** Богданова Ольга Георгиевна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр. лаб. эколого-гигиенических исследований ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Ангарск, Россия. E-mail: olga.bogdanova2001@gmail.com

**Участие авторов:** Богданова О.Г. — концепция и дизайн исследования, анализ и интерпретация данных, написание текста, редактирование, ответственность за целостность всех частей; Ефимова Н.В. — концепция и дизайн исследования, анализ и интерпретация данных, дополнение первого варианта статьи, утверждение окончательного варианта статьи; Молчанова О.А. — сбор и обработка материала.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках государственного задания НИР «Изучение механизмов метаболических нарушений и их роли в формировании чувствительности к воздействию производственных факторов» ФГБНУ ВСИМЭИ.

Поступила: 03.06.2021 / Принята к печати: 25.11.2021 / Опубликовано: 30.12.2021

Olga G. Bogdanova<sup>1</sup>, Natalia V. Efimova<sup>1</sup>, Olga A. Molchanova<sup>1,2</sup>

## Analysis of health risks associated with food safety

<sup>1</sup>East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation;

<sup>2</sup>Directorate of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights protection and Human Welfare in the Republic of Buryatia, Ulan-Ude, 670013, Russian Federation

**Introduction. Aim.** Selection of priority safety indicators and optimal research scope through analysis of potential health risks associated with chemical and microbiological safety of food products (FP).

**Materials and methods.** Retrospectively analyzed data on chemical and microbiological safety of FP addressed on the consumer market of the Republic of Buryatia for 2016–2020. Assessment of the potential risk of harm to human health included prediction performed on linear regression models.

**Results.** The maximum probability of violations of mandatory requirements for chemical and microbiological contamination was noted for dairy products. The minimum probability of violations was identified for the biologically active additives and industrial baby FP. The calculation of potential risks to consumer health based on the results of studies of FP revealed the categories of “high risk” — fish and seafood, “significant risk” — dairy products, confectionery, vegetables, melons, soft drinks. It was found that the supply of fish and seafood, poultry and poultry products had long supply chains, when the risks associated with non-compliance with their transportation and storage conditions were most likely. Correlations were revealed between the risk level according to the microbiological criterion associated with the contamination of food, fish, culinary products, poultry meat and the incidence of acute intestinal infections. The indicated factor signs determine from 28.6% to 67.0% of the variance of the incidence.

**Conclusion.** Identification of potential risks of harm to the public health related to FP safety indicates the need for further monitoring of the content of chemical and microbiological contaminants.

**Keywords:** food products; safety indicators; risk assessment; microbiological indicators; sanitary and chemical indicators

**For citation:** Bogdanova O.G., Efimova N.V., Molchanova O.A. Analysis of health risks associated with food safety. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(12): 1481–1486. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-12-1481-1486> (In Russ.)

**For correspondence:** Olga G. Bogdanova, MD, PhD, Senior Researcher, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation. E-mail: olga.bogdanova2001@gmail.com

**Information about authors:**

Bogdanova O.G., <https://orcid.org/0000-0002-2358-2280> Efimova N.V., <https://orcid.org/0000-0001-7218-2147> Molchanova O.A., <https://orcid.org/0000-0002-5088-4794>

**Contribution:** Bogdanova O.G. – research concept and design, data analysis and interpretation, text writing, editing; Efimova N.V. – research concept and design, data analysis and interpretation, addition to the first version of the article; Molchanova O.A. – material collection and primary processing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgement.** The work was carried out within the framework of the state research assignment “Study of the mechanisms of metabolic disorders and their role in the formation of sensitivity to the effects of production factors” of the East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research.

Received: June 3, 2021 / Accepted: November 25, 2021 / Published: December 30, 2021

## Введение

Обеспечение безопасности пищевой продукции (ПП), обращаемой на продовольственном рынке, является особым приоритетом, обусловленным не только относительными экономическими потерями, но и потенциальной опасностью для здоровья потребителей [1–5]. В докладе Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) «Оценки ВОЗ глобального бремени болезней пищевого происхождения» опубликовано, что ежегодно 600 млн человек, или почти каждый десятый человек в мире, заболевают после употребления пищи, загрязненной болезнетворными агентами (бактериями, вирусами, паразитами, токсинами и химическими веществами), и 420 тыс. человек умирают, что приводит к потере 33 млн лет здоровой жизни (DALY<sup>1</sup>) [6]. По данным Chapman B., Gunter C., экономические издержки от болезней пищевого происхождения в США оцениваются в 152 млрд – 1,4 трлн долларов ежегодно [7].

