

УДК 614.31:579.678

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ БАКТЕРИАЛЬНОГО ПЕРЕНОСА И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ, СВЯЗАННЫЕ С КОНТАМИНАЦИЕЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ, КОНТАКТИРУЮЩИХ С ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИЕЙ

Федоренко Е. В.¹, Коломиец Н. Д.², Дудчик Н. В.¹, Марченко Н. М.¹,
Науменко С. А.¹, Адамович А. В.¹

¹ Республиканское унитарное предприятие
«Республиканский научно-практический центр гигиены»,
г. Минск, Республика Беларусь

² Государственное учреждение образования
«Белорусская медицинская академия последипломного образования»,
г. Минск, Республика Беларусь

Реферат. Поверхности, контактирующие с пищевыми продуктами при их контаминации возбудителями пищевых инфекций и интоксикаций бактериальной и вирусной природы, являются важным фактором передачи при острых кишечных инфекциях. Гетерогенность абиотических, связанных со средой технологического окружения и пищевыми продуктами, а также биотических, характерных для микроорганизмов, факторов обуславливают необходимость экспериментального моделирования бактериального переноса с контаминированных поверхностей на пищевые продукты для более полной характеристики микробиологических опасностей, ассоциированных с указанным фактором. Получены экспериментальные данные о переносе единичных клеток патогенных микроорганизмов с контаминированных фомитов на пищевой продукт. Обоснован и предложен алгоритм расчета индекса переноса, предназначенный для количественной оценки реконтаминации. Указанный показатель увеличивался по мере повышения уровня контаминации поверхности, составлял от 16 для перчаток до 57,5 % для поверхности из нержавеющей стали площадью 500 см². Его значения свидетельствуют об различной степени переноса патогенных микроорганизмов (*Salmonella spp.* и *Listeria monocytogenes*) в зависимости от вида поверхности.

Ключевые слова: микробиологические риски, безопасность пищи, экспериментальная модель бактериального переноса, поверхности, контактирующие с пищевой продукцией, индекс переноса.

Введение. Поверхности, контактирующие с пищевой продукцией при их контаминации возбудителями пищевых инфекций и интоксикаций бактериальной и вирусной природы (далее — фомиты), являются важным путем передачи при острых кишечных инфекциях, актуальность которых остается высокой [1].

Перекрестная контаминация в условиях пищевых производств реализуется через перенос бактерий или вирусов с загрязненного продукта на неконтаминированный. Однако видится целесообразным выделить *реконтаминацию*, при которой, во-первых, основным источником загрязнения выступают различ-

ные фомиты, во-вторых, она реализуется в отношении готовых к употреблению пищевых продуктов, которые уже подверглись деконтаминации (мойке или термической обработке). Вторичное загрязнение поверхностей в условиях пищевых производств в свою очередь связано с несоблюдением санитарно-эпидемиологических требований и/или нарушением работниками правил личной гигиены [2].

Сочетание внутренних факторов — таксономической принадлежности микроорганизма, его свойств, в том числе способности формировать биопленки, качественные и количественные характеристики бактериаль-

ных кластеров, наличие экзополисахаридов и внеклеточных структур, а также внешних параметров — влажности, «топографии» поверхности, наличия нутриентов в среде технологического окружения, времени и площади, прикладываемого при контакте давления, обуславливает гетерогенное взаимодействие «донорской» и «реципиентной» поверхностей и формирует условия, при которых происходит адгезия бактерий к фомитам и их перенос на готовые пищевые продукты [3]. Изучение закономерностей бактериального переноса является одним из элементов идентификации микробиологических опасностей, поскольку позволяет спрогнозировать уровень бактериальной контаминации готовых к употреблению пищевых продуктов в зависимости от условий среды технологического окружения.

