

Ильякова А.В.<sup>1</sup>, Гончар А.С.<sup>1</sup>, Еремеева Н.И.<sup>1,2</sup>, Демина Ю.В.<sup>1,2</sup>

## Оценка эффективности санитарной обработки технологического оборудования на предприятии мясоперерабатывающей промышленности

<sup>1</sup>Институт дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 117246, Москва, Россия;

<sup>2</sup>ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 125993, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Введение.** Для оценки эффективности санитарной обработки технологического оборудования на мясоперерабатывающем предприятии проведена оценка микробной обсемененности поверхностей технологического оборудования после мойки и дезинфекции с последующим определением чувствительности выделенных изолятов микроорганизмов к используемому дезинфицирующему средству (ДС).

**Материалы и методы.** Исследования смывов с поверхностей технологического оборудования проводили на одном из отечественных мясоперерабатывающих предприятий, занимающемся производством колбасных и полуфабрикатных изделий из поступающего мясного сырья (говядина, свинина и мясо птицы). Отбор проб осуществляли на различных участках технологического процесса, включая технологические линии подготовки сырья, упаковки готовой продукции, производства колбас и сосисок, полуфабрикатов, фрикаделек. Идентификацию выделенных культур микроорганизмов проводили времяпротонной масс-спектрометрией на оборудовании MALDI-TOF, Bruker Daltonik GmbH. Чувствительность микроорганизмов оценивали в отношении используемого предприятием ДС на основе надуксусной кислоты (НУК) в рабочих концентрациях 0,02–0,1% (по НУК).

**Результаты.** С поверхностей технологического оборудования выделен 71 изолят микроорганизмов: 42 изолята микроорганизмов после мойки и 29 изолятов после дезинфекции. Всего определён 31 вид микроорганизмов: грамположительные бактерии *Lactococcus* ( $n = 14$ ), *Enterococcus* ( $n = 8$ ), *Staphylococcus* ( $n = 7$ ), *Kocuria* ( $n = 5$ ), *Bacillus* ( $n = 5$ ), *Mycrobacterium* ( $n = 2$ ), *Pediococcus* ( $n = 1$ ), *Lactobacillus* ( $n = 1$ ), *Corynebacterium* ( $n = 1$ ), *Neisseria* ( $n = 1$ ), *Weissella* ( $n = 1$ ); грамотрицательные бактерии *Hafnia* ( $n = 4$ ), *Escherichia* ( $n = 1$ ), *Proteus* ( $n = 1$ ), *Pseudomonas* ( $n = 1$ ), *Kluyvera* ( $n = 1$ ), *Morganella* ( $n = 1$ ), *Aeromonas* ( $n = 2$ ); патогенные бактерии *Listeria* ( $n = 1$ ); актиномицеты *Actinomyces* ( $n = 1$ ), грибы *Candida* ( $n = 11$ ), дрожжи *Meurozyma guilliermondii* ( $n = 1$ ).

Оценка устойчивости изолятов микроорганизмов к ДС в режимах, применяемых на мясоперерабатывающем предприятии, показала резистентность 33 (46,47%; 33/71) изолятов к воздействию раствора ДС в концентрации 0,02% (по НУК), у 10 изолятов (14,08%; 10/71) – к воздействию 0,07% (по НУК) раствора ДС, у 6 изолятов (8,45%; 6/71) – к воздействию 0,1% (по НУК) раствора ДС.

**Ограничения исследования.** Исследование ограничено изучением эффективности санитарной обработки технологического оборудования лишь на одном предприятии мясоперерабатывающей промышленности.

**Заключение.** Дезинфекция технологического оборудования обеспечивает инактивацию жизнеспособности условно патогенных и патогенных микроорганизмов. Однако в 46,51% проб смывов обнаружены микроорганизмы порчи пищевых продуктов, что определяет необходимость разработки методических документов по организации дезинфекционных мероприятий на технологических линиях пищевой промышленности с оценкой эффективности и ротацией ДС.

**Ключевые слова:** дезинфицирующие средства; санитарная обработка; технологическое оборудование; резистентность микроорганизмов

**Соблюдение этических стандартов.** Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

**Для цитирования:** Ильякова А.В., Гончар А.С., Еремеева Н.И., Демина Ю.В. Оценка эффективности санитарной обработки технологического оборудования на предприятии мясоперерабатывающей промышленности. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(7): 712–717. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-7-712-717> <https://elibrary.ru/erfofa>

**Для корреспонденции:** Ильякова Анастасия Васильевна, науч. сотр. отд. дезинфекции и стерилизации (с лабораторией микробиологии) Института дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 117246, Москва. E-mail: [ilyakova.av@fncg.ru](mailto:ilyakova.av@fncg.ru)

**Участие авторов:** Ильякова А.В. – сбор и обработка материала, экспериментальная работа, написание текста; Гончар А.С. – сбор и обработка материала, экспериментальная работа; Еремеева Н.И. – концепция и дизайн исследования, редактирование; Демина Ю.В. – редактирование, утверждение окончательного варианта статьи. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

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

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 09.04.2024 / Поступила после доработки: 16.05.2024 / Принята к печати: 19.06.2024 / Опубликовано: 31.07.2024

Anastasia V. Ilyakova<sup>1</sup>, Anzhelika S. Gonchar<sup>1</sup>, Natalya I. Eremeeva<sup>1,2</sup>, Yulia V. Demina<sup>1,2</sup>

## Assessment of efficiency of sanitary treatment of technological equipment at meat processing industry enterprise

<sup>1</sup>Institute of Disinfectology of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Moscow, 117246, Russian Federation;

<sup>2</sup>Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, 125993, Russian Federation

### ABSTRACT

**Introduction.** To assess the efficiency of sanitary treatment of technological equipment at the meat processing industry enterprise, the assessment of microbial contamination of technological equipment surfaces after washing and disinfection with subsequent assessment of sensitivity of isolates of microorganisms to the used disinfectant was carried out.