Глобализация производства и оборота ПП, поддерживаемая региональным и международным маркетингом, прослеживаемая тенденция к увеличению доли населения с низкими доходами, а также особенности приготовления и потребления пищи в различных странах продолжают оказывать значительное влияние на их безопасность и здоровье населения [8–11]. Цепочки поставок продовольственного сырья и пищевых продуктов пересекают многочисленные национальные границы, что увеличивает интернационализацию рисков для здоровья человека [12, 13], создаваемых микробиологической [14, 15] и химической контаминацией ПП [16, 17]. Так, по мнению Шевелевой С.А. и соавт., у населения в Российской Федерации (РФ) пищевой путь передачи возбудителей преобладает при вспышках острых кишечных инфекций (ОКИ), а при некоторых нозологиях, например, сальмонеллёзе, является основным [18]. Хотя, по мнению Ајјика М., Buys E.M., на протяжении многих лет известно, что загрязнение источников пищи происходит через орально-фекальный путь, механизмы, лежащие в основе его персистенции в открытых средах, включая пищевую цепочку, остаются практически неизвестными [19]. В связи с чем для защиты здоровья крайне важны эффективные системы контроля пищевых продуктов, основанные на учёте рисков.

По данным государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Бурятия в 2019 году» в течение года исследовано 13 575 проб ПП с проведением более 42 тыс. исследований. При этом доля выявления ненормативных уровней контаминантов составила 2,4% по санитарно-химическим показателям и 4,9% по микробиологическим, что ниже аналогичных показателей по РФ за 2019 г. в 1,7 и 1,4 раза соответственно. Вместе с тем показатели заболеваемости кишечными инфекциями превышают среднефедеративные, в том числе сальмонеллёзом – в 2,3 раза, ОКИ установленной этиологии – в 1,6 раза [20].

В связи с вышеизложенным необходимо проведение углублённого анализа в целях выявления потенциального риска причинения вреда здоровью, обусловленного контаминацией ПП на продовольственном потребительском рынке региона.

<sup>1</sup> Число лет жизни популяции, прожитых с инвалидностью или другими проблемами со здоровьем или потерянных в результате преждевременной смерти.

## Материалы и методы

Источниками данных о контаминации ПП для проведения ретроспективного анализа за период 2016–2020 гг. явились сведения региональных информационных фондов социально-гигиенического мониторинга Управления Роспотребнадзора по Республике Бурятия, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Бурятия». Проанализированы результаты исследований по протоколам лабораторных испытаний 53 753 проб ПП, отобранных на потребительском рынке муниципальных образований региона, в том числе по микробиологическим – 39 882, санитарно-химическим показателям – 13 871. Оценку результатов лабораторных исследований провели согласно техническим регламентам Таможенного союза. Рассчитывали частоту нарушений обязательных требований безопасности к ПП по *i*-му фактору опасности в ходе одной проверки за каждый год и среднее значение за 5 лет (2016–2020 гг.). Анализ инфекционной заболеваемости выполнен на основании форм федерального статистического наблюдения № 1 и № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» по муниципальным образованиям Республики Бурятия за период 2016–2020 гг.

Потенциальный риск причинения вреда здоровью вследствие употребления населением конкретной ПП ( $R_{\text{пип}}$ ) рассчитывали на основании данных государственной ведомственной статистики по формам: федеральное статистическое наблюдение № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» (раздел 8 «Гигиеническая характеристика продовольственного сырья и пищевых продуктов») по муниципальным образованиям Республики Бурятия за 2016–2020 гг.; статистический бюллетень «Потребление основных продуктов питания населением Российской Федерации» в соответствии с Методическими рекомендациями<sup>2</sup>. Фактическое потребление ПП в год на одного жителя Республики Бурятия, а также число населения, проживающего в муниципальных образованиях Республики Бурятия, получено из официальных сведений территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Бурятия.

Статистическая обработка результатов исследования проведена с помощью программного средства Statistica. v.10.0. Результаты представлены в виде средней величины с 95% доверительным интервалом (ДИ). Зависимости между потенциальным риском причинения вреда здоровью потребителей и уровнем заболеваемости острыми кишечными инфекциями оценивали с помощью критерия Пирсона [21]. Изменения показателей оценивали по коэффициенту детерминации аппроксимации ( $R^2$ ) с помощью шкалы Чеддока: 0,1–0,3 – слабые изменения, 0,3–0,5 – умеренные, 0,5–0,7 – заметные, 0,7–0,9 – высокие, 0,9–0,99 – весьма высокие [22]. В качестве статистически значимых различий между значениями первичной заболеваемости в разных возрастных группах принимали различия при 95% вероятности ( $p < 0,05$ ).

<sup>2</sup> МР «Классификация пищевой продукции, обращаемой на рынке, по риску причинения вреда здоровью и имущественных потерь потребителей для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий», утверждённые Приказом Роспотребнадзора от 18.01.2016 г. № 16.