Результаты микробиологического мониторинга, а также эпидемиологические исследования подтверждают приоритетность пищевого пути передачи сальмонеллеза. Листерия в Республике Беларусь последние годы практически не регистрируется, однако, учитывая тяжесть указанного заболевания, настороженность в отношении этой инфекции остается высокой. Ранее национальными исследованиями установлены качественные и количественные характеристики контаминации поверхностей, контактирующих с пищевой продукцией в условиях ее производства. Идентификация указанного фактора микробиологического риска свидетельствует о широкой распространенности санитарно-показательных микроорганизмов, выделяемых с поверхностей фомитов — доля бактерий группы кишечной палочки и энтерококков составляет 81,9 %, а бактериальных патогенов (сальмонелл и патогенных листерий) — 2,4 %. Указанные данные в целом коррелировали с частотой обнаружения указанных групп микроорганизмов в пищевых продуктах, которая составила 77,2 и 9,1 %, соответственно. На основании изучения частоты выявления патогенов в реальных условиях производства пищевой продукции нами были обоснованы санитарно-эпидемиологические требования к допустимому уровню контаминации поверхностей, контактирующих с продукцией высокого риска — готовыми к употреблению пищевыми продуктами [1, 4].

При этом моделирование и изучение закономерностей бактериального переноса с контаминированных поверхностей на пищевые продукты для более полной характеристики микробиологических опасностей, ассоциированных с указанным фактором, требуют дальнейшего теоретического и экспериментального развития.

Цель работы — обосновать параметры и провести экспериментальное моделирование бактериального переноса с контаминированных поверхностей на пищевые продукты на примере патогенных микроорганизмов.

Материалы и методы. Для моделирования использовались тест-штаммы: *Salmonella typhimurium* ATCC 14028, *Listeria monocytogenes* ATCC 13932, полученные из американской коллекции Microbiologics, а также изоляты *Salmonella sp.* 5/3 и *Listeria monocytogenes* 4/a из коллекции лаборатории микробиологии Научно-практического центра гигиены, выделенные из объектов технологического окружения пищевых производств в 2002—2015 гг., суточные культуры которых ресуспендировали до плотности $3 \cdot 10^8$ КОЕ/см³ в физиологическом растворе с последующим получением серии разведений с концентрациями $1 \cdot 10^1$ КОЕ/см³ (модель А), $5 \cdot 10^1$ КОЕ/см³ (модель Б) и $1 \cdot 10^2$ КОЕ/см³ (модель В).

Объектами исследования являлись поверхности, контактирующие с пищевыми продуктами (фомиты), пищевые продукты (пробы сыра сычужного). Для моделирования микробной контаминации поверхностей были использованы предварительно простерилизованные релевантными методами поддоны, емкости, кухонный инвентарь для нарезки и порционирования (ножи, ложки, лопатки, далее — инвентарь) из нержавеющей стали, а также латексные перчатки. На основании установленных требований к микробиологической чистоте поверхностей [4], контактирующих с пищевыми продуктами, фомиты с плоскими поверхностями подбиралась исходя из площади поверхности 500 см², использовалось 5 предметов (инвентарь) со сложной «топографией» и перчатки. Указанные объекты являются наиболее распространенными в условиях пищевых производств и объектов общественного питания.

Для моделирования бактериального переноса использовались навески сыра по 125 г. Выбор пищевого продукта был обусловлен относительной однородностью его среза, высокой жирностью, а также средними значениями влажности (около 50 %) и, соответственно, способностью к адгезии микроорганизмов. Параллельно пять проб продукции весом по 25 г исследовались на наличие патогенных микроорганизмов (сальмонелл и *Listeria monocytogenes*) с использованием стандартизованных методик (ISO 6579 — 1:2017 «Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*», ISO 11290 — 1 и 2: 2017 «Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes*»).