**Material and methods.** Washes from the surfaces of technological equipment were studied at the one of domestic meat-processing enterprises engaged in the production of sausage and semi-finished products from incoming meat raw materials (beef, pork, and poultry meat). Sampling was carried out at various parts of the technological process, including technological line of raw material preparation, sausage production, semi-finished product for the production of meatballs and packaging. Identification of isolated cultures of microorganisms was carried out by time-of-flight mass spectrometry on MALDI-TOF equipment, Bruker Daltonik GmbH. The sensitivity of microorganisms was assessed in relation to the disinfectant based on peracetic acid (PAA) used at the enterprise in working PAA concentrations of 0.02–0.1%.

**Results.** Seventy one microorganism isolates were isolated from the surfaces of technological equipment (42 microorganism isolates after washing and 29 isolates after disinfection). The microflora was represented by 31 species of microorganisms including Gram-positive bacteria – *Lactococcus* ( $n = 14$ ), *Enterococcus* ( $n = 8$ ), *Staphylococcus* ( $n = 7$ ), *Kocuria* ( $n = 5$ ), *Bacillus* ( $n = 5$ ), *Mycrobacterium* ( $n = 2$ ), *Pediococcus* ( $n = 1$ ), *Lactobacillus* ( $n = 1$ ), *Corynebacterium* ( $n = 1$ ), *Neisseria* ( $n = 1$ ), *Weissella* ( $n = 1$ ); Gram-negative bacteria – *Hafnia* ( $n = 4$ ), *Escherichia* ( $n = 1$ ), *Proteus* ( $n = 1$ ), *Pseudomonas* ( $n = 1$ ), *Kluyvera* ( $n = 1$ ), *Morganella* ( $n = 1$ ), *Aeromonas* ( $n = 2$ ); pathogenic bacteria – *Listeria* ( $n = 1$ ); actinomycetes – *Actinomyces* ( $n = 1$ ), fungi – *Candida* ( $n = 11$ ), yeast – *Meyerozyma guilliermondii* ( $n = 1$ ). According to the results of evaluation of resistance of microorganism isolates to disinfectant, in the regimes used at the meat processing plant, 33 (46.47 %, 33/71) isolates were found to be resistant to 0.02% PAA, 10 isolates (14.08 %, 10/71) to 0.07% PAA, and 6 isolates (8.45 %, 6/71) to 0.1% PAA.

**Limitations.** The limitations of the study are related to evaluating the effectiveness of sanitary treatment of technological equipment at the only enterprise of the meat processing industry, other enterprises have not been studied.

**Conclusion.** Disinfection of technological equipment ensures inactivation of the viability of opportunistic and pathogenic microorganisms. However, food spoilage microorganisms were revealed in 46.51% of the wash samples, which dictates the need to develop methodological documents on the management of disinfection measures on technological lines of the food industry with an assessment of efficiency and rotation of disinfectants.

**Keywords:** disinfectants; sanitary treatment; technological equipment; resistance of microorganisms

**Compliance with ethical standards.** The study requires no the submission of a biomedical ethics committee opinion or other documents.

**For citation:** Ilyakova A.V., Gonchar A.S., Ereemeeva N.I., Demina Y.V. Assessment of efficiency of sanitary treatment of technological equipment at meat processing industry enterprise. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal.* 2024; 103(7): 712–717. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-7-712-717> <https://elibrary.ru/erfofa> (In Russ.)

**For correspondence:** Anastasia V. Ilyakova, researcher, Department of disinfection and sterilization, Institute of Disinfectology of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Moscow, 117246, Russian Federation. E-mail: [ilyakova.av@fncg.ru](mailto:ilyakova.av@fncg.ru)

**Contribution:** Ilyakova A.V. – material collection and processing, experimental work, statistical processing, writing the text; Gonchar A.S. – material collection and processing, experimental work; Ereemeeva N.I. – research concept and design, editing; Demina Y.V. – editing, approval of the final version of the article. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript.