Таблица 1 / Table 1

**Категории потенциального риска причинения вреда здоровью потребителей по группам пищевой продукции**  
**Potential risk categories for consumer health by food product group**

Продукция Product name	Республика Бурятия Republic of Buryatia		Российская Федерация* Russian Federation*	
	категория category	риск risk	категория category	риск risk
Рыба, нерыбные объекты промысла и продукты, вырабатываемые из них Fish, non-fish fisheries and products produced from them	2	Высокий / High	2	Высокий / High
Птица, яйца и продукты их переработки Poultry, eggs and their products	3	Значительный / Considerable	3	Значительный / Considerable
Молоко и молочные продукты / Milk and dairy products	3	Значительный / Considerable	3	Значительный / Considerable
Кондитерские изделия / Confectionery	3	Значительный / Considerable	Н/д (N/d)	Нет данных / No data
Овощи / Vegetables	3	Значительный / Considerable	4	Средний / Average
Бахчевые культуры / Melon cultures	3	Значительный / Considerable	2	Высокий / High
Безалкогольные напитки / Soft drinks	3	Значительный / Considerable	Н/д (N/d)	Нет данных / No data
Мясо и мясные продукты / Meat and meat products	4	Средний / Average	3	Значительный / Considerable
Алкогольные напитки, пиво / Alcoholic beverages, beer	4	Средний / Average	Н/д (N/d)	Нет данных / No data
Мукомольно-крупяные изделия / Flour and cereal products	4	Средний / Average	Н/д (N/d)	Нет данных / No data
Картофель / Potatoes	4	Средний / Average	4	Средний / Average
Кулинарные изделия / Culinary products	4	Средний / Average	2	Высокий / High
Хлебобулочные изделия / Bakery products	5	Умеренный / Moderate	Н/д (N/d)	Нет данных / No data
Масложировая продукция / Oil and fat products	5	Умеренный / Moderate	3	Значительный Considerable
Консервы / Canned food	5	Умеренный / Moderate	4	Средний / Average
Биологически активные добавки к пище Biologically active food supplements	5	Умеренный / Moderate	Н/д (N/d)	Нет данных / No data

Примечание. \* – по данным Зайцевой Н.В., Май И.В. (2020) [2]. Н/д – нет данных.

Note. \* – according to Zaitseva N.V., May I.V. (2020) [2]. N/d – No data.

## Результаты

Установлено, что на продовольственном потребительском рынке Республики Бурятия по санитарно-химической контаминации максимальная частота нарушений зарегистрирована по молоку и молочной продукции – 0,1 (0,09; 0,11), 95%-й перцентиль – 0,2 на 1 проверку; минимальная частота нарушений отмечена по биологически активным добавкам к пище. По микробиологической безопасности наибольшая частота выявления нарушений зафиксирована также в молочной продукции – 0,08 (0,07; 0,08), 95%-й перцентиль – 0,15 на проверку; – в продуктах детского питания промышленного изготовления. В число лидеров по частоте выявления нарушений по санитарно-химическим показателям безопасности вошли хлебобулочные, кондитерские изделия и соль йодированная (95%-й перцентиль – 0,11 на 1 проверку), по микробиологическим – мясные продукты и кондитерские изделия (95%-й перцентиль – 0,09 и 0,08 на 1 проверку соответственно).

Результаты расчёта потенциального риска причинения вреда здоровью потребителей по результатам исследований ПП за 2016–2020 гг. приведены в табл. 1. Пищевая продукция, отнесённая к первой категории «чрезвычайно высокого риска», за анализируемый период не выявлена, а ко второй категории «высокого риска» отнесены «Рыба, нерыбные объекты промысла и продукты, вырабатываемые из них», тогда как за период 2017–2019 гг., характеризовавшийся неблагоприятной ситуацией по сальмонеллёзу, к данной категории риска отнеслись «Птица, яйца и продукты их переработки» [23].

По третьей категории «значительного риска» отмечается различие со среднероссийскими показателями: в республике отнесено 6 групп ПП «Птица, яйца и продукты их пере-

работки», «Молоко и молочные продукты», «Кондитерские изделия», «Овощи», «Бахчевые культуры», «Безалкогольные напитки», из них 2 вида ПП (птица и молочные продукты) в среднем по РФ также включены в третью категорию «значительного риска».

По соотношению количества проведённых лабораторных исследований ПП и полученных при расчётах уровней потенциального риска причинения вреда здоровью, формируемого отдельными группами продовольственных товаров, установлена некоторая диспропорция (см. рисунок).

Установлено, что по рыбной, птицеводческой и молочной продукции, кондитерским изделиям, бахчевым культурам, безалкогольным напиткам, мукомольно-крупяным изделиям количество проведённых испытаний недостаточно. Максимальное количество лабораторных исследований проводится в группе «кулинарные изделия», что несопоставимо с уровнем  $R_{\text{пип}}$ , формируемым данной продукцией.

Для уточнения ситуации на потребительском рынке республики нами проведён расчёт потенциальных рисков причинения вреда здоровью потребителей, проживающих в 22 муниципальных образованиях, в ходе которого установлено, что наибольшие риски формирует ПП, обращаемая на территории г. Улан-Удэ, в котором проживает практически половина населения республики (44,54%).