Контаминация поверхностей (в трех повторностях) осуществлялась в асептических условиях в ламинарном боксе путем максимально равномерного распределения 1 см³ подготовленной суспензии различных концентраций каждого микроорганизма на горизонтальной поверхности с помещением на нее инвентаря и перчаток. Модельные фомиты выдерживали до полного высыхания в ламинарном боксе, но не более 2 ч, затем проводили оценку смоделированного уровня микробной контаминации — в соответствии со стандартизованными методиками [5] с горизонтальных поверхностей площадью 500 см² стерильными тампонами на аппликаторе, смоченными в пробирке с 3 см³ стерильного 0,1%-го раствора пептонной воды, отбирали смывы. Затем тампоны возвращали в пробирку с раствором для смачивания и асептически срезали аппликатор. Смывы с инвентаря и перчаток осуществляли методом максимально возможного погружения и орошения 10 см³ стерильного 0,1%-го раствора пептонной воды с последующим их сбором в стерильную пробирку.

Смывную жидкость в течение 30 с перемешивали с использованием встряхивателя Vortex, инокулят фильтровали с использованием метода мембранной фильтрации. Фильтры инкубировали на поверхности селективных сред — висмут-сульфит агара (для сальмонелл) и агар *Listeria* по Оттавиани — Агости (для листерий). Посевы термостатировали при (37 ± 1) °С в течение 24 ± 2 ч в аэробных условиях. Для подтверждения родовой и видовой принадлеж-

ности выделенных культур проводили ряд тестов согласно стандартизованным методам.

Воспроизведены три модели бактериального переноса:

- 1) горизонтальная поверхность — продукт;
- 2) предметы с неоднородной «топографией» (инвентарь для нарезки и порционирования) — продукт;
- 3) перчатки — продукт.

Контакт асептически отобранной в количестве 125 г навески пищевой продукции с контаминированной горизонтальной поверхностью площадью 500 см² проводили путем многократной аппликации проб. С использованием контаминированного инвентаря для нарезки и порционирования навески максимально измельчались и перемешивались на стерильных поверхностях. Асептически измельченные пробы распределялись по контаминированным перчаткам. Время контакта составляло 1 мин. Указанные условия по ведущим параметрам соответствовали последним этапам обработки готовых к употреблению пищевых продуктов (порционирование, нарезка и т. д.).

Далее навески продукта после контакта с каждым из фомитов собирались и делились на 5 проб по 25 г каждая, две из которых исследовались на наличие патогенных микроорганизмов с использованием стандартизованных методик. В оставшихся трех пробах сальмонеллы и листерии исследовались количественно.

Для подсчета патогенных бактерий к навеске добавлялись 100 см³ 0,1%-й раствор пептонной воды, проба гомогенизировалась. Надосадочная жидкость асептически отбиралась и фильтровалась через мембранные фильтры, которые затем помещались на поверхность селективной среды — висмут-сульфит агара (для сальмонелл) и агар *Listeria* по Оттавиани — Агости (для листерий) с последующей инкубацией при (37 ± 1) °С в течение 24 ± 2 ч в аэробных условиях и идентификацией выделенных культур с использованием релевантных стандартизованных тестов.

Результаты выражали в колониеобразующих единицах (КОЕ) на объект (500 см² поверхности, 5 предметов суммарно или перчатки) в виде $M \pm \sigma$, где M — средняя ариф-

метическая результатов подсчет микроорганизмов в трех повторностях, σ — стандартное отклонение. Для предварительной оценки различий уровней контаминации пищевой продукции исследуемыми штаммами после контакта с различными фомитами использовался непараметрический H -критерий Краскала — Уоллеса, критический уровень зна-

чимости которого при $p \leq 0,05$ оставлял 5,6 при $n = 9$ (n — количество наблюдений в выборках).

Результаты и их обсуждение. Количественная характеристика суспензий штаммов микроорганизмов, использованных для моделирования контаминации фомитов, представлена в таблице 1.

Таблица 1 — Количество клеток микроорганизмов в суспензиях, использованных для моделирования контаминации фомитов

Тест-штамм	Титр клеток lg КОЕ/см ³		
	Модель		
	А	Б	В
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028	1,08	1,78	2,00
<i>Salmonella</i> sp. 5/3	1,20	1,85	2,08
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 13932	1,00	1,73	1,95
<i>Listeria monocytogenes</i> 4/a	1,04	1,70	2,08

Результаты оценки уровней контаминации фомитов после нанесения на них суспензий патогенных микроорганизмов приведены в таблице 2.