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

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: April 9, 2024 / Revised: May 16, 2024 / Accepted: June 19, 2024 / Published: July 31, 2024

## Введение

Одной из важнейших санитарно-гигиенических мер на предприятиях мясоперерабатывающей промышленности, направленных на предупреждение контаминации мяса и готовой мясной продукции условно патогенной и патогенной микрофлорой, является санитарная обработка – мойка с последующей дезинфекцией технологического оборудования, инвентаря и производственных помещений [1, 2]. На всех этапах производства, хранения и транспортировки может происходить контаминация продуктов питания патогенными микроорганизмами как от источников инфекции (человека, грызунов и др.), так и от технологического оборудования, инвентаря, тары, окружающей среды (воды, воздуха, почвы) [3–5]. Соблюдение санитарно-гигиенических мер позволяет обеспечить безопасность продукта и предотвратить преждевременную микробную порчу готовых мясных продуктов. Контаминация мяса и готовой мясной продукции через поверхности объектов производственной среды в процессе производства вызывает постоянную обеспокоенность [6, 7]. Многочисленные исследования показали, что загрязнение готовой продукции патогенной микрофлорой происходит экзогенным путём – через поверхности, контактирующие с пищевыми продуктами [8–12]. Абиотические поверхности, такие как оборудование и упаковочные материалы, могут быть постоянной или временной средой обитания, на которой бактерии способны прикрепляться и сохранять долгое время жизнеспособность, действуя тем самым как источник бактериального загрязнения патогенами пищевого происхождения [8, 13, 14].

В соответствии с «Инструкцией по санитарной обработке технологического оборудования и производственных помещений на предприятиях мясной промышленности»<sup>1</sup> сани-

тарная обработка включает в себя механическую очистку с использованием моющих средств и последующую дезинфекцию объектов с использованием дезинфицирующих средств (ДС) [15]. Если на предприятии неудовлетворительно осуществляются мойка и дезинфекция технологического оборудования, производственных площадок, возникает высокая вероятность перекрёстной контаминации продукции и, как следствие, выпуска готовой продукции неудовлетворительного качества. Многими зарубежными исследователями отмечается неэффективность существующих гигиенических подходов, вследствие чего увеличивается распространение микроорганизмов, резистентных к применяемым ДС [15–19].

Обеспечение микробиологической безопасности продукции требует повышения эффективности санитарной обработки технологического оборудования и производственных помещений, совершенствования технологий применения ДС с учётом результатов микробиологического мониторинга объектов производственной среды и объектов повышенного риска неудовлетворительного гигиенического состояния производства мясной продукции.

Для оценки эффективности санитарной обработки технологического оборудования на мясоперерабатывающем предприятии нами была проведена оценка микробной обсеменённости поверхностей оборудования после мойки и дезинфекции с последующей оценкой чувствительности выделенных изолятов микроорганизмов к используемому ДС.

## Материалы и методы

Отбор проб смывов с поверхностей технологического оборудования производили в соответствии с методическими рекомендациями МР 4.2.0220–20<sup>2</sup> в два этапа: после

<sup>1</sup> «Инструкция по санитарной обработке технологического оборудования и производственных помещений на предприятиях мясной промышленности», утверждена Председателем технического комитета по стандартизации № 26 «Мясо и мясная продукция» 14 января 2003 г.

<sup>2</sup> МР 4.2.0220–20 «Методы санитарно-бактериологического исследования микробной обсеменённости объектов внешней среды», утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А.Ю. Поповой 4 декабря 2020 г.

Таблица 1 / Table 1

**Видовая принадлежность микроорганизмов, выделенных с поверхностей оборудования различных технологических линий предприятия мясоперерабатывающей промышленности**

The species of microorganisms isolated from the surfaces of equipment of various technological lines of the meat processing industry

Технологическая линия Name of the technological line	Вид микроорганизмов Microorganism species	Число выделенных изолятов (n) Number of isolated isolates (n)
Цех подготовки мясного сырья Raw meat preparation shop	<i>Enterococcus gilvus</i>	3
	<i>Staphylococcus vitulinus</i>	3
	<i>Hafnia alvei</i>	3
	<i>Lactococcus lactis</i>	2
	<i>Kocuria rhizophila</i>	1
	<i>Actinomyces oris</i>	1
	<i>Lactococcus garvieae</i>	1
	<i>Listeria monocytogenes</i>	1
Линия по производству колбас и сосисок Sausage and frankfurter production line	<i>Lactococcus lactis</i>	4
	<i>Bacillus megaterium</i>	2
	<i>Enterococcus gilvus</i>	2
	<i>Enterococcus avium</i>	2
	<i>Candida parapsilosis</i>	2
	<i>Escherichia coli</i>	1
	<i>Hafnia alvei</i>	1
	<i>Kluyvera intermedia</i>	1
	<i>Morganella morganii</i>	1
	<i>Proteus mirabilis</i>	1
	<i>Kocuria kristinae</i>	1
	<i>Kocuria marina</i>	1
	<i>Kocuria salsicia</i>	1
	<i>Lactococcus garvieae</i>	1
<i>Lactobacillus paracasei</i>	1	
<i>Microbacterium flavum</i>	1	
<i>Corynebacterium callunae</i>	1	
Линия по производству мясных полуфабрикатов Meat semi-finished products line	<i>Candida parapsilosis</i>	7
	<i>Lactococcus lactis</i>	5
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	3
	<i>Aeromonas bestiarum</i>	2
	<i>Bacillus megaterium</i>	1
	<i>Bacillus subtilis</i>	1
	<i>Enterococcus faecalis</i>	1
	<i>Pediococcus acidilactici</i>	1
<i>Pseudomonas fulva</i>	1	
Упаковочная линия Packaging line	<i>Candida parapsilosis</i>	2
	<i>Lactococcus lactis</i>	2
	<i>Meyerozyma guilliermondii</i>	1
	<i>Microbacterium hominis</i>	1
	<i>Neisseria macacae</i>	1
	<i>Kocuria salsicia</i>	1
	<i>Weissella viridescens</i>	1
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	1

санитарной обработки технологического оборудования мощными средствами (до проведения дезинфекции) и после дезинфекции технологического оборудования ДС на основе надуксусной кислоты (НУК) на одном из отечественных мясоперерабатывающих предприятий по производству колбасных и полуфабрикатных изделий из поступающего мясного сырья (говядина, свинина и мясо птицы).