По группам ПП и уровням потенциального риска причинения вреда здоровью проживающих в муниципальных образованиях Республики Бурятия ко второй категории «высокого риска», формирующей наибольшие риски причинения вреда здоровью человека, отнесена рыбная продукция в г. Улан-Удэ ( $R = 1,77E-02$ ), молоко и молочные продукты в Мухоршибирском ( $R = 1,06E-02$ ), кондитерские изделия в

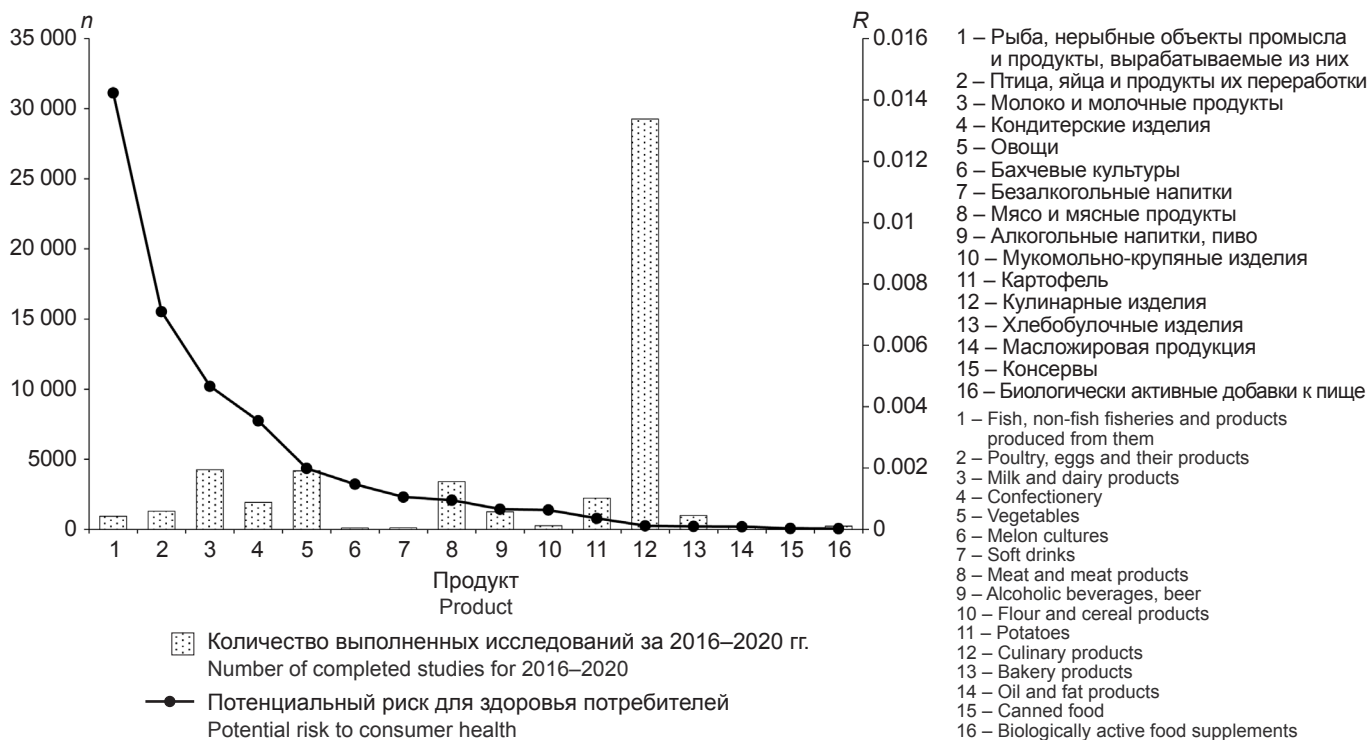


Рис. 1. Соотношение количества лабораторных исследований пищевой продукции (n) и уровней потенциального риска для здоровья населения (R) (Республика Бурятия, 2016–2020 гг.).

Fig. 1. Ratio of the number of laboratory studies of food products (n) and levels of potential risk to public health (R) (Republic of Buryatia, 2016–2020).

Закаменском ( $R = 1,47E-02$ ) районах. К третьей категории «значительного риска» отнесены следующие группы ПП: птица, яйца и продукты их переработки – в Заиграевском ( $R = 1,82E-03$ ), Селенгинском ( $R = 1,33E-03$ ) районах и г. Улан-Удэ ( $R = 7,06E-03$ ); молоко и молочные продукты – в Кабанском ( $R = 4,33E-03$ ), Кяхтинском ( $R = 3,49E-03$ ), Селенгинском ( $R = 1,59E-03$ ), Джидинском ( $R = 1,36E-03$ ) районах и г. Улан-Удэ ( $R = 7,93E-03$ ); овощи – в Мухоршибирском ( $R = 4,53E-03$ ), Тункинском ( $R = 4,08E-03$ ), Закаменском ( $R = 3,73E-03$ ), Хоринском ( $R = 2,04E-03$ ), Еравнинском ( $R = 1,51E-03$ ), Иволгинском ( $R = 1,41E-03$ ) районах и г. Улан-Удэ ( $R = 5,61E-03$ ); мясная продукция – в Закаменском ( $R = 1,89E-03$ ), Мухоршибирском ( $R = 1,01E-03$ ) районах и г. Улан-Удэ ( $R = 1,63E-03$ ).

Практически во всех муниципальных образованиях республики продукция предприятий общественного питания сформировала умеренные риски за счёт микробиологической контаминации, отнесённые к 5-й категории, подлежащей документарному и лабораторному контролю в 10% плановых проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих обращение данной продукции на рынке, за исключением г. Улан-Удэ, где уровень риска отнесён к 4-й категории.