Полученные данные свидетельствуют о некотором снижении уровней контаминации фомитов по сравнению с исходной суспензией, что может быть обусловлено их непол-

ным переносом в смывную жидкость при отборе проб с поверхностей.

В первичных образцах пищевой продукции (до моделирования их контакта с контаминированными поверхностями, отрицательный контроль) сальмонеллы и патогенные листерии в исследуемых образцах (по 25 г) не обнаружены.

Таблица 2 — Уровни начальной контаминации фомитов ($M \pm \sigma$, КОЕ/фомит)

Тест-штамм	Модель переноса		
	А	Б	В
Поверхность, $S = 500$ см ²			
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028	7,3 ± 2,5	41,7 ± 20,1	78,0 ± 18,3
<i>Salmonella</i> sp. 5/3	9,7 ± 2,1	54,0 ± 26,6	95,0 ± 20,7
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 13932	6,7 ± 1,5	42,7 ± 21,2	83,7 ± 23,2
<i>Listeria monocytogenes</i> 4/a	8,0 ± 2,6	45,3 ± 22,2	94,7 ± 23,2
Инвентарь (5 предметов суммарно)			
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028	10,3 ± 1,5	54,7 ± 27,1	81,0 ± 16,5
<i>Salmonella</i> sp. 5/3	11,7 ± 2,1	67,3 ± 33,3	101,7 ± 19,4
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 13932	8,7 ± 2,5	50,3 ± 24,7	85,3 ± 22,5
<i>Listeria monocytogenes</i> 4/a	10,0 ± 2,0	42,0 ± 20,4	111,0 ± 26,5
Перчатки			
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028	6,7 ± 2,1	39,7 ± 19,2	52,7 ± 13,8
<i>Salmonella</i> sp. 5/3	9,7 ± 1,5	49,0 ± 24,3	90,3 ± 10,8
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 13932	7,0 ± 2,0	40,7 ± 19,8	72,7 ± 21,1
<i>Listeria monocytogenes</i> 4/a	7,3 ± 2,1	30,3 ± 14,5	87,0 ± 8,7

После моделирования бактериального переноса с контаминированных поверхностей во всех образцах пищевой продукции,

исследованных с использованием стандартизованных качественных методик, микроорганизмы рода *Salmonellae spp.* и *Listeria mono-*

cytogenes были выявлены. Количественная характеристика контаминации пищевых продуктов после моделирования контакта с фо-

митами, загрязненными суспензиями изучаемых штаммов микроорганизмов, приведена в таблице 3.

Таблица 3 — Уровни контаминации пищевых продуктов после моделирования бактериального переноса ($M \pm \sigma$, КОЕ/ в 25 г пробы)

Модель переноса	<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028	<i>Salmonella sp.</i> 5/3	<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 13932	<i>Listeria monocytogenes</i> 4/a
А: поверхность, $S = 500 \text{ см}^2$ инвентарь (5 предметов суммарно) перчатки	$3,3 \pm 1,5$ $2,0 \pm 1,0$ $1,0 \pm 1,0$	$4,7 \pm 1,5$ $2,3 \pm 1,5$ $1,7 \pm 1,2$	$2,0 \pm 1,0$ $2,3 \pm 1,5$ $1,3 \pm 0,6$	$3,0 \pm 2,0$ $3,7 \pm 1,5$ $1,7 \pm 1,5$
Б*: Поверхность $S = 500 \text{ см}^2$ инвентарь (5 предметов суммарно) перчатки	$19,7 \pm 10,3$ $17,7 \pm 8,6$ $6,3 \pm 3,1$	$29,3 \pm 14,2$ $23,3 \pm 11,6$ $9,7 \pm 4,9$	$18,0 \pm 8,8$ $17,0 \pm 8,0$ $8,7 \pm 5,3$	$20,0 \pm 9,5$ $16,3 \pm 8,3$ $7,0 \pm 3,1$
В*: поверхность, $S = 500 \text{ см}^2$ инвентарь (5 предметов суммарно) перчатки	$43,3 \pm 6,1$ $29,7 \pm 3,2$ $9,7 \pm 1,5$	$54,7 \pm 4,9$ $39,0 \pm 2,6$ $19,3 \pm 4,0$	$42,0 \pm 7,9$ $33,0 \pm 4,0$ $17,3 \pm 5,1$	$44,0 \pm 6,6^{**}$ $45,0 \pm 7,5^{**}$ $21,3 \pm 4,9^{**}$