При отборе смывов с поверхностей технологического оборудования до дезинфекции использовали стерильный зонд-тампон (ватный), увлажнённый стерильной пептонной водой (по 3,0 в каждой пробирке). При отборе смывов с поверхности технологического оборудования после дезинфекции в качестве жидкости для отбора проб и смачивания тампона использовали бульон по Ди-Ингли, который позволяет нейтрализовать остаточное бактерицидное действие дезинфицирующего средства на микроорганизмы.

Посев проводили на следующие питательные среды: ГРМ-агар, кровяной агар, желточно-солевой агар, среда ПАЛ (для выделения листерий) и Сабуру.

Для видовой идентификации выделенных микроорганизмов использовали времяпролётную масс-спектрометрию с матрично-ассоциированной лазерной десорбцией/ионизацией на оборудовании MALDI-TOF, Bruker Daltonik GmbH.

Чувствительность изолятов микроорганизмов, выделенных с поверхностей технологического оборудования, определяли, воздействуя рабочими растворами ДС на основе НУК в концентрациях 0,02; 0,07 и 0,1% по НУК во времени дезинфекционной выдержки 20 мин в соответствии с методикой, представленной в методических указаниях МУ 3.5.1.3439–17<sup>3</sup>. В качестве тест-объектов использовали поверхности размером 5 × 5 см из металла и пластика. При сравнении устойчивости с тестовыми микроорганизмами использовали референс-штаммы из Американской коллекции типовых культур (АТСС): *Escherichia coli* ATCC 10536, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538-P, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Candida albicans* ATCC 10231, *Bacillus subtilis* ATCC 6633. Оценку эффективности ДС выполняли в соответствии с Руководством Р 4.2.3676–20<sup>4</sup>.

Чувствительность микроорганизмов к ДС оценивали не менее чем в трёх повторностях. Статистическую обработку данных проводили с помощью программ SPSS 20.0 (SPSS Statistics, США) и Excel. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## Результаты

С объектов производственной среды предприятия мясоперерабатывающей промышленности было отобрано 87 проб смывов – 44 пробы до дезинфекции (после санитарной мойки оборудования) и 43 пробы после дезинфекции. В 45 посевах проб (51,72%; 45/87) обнаружен рост микроорганизмов. Пробы, загрязнённые микроорганизмами, распределились следующим образом: 25 (56,81%; 25/44) до дезинфекции и 20 (46,51%; 20/43) после дезинфекции. Результаты видовой идентификации выделенных микроорганизмов представлены в табл. 1.

Всего выделен 71 изолят 31 вида микроорганизмов (42 изолята микроорганизмов до дезинфекции и 29 изолятов после дезинфекции). Наибольшее количество изолятов микроорганизмов выделено на линии по производству колбас и сосисок – 24 изолята, на линии по производству фрикаделек выделили 22 изолята, на линии подготовки мясного сырья – 15 изолятов, на линии упаковки готовой продукции – 10 изолятов.

В цехе подготовки сырья на поверхности рабочего стола из нержавеющей стали до и после дезинфекции микроорганизмы не были обнаружены, а на рабочем столе из нержавеющей стали с полипропиленом было обнаружено наибольшее количество микроорганизмов –  $2,5 \cdot 10^4$  КОЕ/см<sup>2</sup> после мойки и  $1,5 \cdot 10^2$  КОЕ/см<sup>2</sup> после дезинфекции. Кроме того, после мойки были обнаружены патогенные микроорганизмы *Listeria monocytogenes* ( $n = 1$ ), условно патогенные микроорганизмы *Hafnia alvei* ( $n = 2$ ) и представители нормальной микрофлоры животных *Staphylococcus vitulinus* ( $n = 2$ ), *Enterococcus gilvus* ( $n = 2$ ). После дезинфекции обнаружены в основном представители нормальной микрофлоры животных *Staphylococcus vitulinus* ( $n = 1$ ), *Kocuria rhizophila* ( $n = 1$ ),

<sup>3</sup> МУ 3.5.1.3439–17 «Оценка чувствительности к дезинфицирующим средствам микроорганизмов, циркулирующих в медицинских организациях», утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А.Ю. Поповой 13 марта 2017 г.

<sup>4</sup> Руководство Р 4.2.3676–20 «Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности», утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А.Ю. Поповой 18 декабря 2020 г.

*Lactococcus lactis* ( $n = 1$ ). На крае стола из нержавеющей стали с полипропиленом после дезинфекции также были обнаружены микроорганизмы *Hafnia alvei* ( $n = 1$ ). Вероятно, поверхностям, не контактирующим непосредственно с пищевым сырьём, при дезинфекции уделяли меньше внимания.

В мясном цехе на внутренних поверхностях мясорубки после мойки были обнаружены молочнокислые микроорганизмы *Actinomyces oris* ( $n = 1$ ), *Lactococcus lactis* ( $n = 1$ ), *Lactococcus garvieae* ( $n = 1$ ) в количестве  $10^5$  КОЕ/см<sup>2</sup> и единичные плесневые грибы, которые после дезинфекции не выявлялись.