Для выявления связи между потенциальным микробиологическим риском причинения вреда здоровью потребителей ПП и реализованным в виде заболеваемости ОКИ проведён корреляционно-регрессионный анализ, результаты которого представлены в табл. 2.

Таблица 2 / Table 2

Результаты корреляционно-регрессионного анализа зависимости «заболеваемость – потенциальный риск» на 100 тыс. населения  
Results of correlation-regression analysis of incidence – potential risk dependence per 100 thousand population

Заболевание Disease	Предикторы (потенциальные микробиологические риски) Predictors (potential microbiological risks) $R_i$	Зависимость Dependence	Коэффициент корреляции Пирсона Pearson Correlation Coefficient $r_{xy}$	Коэффициент детерминации Determination factor $R^2$	$p$
Острые кишечные инфекции Acute intestinal infections	Пищевая продукция (всего) / Food products (total)	$y = 208.09 + 42\ 341x$	0.61	0.38	0.01
	Рыба, нерыбные объекты промысла и продукты, вырабатываемые из них Fish, non-fish fisheries and products produced from them	$y = 294.66 + 73\ 287x$	0.53	0.29	0.004
	Кулинарная продукция / Culinary products	$y = 70.50 + 8139.2x$	0.69	0.48	0.000
Острые кишечные инфекции неустановленной этиологии Acute intestinal infections of relentless etiology	Пищевая продукция (всего) / Food products (total)	$y = 80.24 + 25\ 393x$	0.65	0.42	0.005
	Рыба, нерыбные объекты промысла и продукты, вырабатываемые из них Fish, non-fish fisheries and products produced from them	$y = 106.49 + 48\ 955x$	0.58	0.34	0.001
	Кулинарная продукция / Culinary products	$y = 2.23 + 4721.8x$	0.71	0.50	0.000
	Мясо птицы / Fowl	$y = 36.74 + 65\ 934x$	0.82	0.67	0.037



Выявлены прямые статистически значимые связи, которые свидетельствуют о наличии между изучаемыми признаками связи от заметной до высокой. Заметные связи отмечены между заболеваемостью ОКИ и  $R_{\text{мнч}}$  по результатам микробиологических исследований пищевой, рыбной, кулинарной продукции; между заболеваемостью острыми кишечными инфекциями неустановленной этиологии (ОКИНЭ) и  $R_{\text{мнч}}$  рыбной продукции. Высокий уровень связи установлен между заболеваемостью ОКИНЭ и кулинарной продукцией; мясом птицы. Указанные факторные признаки определяют от 28,6 до 67% дисперсии зависимого признака – заболеваемости ОКИНЭ и ОКИ. Зависимости между заболеваемостью сальмонеллёзом и  $R_{\text{мнч}}$  по результатам микробиологических исследований пищевой, кулинарной продукции, мяса птицы; заболеваемостью ОКИ, ОКИНЭ и  $R_{\text{мнч}}$  от молочной продукции статистически незначимы.

## Обсуждение

Анализ результатов санитарно-химических и микробиологических лабораторных исследований различных групп ПП показал, что частота нарушений обязательных требований безопасности ПП имеет свои региональные особенности, отличные от аналогичных показателей в среднем по РФ как по структуре, так и по их значениям. Если по РФ большую значимость имеют кулинарные изделия, произведённые по нетрадиционной технологии, мукомольно-крупяные, жировые растительные продукты (95%-й перцентиль – 0,76; 0,68; 0,67 на 1 проверку соответственно), минимальные – по сокам, зерну и зернопродуктам (95%-й перцентиль – 0,16 и 0,15 на 1 проверку соответственно) [2], то на региональном потребительском рынке Республики Бурятия лидируют молоко и молочные продукты, минимальная частота выявления нарушений ненормативных требований установлена по продуктам детского питания промышленного изготовления и биологически активным добавкам к пище. Максимальные значения частоты выявленных в ходе контрольно-надзорных мероприятий нарушений требований к безопасности ПП в Республике Бурятия ниже в 3,8 раза, чем в среднем по РФ. Сложившаяся ситуация, с одной стороны, может свидетельствовать о более благоприятной ситуации, складывающейся на региональном потребительском рынке, и с другой стороны – о недостаточной оснащённости лабораторных центров современным оборудованием, не позволяющим проводить адекватный спектр лабораторных исследований. Этим можно объяснить большую вероятность выявленных нарушений в ПП, обращаемой в г. Улан-Удэ, где выше диагностические возможности лабораторной службы по сравнению с районами Республики Бурятия.

Рассматривая категории рисков ПП, обращаемых на территории Республики Бурятия, необходимо отметить, что рыба, нерыбные объекты промысла и продукты, вырабатываемые из них, отнесены к высокому риску, птица и птицеводческая, молочная продукция – к значительному, так же как и в среднем по РФ. Указанный факт требует проведения 100% документарного и лабораторного контроля в рамках плановых проверок по перечню факторов, определяемых по результатам предыдущих проверок субъектов предпринимательства, осуществляющих обращение данной продукции на рынке. Установлено, что поставки рыбы, нерыбных объектов промысла и продуктов, вырабатываемых из них, а также птицы и птицеводческой продукции имели длинные трансрегиональные и международные логистические цепочки, увеличивающие возможность несоблюдения условий транспортировки и хранения ПП. Выявленные риски в молочной продукции более значительны именно в тех муниципальных образованиях, в которых функционируют местные молокоперерабатывающие предприятия, что может быть опосредовано их недостаточно развитой материально-технической базой [20, 24].