* Статистически значимые различия между уровнями контаминации проб, контактировавших с различными фомитами (H -критерий Краскела — Уоллеса $> 5,6$).

** Статистически значимые различия отсутствуют.

Результаты количественного определения изучаемых патогенов после моделирования реконтаминации свидетельствуют о различном их уровне во всех исследованных образцах. Предварительная оценка показала отсутствие статистически значимых различий для всех видов штаммов и контаминированных фомитов при низких уровнях начального загрязнения (модель переноса А): H -критерий Краскела — Уоллеса находился в диапазоне 1,2–4,2 (при $N_{\text{крит}} 5,6$).

Для моделей контаминации Б и В наблюдалась иная тенденция. Для всех штаммов уровни микробного загрязнения проб пищевых продуктов после моделирования бактериального переноса различались статистически значимо (H -критерий Краскела — Уоллеса $> 5,6$), за исключением модели В для тест-штамма *Listeria monocytogenes* 4/a, для которого такие закономерности выявлены не были.

Для интегральной оценки реконтаминации, которая позволила бы сравнивать различные условия контакта фомита и пищевого продукта, видится целесообразным использование относительного показателя. По нашему мнению, релевантным и информа-

тивным будет расчет индекса переноса (ИП), который определяет долю бактериальных клеток, перемещенных с контаминированной поверхности на продукт в результате контакта. Расчет указанного показателя, характеризующего бактериальный перенос на пищевые продукты, предлагаем проводить по формуле

$$\text{ИП} = \frac{\text{КОЕ «реципиента»}}{\text{КОЕ «донора»}} \cdot 100 \%,$$

где ИП — индекс переноса, характеризующий степень переноса микроорганизмов с «донорской» поверхности (т. е. контаминированного фомита) на пищевой продукт («реципиент») после их контакта в процентах; КОЕ «реципиента» — КОЕ целевых микроорганизмов в определенном объеме (массе) пищевого продукта после контакта с контаминированным фомитом (уровень реконтаминации — вторичного загрязнения продукта вследствие контакта с поверхностью); КОЕ «донора» — КОЕ целевых микроорганизмов на поверхности фомита определенной площади, совокупности предметов и т. д. (уровень исходной микробной контаминации контактирующей поверхности).

Результаты расчета ИП, полученные в экспериментальных моделях приведены на рисунке.