На технологической линии по производству колбас, сосисок и фрикаделек обнаружено наибольшее разнообразие микроорганизмов. После мойки были выделены условно патогенные микроорганизмы *Escherichia coli* ( $n = 1$ ), *Proteus mirabilis* ( $n = 1$ ), *Hafnia alvei* ( $n = 1$ ), *Morganella morganii* ( $n = 1$ ); молочнокислые бактерии *Lactococcus lactis* ( $n = 2$ ), *Lactococcus garvieae* ( $n = 1$ ), *Lactobacillus paracasei* ( $n = 1$ ), *Enterococcus gilvus* ( $n = 1$ ); нормальные комменсалы человека и животных *Morganella morganii* ( $n = 1$ ), *Enterococcus avium* ( $n = 2$ ), *Kocuria kristinae* ( $n = 1$ ), *Kocuria marina* ( $n = 1$ ), *Bacillus megaterium* ( $n = 1$ ), *Corynebacterium callunae* ( $n = 1$ ); *Candida parapsilosis* ( $n = 1$ ). После дезинфекции на поверхностях технологического оборудования обнаружены непатогенные микроорганизмы: молочнокислые бактерии *Lactococcus lactis* ( $n = 2$ ); *Enterococcus gilvus* ( $n = 1$ ); дрожжеподобные грибы *Candida parapsilosis* ( $n = 1$ ) и представители нормальной микрофлоры животных *Bacillus megaterium* ( $n = 1$ ), *Kocuria salsicia* ( $n = 1$ ), *Kluuvera intermedia* ( $n = 1$ ), *Microbacterium flavum* ( $n = 1$ ). Санитарно-показательные и патогенные микроорганизмы обнаружены не были. Наибольший уровень контаминации наблюдался на труднодоступных и не контактирующих с пищевым сырьём поверхностях, таких как уплотнитель крышки катера и крышка шприца.

На линии по производству фрикаделек после мойки микрофлора поверхностей технологического оборудования представлена различными таксономическими группами микроорганизмов. Большая часть изолированных и изученных культур микроорганизмов относилась к молочнокислым бактериям – *Lactococcus lactis* ( $n = 5$ ), *Pediococcus acidilactici* ( $n = 1$ ). Обнаружены условно патогенные микроорганизмы *Enterococcus faecalis* ( $n = 1$ ), *Staphylococcus epidermidis* ( $n = 1$ ) и сапрофитные микроорганизмы *Bacillus subtilis* ( $n = 1$ ), *Aeromonas bestiarum* ( $n = 1$ ), *Pseudomonas fulva* ( $n = 1$ ). После дезинфекции на поверхности технологического оборудования линии по производству фрикаделек в наибольшем количестве были обнаружены грибы *Candida parapsilosis* ( $n = 7$ ). Также выявлены бактерии *Staphylococcus epidermidis* ( $n = 2$ ) и сапрофитные микроорганизмы *Bacillus megaterium* ( $n = 1$ ), *Aeromonas bestiarum* ( $n = 1$ ).

На упаковочной линии микрофлора производственной среды представлена различными таксономическими группами микроорганизмов. После мойки были обнаружены дрожжи *Meyerozyma guilliermondii*; грибы *Candida parapsilosis*; молочнокислые бактерии *Weissella viridescens* ( $n = 1$ ), *Lactococcus lactis* ( $n = 1$ ); *Neisseria macacae* ( $n = 1$ ), *Bacillus megaterium* ( $n = 1$ ). После дезинфекции выделены *Microbacterium hominis* ( $n = 1$ ), *Staphylococcus epidermidis* ( $n = 1$ ), *Lactococcus lactis* ( $n = 1$ ), *Candida parapsilosis* ( $n = 2$ ), *Kocuria salsicia* ( $n = 1$ ).

При исследовании смывов с поверхностей оборудования установлено, что большинство микроорганизмов, присутствующих на поверхностях технологического и вспомогательного оборудования, удаляется после мойки. Уровень микробной контаминации объектов после мойки составляет от  $1,1 \cdot 10^2$  до  $10^5$  КОЕ/см<sup>2</sup>, на некоторых объектах после санитарной обработки микроорганизмы не выделялись. Значительное количество микроорганизмов содержалось на поверхностях оборудования, не контактирующих непосредственно с пищевым сырьём, и в труднодоступных для механической очистки местах: в 13,6% смывов обнаружены условно патогенные и патогенные микроорганизмы.