К среднему уровню риска, предусматривающему контроль в 50% плановых проверок, отнесена кулинарная продукция, по которой зафиксировано максимальное количество лабораторных исследований. Необходимо отметить, что риски,

формируемые в муниципальных образованиях республики, по данному виду ПП относятся к умеренным.

По уровню воздействия пищевого фактора на жителей Закаменского района, проживающих в зоне влияния отходов прошлой деятельности Джидинского вольфрамо-молибденового комбината, полученные нами результаты сопоставимы с данными Вековшиной С.А. и соавт., Тармаевой И.Ю. и соавт., которые свидетельствовали о том, что в растительной, молочной и мясной продукции регистрируются тяжёлые металлы в значимых концентрациях, комплексное воздействие которых формирует повышенные уровни риска [25, 26].

Потенциальные риски причинения вреда здоровью потребителей по результатам микробиологических исследований пищевой, рыбной и кулинарной продукции положительно коррелировали с реализованной заболеваемостью ОКИ по муниципальным образованиям Республики Бурятия, а пищевой, рыбной, кулинарной продукции и мяса птицы – с ОКИНЭ, что позволяет прогнозировать нестабильную эпидемиологическую ситуацию по данным нозологическим формам при сохранении выявленной частоты нарушений в ПП. Вместе с тем корреляционные связи потенциального риска, связанного с результатами микробиологических исследований молочной, кондитерской продукции и заболеваемостью ОКИ, ОКИНЭ, а также между мясом птицы, яйцами, продуктами их переработки с сальмонеллёзом не установлено. С учетом данных о зависимостях уровня ОКИ от микробиологической контаминации мяса птицы [18, 27] это, вероятнее всего, обусловлено недостаточным уровнем лабораторного контроля указанной ПП в районах республики.

По результатам регрессионного анализа данных, представленных на рисунке, выявлена полиномиальная зависимость между  $R_{\text{мнч}}$  ( $Y$ ) и количеством лабораторных исследований ( $x$ ):  $Y = 1E - 12x^3 - 8E - 09x^2 + 1E - 05x - 0,0011$  ( $R^2 = 0,2832$ ). Исходя из нелинейного характера связи, отмечаемых диспропорций между уровнем потенциального риска и количеством исследований, можно рекомендовать внести коррективы в объём и направленность лабораторного контроля для ПП в Республике Бурятия. Так, целесообразно увеличить объём исследований до 3500–4500 проб по рыбной, птицеводческой, мясной продукции, кондитерским изделиям, до 1000–1500 проб по безалкогольным напиткам, бахчевым культурам. Сохранить уровень исследований в объёме 4000–4500 проб по молочной продукции и овощам, 1000–1500 проб по хлебоулочной, алкогольной продукции и картофелю. Но наряду с оптимизацией объёмов исследований весьма важным является рациональное распределение контрольно-надзорных мероприятий с использованием лабораторных методов на всех этапах производства и обращения ПП: начиная от получения сырья и заканчивая транспортировкой и реализацией готовой ПП. Значимость нарушений, выявляемых на всех этапах производства и оборота ПП, для безопасности населения отмечена в работах [2, 10, 28, 29]. В Республике Бурятия доля предприятий, отнесённых к 3-й группе санэпидблагополучия, составила: предприятия пищевой промышленности – 4,9%, организации общественного питания – 5,3%, предприятия торговли – 8,5% [30], что определяет вероятность нарушений качества ПП.

## Заключение

Таким образом, выявлены потенциальные риски причинения вреда здоровью населения, связанные с безопасностью ПП, обращаемых на продовольственном потребительском рынке Республики Бурятия, что указывает на необходимость дальнейшего мониторинга содержания химических и микробиологических контаминантов в ПП. Следует отметить, что при более низкой частоте нарушений по микробиологическим показателям в сравнении с химическими потенциальный риск причинения вреда здоровью потребителей от воздействия микробиологической контаминации ПП выше. В связи с чем рекомендуется ориентировать лабораторный контроль на проведение исследований на всех этапах пищевой цепочки с целью повышения эффективности контрольно-надзорных мероприятий и предупреждения нарушений здоровья потребителей.