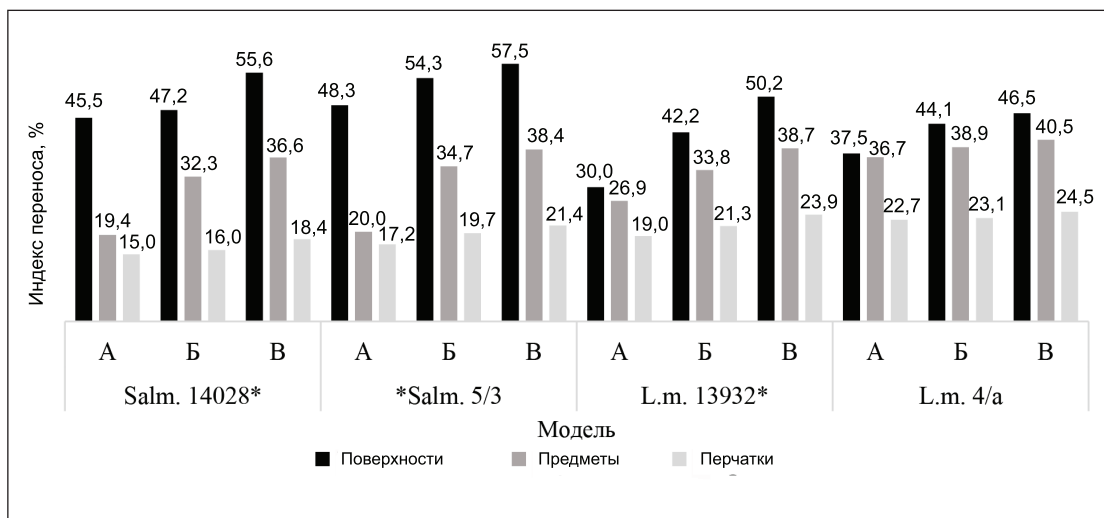


Рисунок — Зависимость индекса переноса от модели контаминации (* Различия между ИП для отдельных фомитов статистически значимы.)

Анализ полученных данных свидетельствует о тенденциях повышения уровня бактериального переноса при увеличении значений исходной контаминации фомитов.

Различия между уровнями ИП для различных фомитов были статистически значимыми для *Salmonella typhimurium* ATCC 14028, *Salmonella spp. 5/3* и *Listeria monocytogenes* ATCC 13932 (*H*-критерий Краскела – Уоллеса – 7,2, 6,5, 6,0 соответственно). Относительно штамма *Listeria monocytogenes* 4/a имела место тенденция, выявленная и для абсолютных значений контаминации, индекс переноса между отдельными поверхностями статистически значимо не различался.

Полученные данные подтверждают вероятность бактериального переноса патогенов при низких уровнях контаминации и в целом вписываются в ранее обоснованную динамическую модель обеспечения микробиологической безопасности пищевой продукции [1]. Значения индекса переноса важны для прогнозирования и оценки тенденций изменения микробной контаминации среды технологического окружения, качественной и количественной характеристики микробиоты поверхностей, непосредственно контактирующих с пищевыми продуктами. Очевидно, что более высокие его значения ассоциируются с более высокими микробиологическими рисками. Указанный показатель позволяет оценить вероятность формирования «санитарного неблагополучия» технологического процесса, обосновывать

профилактические меры и оценивать эффективность производственного контроля.

Ранее исследования бактериального переноса проводились в диапазонах более высоких концентраций патогенных микроорганизмов на моделируемых поверхностях (на уровне 10^6 – 10^8 КОЕ/см²), при этом были получены схожие тенденции [6]. Рядом авторов отмечены обратные зависимости уровня переноса микроорганизмов с поверхностей в зависимости от начального уровня контаминации [7], полученные, однако, в моделях с другими параметрами. Наши данные демонстрируют имеют иную закономерность — ИП увеличивается по мере увеличения уровня контаминации поверхностей.

Указанное подтверждает необходимость получения экспериментальных данных, приближенных к условиям конкретных пищевых производств. Предложенная и апробированная нами модель может быть адаптирована к конкретным условиям, различным сочетаниям внешних и внутренних факторов, характерных для отдельных технологических процессов производства пищевых продуктов и изготовления блюд, включая использование для моделирования штаммов санитарно-показательных и условно-патогенных микроорганизмов, иных видов пищевых продуктов и контактирующих поверхностей, условий моделирования контакта — длительности, кратности аппликации и других условий.

Заключение. Таким образом, получены экспериментальные данные о переносе ед-

нических клеток патогенных микроорганизмов с контаминированных fomites на пищевой продукт. Обоснован и предложен алгоритм расчета индекса переноса, предназначенного для количественной оценки реконтаминации. Указанный показатель увеличивался по мере повышения уровня контаминации поверхности и составлял от 16 для перчаток до 57,5 % для поверхности из нержавеющей стали площадью 500 см². Его значения свидетельствуют об различной степени переноса патогенных микроорганизмов (*Salmonella spp.* и *Listeria monocytogenes*) в зависимости от вида поверхности.