Таблица 2 / Table 2

### Результаты оценки устойчивости изолятов микроорганизмов к рабочим растворам дезинфицирующего средства

Results of evaluation of resistance of microorganism isolates to disinfectant working solutions

Концентрации рабочих растворов ДС, % (по НУК) Concentrations of working solutions of disinfectant by peracetic acid, % (by peracetic acid)	Доля изолятов, устойчивых к воздействию ДС, % Proportion of isolates resistant to disinfectants, %	Видовая принадлежность изолятов, устойчивых к ДС, и их число (абс.) Species and number of isolates resistant to disinfectants (abs.)
0.02	0.02	46.47 <i>L. lactis</i> (11) <i>L. garvieae</i> (2/2) <i>E. gilvus</i> (3/5) <i>E. avium</i> (2/2) <i>E. faecalis</i> (1/1) <i>P. acidilactici</i> (1/1) <i>L. paracasei</i> (1/1) <i>K. rhizophila</i> (1/1) <i>K. salsicia</i> (1/2) <i>M. hominis</i> (1/1) <i>M. flavum</i> (1/1) <i>K. intermedia</i> (1/1) <i>C. parapsilosis</i> (7/11)
0.07	0.07	14.08 <i>E. gilvus</i> (2/5) <i>L. lactis</i> (2/13) <i>S. vitulinus</i> (1/3) <i>S. epidermidis</i> (1/4) <i>C. parapsilosis</i> (2/11) <i>B. megaterium</i> (1/3) <i>B. subtilis</i> (1/1)
0.1	0.1	8.45 <i>B. megaterium</i> (2/3) <i>C. parapsilosis</i> (3/11) <i>K. salsicia</i> (1/2)

Эффективность обеззараживания поверхностей технологического оборудования ДС на основе НУК была достигнута в 46,51% смывов. В соответствии с п. 3.9.7 Р 4.2.3676–20<sup>5</sup> критерием эффективности ДС при обеззараживании технологического оборудования и производственного инвентаря является стопроцентная гибель микроорганизмов. Число объектов технологического оборудования, на которых достигнуто стопроцентное обеззараживание поверхностей, после мойки увеличилось на 18,18%. После дезинфекции в смывах с поверхностей технологического оборудования не были обнаружены условно патогенные и патогенные микроорганизмы, однако из 46,51% смывов выделены молочнокислые и сапрофитные бактерии, грибы вида *Candida parapsilosis*, которые являются микроорганизмами порчи пищевых продуктов [20, 21].

Исследование с применением тест-микроорганизмов показало, что ДС обладает эффективностью в отношении бактерий *Escherichia coli* ATCC 10536, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538-P и *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 и грибов *Candida albicans* ATCC 10231 при концентрации рабочего раствора 0,02% (по НУК), в отношении спор *Bacillus subtilis* ATCC 6633 – при концентрации 0,1% (по НУК). Полученные данные свидетельствуют об эффективности режимов дезинфекции технологического и вспомогательного оборудования, представленных в инструкции по применению ДС на предприятиях мясной промышленности, в концентрации 0,02% (по НУК) при времени экспозиции 20 мин.

Как видно из табл. 2, экспериментальная оценка устойчивости изолятов микроорганизмов к ДС в режимах, применяемых на мясоперерабатывающем предприятии, показала наличие устойчивости у 33 изолятов к воздействию раствора ДС при концентрации 0,02% (по НУК), у 10 изолятов – при концентрации 0,07% (по НУК), у 6 изолятов – при концентрации 0,1% (по НУК).

<sup>5</sup> Руководство Р 4.2.3676–20 «Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности», М.: 2020.

## Обсуждение

Каждой отрасли промышленности свойственна контаминация объектов специфическими микроорганизмами, которые могут являться показателями микробиологической стабильности продукции. Режимы обеззараживания объектов производственной среды с целью удаления санитарно-показательных микроорганизмов<sup>6</sup> и специфической для конкретной отрасли пищевой промышленности микрофлоры могут существенно отличаться. Поэтому необходимо проводить регулярный микробиологический мониторинг в контрольных критических точках на производственных линиях предприятия с оценкой чувствительности к используемым ДС микроорганизмов, циркулирующих в данной среде. При обнаружении устойчивости необходимо проводить замену дезинфицирующего средства одной группы на другую.

Обнаруженное видовое разнообразие микрофлоры поверхностей технологического оборудования предприятия мясоперерабатывающей промышленности и локализация микроорганизмов позволяют предположить, что в процессе мойки и дезинфекции большее внимание уделяется поверхностям, непосредственно контактирующим с пищевыми продуктами, а поверхности, не контактирующие с пищевыми продуктами, остаются недостаточно обработанными.

Представленные данные свидетельствуют о необходимости корректирующих мероприятий – разработки стандартных операционных процедур и инструкций по проведению санитарной обработки, в том числе дезинфекционных мероприятий для конкретной технологической линии предприятия. Причиной развития устойчивости может быть длительное использование ДС, а также возможное несоблюдение правил приготовления рабочих растворов и сроков экспозиции.

**Ограничения исследования.** Исследование ограничено изучением эффективности санитарной обработки технологического оборудования на одном предприятии мясоперерабатывающей промышленности.

<sup>6</sup> Порядок санитарно-микробиологического контроля при производстве мяса и мясных продуктов, утверждён и. о. директора Департамента пищевой и перерабатывающей промышленности Минсельхозпрода России В.Н. Сергеевым 15 декабря 1995 г.

## Заключение

Полученные результаты исследований позволяют сделать следующие выводы.

1. Механическая очистка и мойка в значительной степени снижают микробную обсеменённость изучаемых объектов, однако бактериальная контаминация отдельных объектов технологического оборудования в мясном и колбасном цехах мясоперерабатывающего предприятия после мойки составляла от  $(2,7 \pm 0,3)^3$  до  $(3,2 \pm 0,4)^5$  КОЕ/см<sup>2</sup>.