## ЛИТЕРАТУРА

(п.п. 3–15, 17, 19, 27, 29 см. References)

1. Попова А.Ю., Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Мишина А.Л., Ярушин С.В. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(12): 1125–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-12-1125-1129>
2. Зайцева Н.В., Май И.В. Риск-ориентированный надзор как стратегический инструмент повышения уровня безопасности пищевой продукции на потребительском рынке России. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(12): 1398–406. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-12-1398-1406>
16. Хотимченко С.А., Гмошинский И.В., Багрянцева О.В., Шатров Г.Н. Химическая безопасность пищевых продуктов: разработка методической и нормативной базы. *Вопросы питания*. 2020; 89(4): 110–24. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10047>
18. Шевелева С.А., Куваева И.Б., Ефимочкина Н.Р., Минаева Л.П. Микробиологическая безопасность пищевых продуктов: разработка нормативно-методической базы. *Вопросы питания*. 2020; 89(4): 125–45. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10048>
20. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Бурятия в 2019 году». Улан-Удэ; 2020.
21. Медик В.А., Токмачев М.С. *Руководство по статистике здоровья и здравоохранения*. М.: Медицина; 2006.
22. Гудинова Ж.В. О применении элементов Data Mining (обнаружения полезных знаний в базах данных) в гигиенических исследованиях и социально-гигиеническом мониторинге. *Гигиена и санитария*. 2012; 91(5): 78–81.
23. Богданова О.Г., Молчанова О.А., Тармаева И.Ю., Ефимова Н.В. Оценка и классификация пищевой продукции по уровню риска для здоровья, связанного с химической и микробиологической контаминацией. *Анализ риска здоровью*. 2021; (1): 57–67. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.1.06>
24. Унгаева И.Ю., Молчанова Т.П. Особенности и перспективы развития молочной отрасли в Республике Бурятия. В кн.: *Материалы международной научно-практической конференции «Потенциал Байкала в формировании инновационной модели социо-эколого-экономического развития регионов»*. Улан-Удэ; 2017: 221–4.
25. Вековшинина С.А., Клейн С.В., Ханхареєв С.С., Макарова Л.В., Мадеева Е.В., Болوشيнова А.А. Оценка качества среды обитания и рисков для здоровья населения г. Закаменска – территории длительного хранения отходов Джидинского вольфрамомолибденового комбината. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(1): 15–20. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-15-20>
26. Тармаева И.Ю., Богданова О.Г., Ханхареєв С.С., Ефимова Н.В. Оценка безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов в Республике Бурятия. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2013; (3–1): 114–7.
28. Павлова Ж.П., Бобченко В.И., Сон О.М., Текутьева Л.А., Глухов О.В. Международное сотрудничество в управлении безопасностью пищевых производств. *Пищевая промышленность*. 2016; (12): 36–8.
30. Тармаева И.Ю., Ефимова Н.В., Васильевский А.М., Богданова О.Г. *Продовольственная безопасность и здоровье населения Восточной Сибири*. Новосибирск: Наука; 2014.