Обоснованная и апробированная модель бактериального переноса с поверхностей, контактирующих с пищевыми про-

дуктами, включающая расчет индекса переноса, является релевантным инструментом прогнозирования алиментарного микробиологического риска и может использоваться:

- для верификации эффективности элементов программ производственного контроля, связанных с управлением микробиологической безопасностью поверхностей;
- выбора наиболее безопасных с точки зрения реализации микробиологических рисков типов материалов, контактирующих с пищевыми продуктами;
- прогнозирования вероятности «санитарного неблагополучия» в конкретных условиях производства пищевых продуктов с учетом гетерогенных условий контакта.

Список цитированных источников

1. Федоренко, Е. В. Актуальные проблемы микробиологической безопасности пищевой продукции / Е. В. Федоренко, Н. Д. Коломиец, С. И. Сычик // Гигиена и санитария. — 2016. — Т. 95, № 9. — С. 873–878.
2. Understanding and modelling bacterial transfer to foods: a review / F. Perez-Rodriguez [et al.] // Trends in Food Science & Technology. — 2008. — Vol. 19. — P. 131–144.
3. Maitz, S. Modelling and Determination of Parameters Influencing the Transfer of Microorganisms from Food Contact Materials / S. Maitz, P. J. Schmid, C. Kittinger // Int. J. Environ. Res. Public Health. — 2022. — Vol. 19. — P. 2996.
4. Микробиологические требования к безопасности объектов среды технологического окружения пищевых предприятий / О. В. Тонко [и др.] // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / редкол.: С. И. Сычик (гл. ред.), Г. Е. Косяченко (зам. гл. ред.) [и др.]. — Минск : РИВШ, 2016. — Вып. 26. — С. 156–159.
5. Оценка операционных характеристик метода выявления и идентификации бактерий *Listeria monocytogenes* в смывах в модельном эксперименте / Н. В. Дудчик [и др.] // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / редкол.: С. И. Сычик (гл. ред.), Г. Е. Косяченко (зам. гл. ред.) [и др.]. — Минск : РИВШ, 2016. — Вып. 26. — С. 16–18.
6. Characterization of the transfer probability of *Salmonella* ser. Typhimurium between pork and a cutting knife in an experimental model / E. de Freitas Costa [et al.] // Microbial Risk Analysis. — 2022. — Vol. 21. — P. 100203.
7. Models of microbial cross-contamination dynamics / A. Possas [et al.] // Current Opinion in Food Science. — 2017. — Vol. 14. — P. 43–49.

Experimental models of bacterial transfer and microbiological risks associated with contamination of food contact surfaces

*Fedorenko E. V.¹, Kolomiets N. D.², Dudchik N. V.¹, Marchenko N. M.¹,
Naumenko S. A.¹, A. V. Adamovich A. V.¹*

¹ *Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk, Republic of Belarus;*

² *Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, Minsk, Republic of Belarus*

Food contact surfaces when contaminated with bacterial and viral pathogens (fomites) are an important transmission route for foodborne infections. Heterogeneity of external factors associated



with the technological environment and food, as well as internal microorganism-specific factors, necessitates experimental modeling of bacterial transfer from contaminated surfaces to food to characterize microbiological hazards. Experimental data were obtained on the transfer of single cells of pathogens from contaminated fomites to a food. An algorithm for estimating the transfer index intended for quantitative evaluation of recontamination was substantiated and proposed. This index increased as the surface contamination level grew. This value testifies to a differences of food pathogens transfer depending on the surface type and ranged from 16 for gloves to 57.5 % for a stainless-steel surface with an area of 500 cm².

Keywords: microbiological risks, food safety, experimental model of bacterial transfer, food contact surface, transfer index.

Поступила 13.07.2023