2. После дезинфекции в смывах с поверхностей технологического оборудования не были обнаружены условно патогенные и патогенные микроорганизмы, однако в 46,51% проб смывов присутствовали молочнокислые и сапрофитные бактерии, грибы *Candida parapsilosis*, которые относятся к микроорганизмам, способным вызвать порчу пищевых продуктов [21, 22].

3. По результатам оценки чувствительности изолятов микроорганизмов, выделенных с поверхностей технологического оборудования, к воздействию рабочих растворов ДС установлено наличие устойчивости у 33 (46,47%; 33/71) изолятов к воздействию раствора ДС при концентрации 0,02% (по НУК), у 10 изолятов (14,08%; 10/71) – к воздействию 0,07%-го (по НУК) раствора ДС, у 6 изолятов (8,45%; 6/71) к воздействию 0,1%-го (по НУК) раствора ДС.

Представленные результаты исследований показывают, что существующие режимы дезинфекции технологического оборудования на предприятии мясоперерабатывающей промышленности не обеспечивают гибели микроорганизмов, способных вызвать порчу пищевых продуктов. Режимы дезинфекции технологического оборудования и перечень ДС на определённых технологических линиях требуют уточнения.

Таким образом, существует необходимость в разработке методических документов по организации дезинфекционных мероприятий на технологических линиях пищевой промышленности с оценкой эффективности и ротацией ДС в целях обеспечения профилактики перекрёстной контаминации пищевых продуктов.

## Литература

(п.п. 1, 4–20 см. References)

- Тутельян А.В., Юшина Ю.К., Соколова О.В., Батаева Д.С., Фесюн А.Д., Датий А.В. Образование биологических плёнок микроорганизмами в пищевых производствах. *Вопросы питания*. 2019; 88(3): 32–43. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10027> <https://elibrary.ru/tredji>
- Шевелева С.А. Анализ риска загрязнения микроорганизмами пищевых продуктов. *Вопросы питания*. 2006; 75(5): 56–65. <https://elibrary.ru/hvjzcp>
- Ермоленко З.М., Фурсова Н.К. Микробиологическая порча пищевых продуктов и перспективные направления борьбы с этим явлением. *Бактериология*. 2018; 3(3): 46–57. <https://doi.org/10.20953/2500-1027-2018-3-46-57> <https://elibrary.ru/yxafal>
- Khamisse E., Firmesse O., Christians S., Chassaing D., Carpentier B. Impact of cleaning and disinfection on the non-culturable and culturable bacterial loads of food-contact surfaces at a beef processing plant. *Int. J. Food Microbiol.* 2012; 158(2): 163–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.07.014>
- Tutelyan A.V., Yushina Yu.K., Sokolova O.V., Bataeva D.S., Fesyun A.D., Datii A.V. Formation of biological films by microorganisms in food productions. *Voprosy pitaniya*. 2019; 88(3): 32–43. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10027> <https://elibrary.ru/tredji> (in Russian)
- Sheveleva S.A. The analysis risk of contamination microorganism food products. *Voprosy pitaniya*. 2006; 75(5): 56–65. <https://elibrary.ru/hvjzcp> (in Russian)
- Fagerlund A., Møretro T., Heir E., Briandet R., Langsrud S. Cleaning and disinfection of biofilms composed of *Listeria monocytogenes* and background microbiota from meat processing surfaces. *Appl. Environ. Microbiol.* 2017; 83(17): e01046-17. <https://doi.org/10.1128/AEM.01046-17>
- Manios S.G., Grivokostopoulos N.C., Bikouli V.C., Doultos D.A., Zilelidou E.A., Gialitaki M.A., et al. A 3-year hygiene and safety monitoring of a meat processing plant which uses raw materials of global origin. *Int. J. Food Microbiol.* 2015; 209: 60–9. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.12.028>
- Galié S., García-Gutiérrez C., Miguélez E.M., Villar C.J., Lombó F. Biofilms in the food industry: health aspects and control methods. *Front. Microbiol.* 2018; 9: 898. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00898>
- Møretro T., Langsrud S. Residential bacteria on surfaces in the food industry and their implications for food safety and quality. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2017; 16(5): 1022–41. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12283>
- Beltrame C.A., Martelo E.B., Mesquita R.A., Barbosa J., Steffens C., Toniazzo G., et al. Adhesion of *Listeria monocytogenes* to cutting board surfaces and removal by different sanitizers. *J. Verbr. Lebensm.* 2015; 10: 41–7. <https://doi.org/10.1007/s00003-014-0923-7>
- Gkana E.N., Doulgeraki A.I., Nychas G.E. Survival and transfer efficacy of mixed strain *Salmonella enterica* ser. Typhimurium from beef burgers to abiotic surfaces and determination of individual strain contribution. *Meat Sci.* 2017; 130: 58–63. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.006>
- Franz C.M.A.P., den Besten H.M.W., Böhnlein C., Gareis M., Zwietering M.H., Fusco V. Microbial food safety in the 21<sup>st</sup> century: Emerging challenges and foodborne pathogenic bacteria. *Trends Food Sci. Technol.* 2018; 81: 155–8. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.09.019>
- Gkana E., Choriantopoulos N., Grounta A., Koutsoumanis K., Nychas G.E. Effect of inoculum size, bacterial species, type of surfaces and contact time to the transfer of foodborne pathogens from inoculated to non-inoculated beef fillets via food processing surfaces. *Food Microbiol.* 2017; 62: 51–7. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.09.015>
- Manios S.G., Grivokostopoulos N.C., Bikouli V.C., Doultos D.A., Zilelidou E.A., Gialitaki M.A., et al. A 3-year hygiene and safety monitoring of a meat