## REFERENCES

1. Popova A.Yu., Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Mishina A.L., Yarushin S.V. Modern issues of the health risk assessment and management. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(12): 1125–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-12-1125-1129> (in Russian)
2. Zaytseva N.V., May I.V. Risk-based surveillance as a strategic tool to improve food safety in the Russian consumer market. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(12): 1398–406. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-12-1398-1406> (in Russian)
3. Gizaw Z. Public health risks related to food safety issues in the food market: a systematic literature review. *Environ. Health Prev. Med.* 2019; 24(1): 68. <https://doi.org/10.1186/s12199-019-0825-5>
4. Shariff M. Food safety: a linchpin of One Health. *Rev. Sci. Tech.* 2019; 38(1): 123–33. <https://doi.org/10.20506/rst.38.1.2947>
5. Piras C., Roncada P., Rodrigues P.M., Bonizzi L., Soggiu A. Proteomics in food: Quality, safety, microbes, and allergens. *Proteomics*. 2016; 16(5): 799–815. <https://doi.org/10.1002/pmic.201500369>
6. WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: Foodborne Disease Burden Epidemiology Reference Group 2007–2015. Geneva: WHO Press; 2015. Available at: [https://www.who.int/foodsafety/areas\\_work/foodborne-diseases/ferg](https://www.who.int/foodsafety/areas_work/foodborne-diseases/ferg)
7. Chapman B., Gunter C. Local food systems food safety concerns. *Microbiol. Spectr.* 2018; 6(2). <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.pfs-0020-2017>
8. Chammem N., Issaoui M., De Almeida A.I.D., Delgado A.M. Food crises and food safety incidents in European Union, United States, and Maghreb Area: current risk communication strategies and new approaches. *J. AOAC Int.* 2018; 101(4): 923–38. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.17-0446>
9. Wang S.K., Fu L.M., Chen G.W., Xiao H.M., Pan D., Shi R.F., et al. Multisite survey of bacterial contamination in ready-to-eat meat products throughout the cooking and selling processes in urban supermarket, Nanjing, China. *Food Sci. Nutr.* 2020; 8(5): 2427–35. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1532>
10. Makhunga S., Mashamba-Thompson T., Hlongwana K. Mapping evidence on charitable food assistance system's compliance with safety and general hygiene requirements in Africa and the rest of the world: a systematic scoping review protocol. *Syst. Rev.* 2019; 8(1): 10. <https://doi.org/10.1186/s13643-018-0907-2>
11. Smith M.D., Wesselbaum D. COVID-19, food insecurity, and migration. *J. Nutr.* 2020; 150(11): 2855–8. <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa270>
12. Tandir S., Mujezinovic A., Sivic S., Sivic A., Lihic-Tandir L. Analysis of food toxin trends in the federation of Bosnia and Herzegovina over five years period. *Mater. Sociomed.* 2017; 29(4): 286–90. <https://doi.org/10.5455/msm.2017.29.286-290>
13. Puertas R., Marti L., Garcia-Alvarez-Coque J.M. Food supply without risk: multicriteria analysis of institutional conditions of exporters. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2020; 17(10): 3432. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103432>
14. Jansen W., Müller A., Grabowski N.T., Kehrenberg C., Muytjens B., Al Dahouk S. Foodborne diseases do not respect borders: Zoonotic pathogens and antimicrobial resistant bacteria in food products of animal origin illegally imported into the European Union. *Vet. J.* 2019; 244: 75–82. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.12.009>
15. Nguyen-Viet H., Tuyet-Hanh T.T., Unger F., Dang-Xuan S., Grace D. Food safety in Vietnam: where we are at and what we can learn from international experiences. *Infect. Dis. Poverty*. 2017; 6(1): 39. <https://doi.org/10.1186/s40249-017-0249-7>
16. Khotimchenko S.A., Gmoshinskiy I.V., Bagryantseva O.V., Shatrov G.N. Chemical food safety: development of methodological and regulatory base. *Voprosy pitaniya*. 2020; 89(4): 110–24. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10047> (in Russian)
17. Fung F., Wang H.S., Menon S. Food safety in the 21<sup>st</sup> century. *Biomed. J.* 2018; 41(2): 88–95. <https://doi.org/10.1016/j.bj.2018.03.003>
18. Sheveleva S.A., Kuvaeva I.B., Efimochkina N.R., Minaeva L.P. Microbiological safety of food: development of normative and methodical base. *Voprosy pitaniya*. 2020; 89(4): 125–45. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10048> (in Russian)
19. Aijuka M., Buys E.M. Persistence of foodborne diarrheagenic *Escherichia coli* in the agricultural and food production environment: Implications for food safety and public health. *Food Microbiol.* 2019; 82: 363–70. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.03.018>
20. State report «On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Republic of Buryatia in 2019». Ulan-Ude; 2020. (in Russian)
21. Medik V.A., Tokmachev M.S. *Manual on Health and Health Statistics [Rukovodstvo po statistike zdorov'ya i zdavoookhraneniya]*. Moscow: Meditsina; 2006. (in Russian)
22. Gudinova Zh.V. On the application of elements of data mining (the detection of useful knowledge in databases) in hygienic research and social-hygiene monitoring. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2012; 91(5): 78–81. (in Russian)
23. Bogdanova O.G., Molchanova O.A., Tarmaeva I.Yu., Efimova N.V. Assessment and classification of food products as per health risks caused by chemical and microbiological contamination. *Analiz riska zdorov'yu*. 2021; (1): 57–67. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.1.06> (in Russian)
24. Ungaeva I.Yu., Molchanova T.P. Peculiarities and prospects of dairy industry development in the Republic of Buryatia. In: *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «The Potential of Lake Baikal in the Formation of an Innovative Model of Socio-Ecological-Economic Development of the Regions» [Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Potentsial Baykala v formirovaniy innovatsionnoy modeli sotsiologiko-ekonomicheskogo razvitiya regionov»]*. Ulan-Ude; 2017: 221–4. (in Russian)
25. Vekovshinina S.A., Kleyn S.V., Khankhareev S.S., Makarova L.V., Mадеева Е.В., Boloshinova A.A. The assessment of environmental quality and risks for the population of the city of Zakamensk – territory of long-term storage of waste of Dzhdinsky tungsten-molybdenum combine. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(1): 15–20. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-15-20> (in Russian)
26. Tarmaeva I.Yu., Bogdanova O.G., Khankhareev S.S., Efimova N.V. Safety assessment of food-stuff raw material and food products in Buryat republic. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 2013; (3–1): 114–7. (in Russian)
27. Shah D.H., Paul N.C., Sisco N.C., Crespo R., Guard J. Population dynamics and antimicrobial resistance of the most prevalent poultry-associated Salmonella serotypes. *Poult. Sci.* 2017; 96(3): 687–702. <https://doi.org/10.3382/ps/pew342>
28. Pavlova Zh.P., Bobchenko V.I., Son O.M., Tekut'eva L.A., Glukhov O.V. International cooperation in the management of food production safety. *Pishchevaya promyshlennost'*. 2016; (12): 36–8. (in Russian)
29. Food safety system certification 22000 version 4.1 of its scheme. Available at: <https://www.fssc22000.com/news/fssc-22000-launches-version-4-1-of-its-scheme/>
30. Tarmaeva I.Yu., Efimova N.V., Vasilovskiy A.M., Bogdanova O.G. *Food Security and Health of the Population of Eastern Siberia [Prodovol'stvennaya bezopasnost' i zdorov'e naseleniya Vostochnoy Sibiri]*. Novosibirsk: Nauka; 2014. (in Russian)