## Original article

- processing plant which uses raw materials of global origin. *Int. J. Food Microbiol.* 2015; 209: 60–9. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.12.028>
13. Sheen S., Hwang C.A. Mathematical modeling the cross-contamination of *Escherichia coli* O157:H7 on the surface of ready-to-eat meat product while slicing. *Food Microbiol.* 2010; 27(1): 37–43. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2009.07.016>
  14. Sirsat S.A., Kim K., Gibson K.E., Crandall P.G., Ricke S.C., Neal J.A. Tracking microbial contamination in retail environments using fluorescent powder – a retail delicatessen environment example. *J. Vis. Exp.* 2014; (85): 51402. <https://doi.org/10.3791/51402>
  15. Møretro T., Fanebust H., Fagerlund A., Langsrud S. Whole room disinfection with hydrogen peroxide mist to control *Listeria monocytogenes* in food industry related environments. *Int. J. Food Microbiol.* 2019; 292: 118–25. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.12.015>
  16. McSharry S., Koolman L., Whyte P., Bolton D. Investigation of the effectiveness of disinfectants used in meat-processing facilities to control *Clostridium sporogenes* and *Clostridioides difficile* spores. *Foods.* 2021; 10(6): 1436. <https://doi.org/10.3390/foods10061436>
  17. Iñiguez-Moreno M., Avila-Novoa M.G., Gutiérrez-Lomelí M. Resistance of pathogenic and spoilage microorganisms to disinfectants in the presence of organic matter and their residual effect on stainless steel and polypropylene. *J. Glob. Antimicrob. Resist.* 2018; 14: 197–201. <https://doi.org/10.1016/j.jgar.2018.04.010>
  18. Møretro T., Schirmer B.C.T., Heir E., Fagerlund A., Hjemli P., Langsrud S. Tolerance to quaternary ammonium compound disinfectants may enhance growth of *Listeria monocytogenes* in the food industry. *Int. J. Food Microbiol.* 2017; 241: 215–24. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.10.025>
  19. Zhang A., He X., Meng Y., Guo L., Long M., Yu H., et al. Antibiotic and disinfectant resistance of *Escherichia coli* isolated from retail meats in Sichuan, China. *Microb. Drug Resist.* 2016; 22(1): 80–7. <https://doi.org/10.1089/mdr.2015.0061>
  20. Blackburn C.W., ed. *Food Spoilage Microorganisms*. Cambridge: Woodhead Publishing; 2006.
  21. Ermolenko Z.M., Fursova N.K. Microbiological spoilage of food and promising approaches to combat the phenomenon. *Bakteriologiya.* 2018; 3(3): 46–57. <https://doi.org/10.20953/2500-1027-2018-3-46-57> <https://elibrary.ru/yxafal> (in Russian)

## Сведения об авторах

**Ильякова Анастасия Васильевна**, науч. сотр. отд. дезинфекции и стерилизации (с лабораторией микробиологии) Института дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 117246, Москва, Россия. E-mail: [ilyakova.av@fncg.ru](mailto:ilyakova.av@fncg.ru)

**Гончар Анжелика Сергеевна**, мл. науч. сотр. отд. дезинфекции и стерилизации (с лабораторией микробиологии) Института дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 117246, Москва, Россия. E-mail: [Gonchar.AS@fncg.ru](mailto:Gonchar.AS@fncg.ru)

**Еремеева Наталья Ивановна**, канд. мед. наук, зав. отд. дезинфекции и стерилизации (с лабораторией микробиологии) Института дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 117246, Москва, Россия. E-mail: [eremeeva.ni@fncg.ru](mailto:eremeeva.ni@fncg.ru)

**Демина Юлия Викторовна**, доктор мед. наук, доцент, директор Института дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 117246, Москва, Россия. E-mail: [Dyemina.YuV@fncg.ru](mailto:Dyemina.YuV@fncg.ru)

## Information about the authors

**Anastasia V. Ilyakova**, researcher, Department of disinfection and sterilization, Institute of Disinfectology of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Moscow, 117246, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-1867-3495> E-mail: [ilyakova.av@fncg.ru](mailto:ilyakova.av@fncg.ru)

**Anzhelika S. Gonchar**, junior researcher, Department of disinfection and sterilization, Institute of Disinfectology of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Moscow, 117246, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-5815-5916> E-mail: [Gonchar.AS@fncg.ru](mailto:Gonchar.AS@fncg.ru)

**Natalya I. Eremeeva**, MD, PhD, head, Department of disinfection and sterilization, Institute of Disinfectology of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Moscow, 117246, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-3637-2570> E-mail: [eremeeva.ni@fncg.ru](mailto:eremeeva.ni@fncg.ru)

**Yulia V. Demina**, MD, PhD, DSci., assistant professor, Director, Institute of Disinfectology of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Moscow, 117246, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-0538-1992> E-mail: [Dyemina.YuV@fncg.ru](mailto:Dyemina.YuV@fncg.ru)