

## Принципы оценки санитарно-эпидемиологического состояния объектов среды пищевых производств с применением концепции зонирования

Тонко О. В.<sup>1</sup>, Коломиец Н. Д.<sup>1</sup>, Ханенко О. Н.<sup>1</sup>, Романова О. Н.<sup>2</sup>,  
Левшина Н. Н.<sup>3</sup>, Гойлова А. В.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Государственное учреждение образования  
«Белорусская медицинская академия последипломного образования»,  
г. Минск, Республика Беларусь;

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь;

<sup>3</sup>Государственное учреждение «Минский городской центр гигиены и эпидемиологии»,  
г. Минск, Республика Беларусь;

<sup>4</sup>Государственное учреждение  
«Центр гигиены и эпидемиологии Фрунзенского района г. Минска»,  
г. Минск, Республика Беларусь

**Реферат.** Несмотря на то, что общая осведомленность о безопасности пищевых продуктов находится на высоком уровне, существует необходимость усовершенствования требований на основе методологии анализа рисков для обеспечения уверенности в безопасности выпускаемой пищевой продукции. Для гарантированного обеспечения безопасности требуется разработка программ экологического (микробиологического) мониторинга с использованием концепции зонирования как инструмента оценки санитарно-эпидемиологического состояния объектов среды пищевых производств.

**Ключевые слова:** анализ рисков, микроорганизмы, контаминация, пищевые производства, экологический мониторинг.

**Введение.** Обеспечение безопасности пищевых продуктов безусловно является прерогативой пищевых предприятий. Когда речь заходит о безопасности пищевых продуктов, микроорганизмы могут быть чрезвычайно опасными в плане развития тяжелых пищевых отравлений, поэтому предотвращение их контаминации является важным условием для предприятий по производству или переработке пищевых продуктов — у производителей фактически нет «права на ошибку». Несмотря на то что общая осведомленность о безопасности пищевых продуктов находится на высоком уровне, особенно после повсеместного внедрения на пищевых предприятиях систем менеджмента безопасности, базирующихся на принципах НАССР, существует необходимость усовершенствования требований на основе методологии анализа рисков для обеспечения уверенности в безопасности выпускаемой пищевой продукции. На современных пищевых производствах должны прилагаться дополнительные

усилия для обеспечения надлежащих гигиенических условий, с пониманием того, что визуализация отсутствия видимых загрязнений является недостаточной и требуются надежные критерии оценки отсутствия микробной и/или вирусной контаминации. Например, известно о высоких естественных рисках контаминации сырья животного происхождения такими известными патогенами, как *Listeria monocytogenes* и *Salmonella spp.* [1, 2].

*Listeria monocytogenes* является значимым этиологическим агентом для уязвимых групп населения преимущественно со сниженной функцией иммунитета, особенно среди беременных и лиц с онкологическими заболеваниями. Чтобы гарантировать, что перерабатывающий завод свободен от таких патогенов, многие руководящие органы во всем мире рекомендуют предприятиям пищевой промышленности следовать передовым отраслевым методам и критериям гигиены. Чтобы свести к минимуму возможность контаминации пищевых продуктов *L. monocytogenes*, предприятиям пищевой промышленности рекомендуется выполнять соответствующую санитарно-гигиеническую программу, которая включает стандартные рабочие процедуры и график санитарного обслуживания зон, где пищевые продукты обрабатываются или подвергаются иному воздействию.

*Salmonella spp* является второй по значимости причиной болезней пищевого происхождения и обычно обнаруживается в непастеризованном молоке, сырых яичных продуктах, мясе, морепродуктах и птице. Даже если в пище обнаружено ее минимальное количество, без принятия специальных мер бактерии могут продолжить расти и размножаться. Сальмонеллы могут быстро распространяться среди людей, особенно если не соблюдаются правила личной гигиены. Симптомы сальмонеллезной инфекции включают диарею, лихорадку и боли в животе.

Пищевые патогены хорошо сохраняются в холодной и влажной среде, в том числе на поверхностях технологического оборудования, они могут также размножаться в условиях низких температур, поэтому крайне важно защищать пищевые продукты от контакта с ними.

Контаминация микроорганизмами пищевых продуктов является огромной социальной и экономической проблемой системы здравоохранения во всем мире. Хотя распространенность болезней пищевого происхождения трудно точно оценить, по мнению ВОЗ, число смертей от диарейных болезней, большинство из которых может быть связано с зараженными пищевыми продуктами и бутилированной питьевой водой, превышает 1 млн человек в год. При этом наиболее часто страдают дети в развивающихся странах [3, 4].

**Цель работы** — обоснование создания программ экологического (микробиологического) мониторинга с использованием концепции зонирования как инструмента оценки санитарно-эпидемиологического состояния объектов среды пищевых производств.

**Материалы и методы.** Проведена санитарно-эпидемиологическая оценка микробной обсемененности объектов среды технологического окружения на пищевом предприятии по переработке рыбы и морепродуктов. Отбор проб выполнялся в соответствии с методами, описанными ранее [5]. Для оценки микробного статуса среды технологического окружения пищевых производств использовали экспресс-методы: АТФ-биолюминесценцию для поверхностей (АТФ, RLU), определение НАД (никотинамид-аденин-динуклеотид) — индикатора биологического загрязнения [6].

**Результаты и их обсуждение.** Целью программы экологического мониторинга является выявление проблемных зон, в которых могут скапливаться потенциально опасные микроорганизмы, которые становятся источником заражения, а также проверка эффективности программ уборки, мойки и дезинфекции, обеспечивающих надлежащее санитарно-гигиеническое состояние производства. Эффективная программа экологического мониторинга должна состоять из разных по значимости рисков участков, в этом случае можно быть уверенными, что возможное загрязнение не останется незамеченным в долгосрочной перспективе. Для оптимизации мониторинга предлагается использовать концепцию четырех зон и для каждой из них индивидуально определяется стратегия отбора проб (точка отбора, объем пробы, количество образцов), методы выполнения исследования, итоговая оценка значимости полученных результатов (рисунок 1).

Зона 1 — включает участки (территория, процесс, работники), вступающие в непосредственный контакт с пищей на продолжительное или короткое время во время технологической обработки продукта или области, в которых такие контакты подвергнут потенциальному риску повторного загрязнения обработанных продуктов перед окончательной упаковкой.

Зона 2 — охватывает участки, не контактирующие с пищевыми продуктами, но находящиеся в непосредственной близости от пищевых продуктов и поверхностей, соприкасающиеся с пищевыми продуктами. Поскольку зона 2 непосредственно прилегает к зоне 1, существует риск переноса загрязнения в зону 1 и, возможно, прямого контакта с продуктами.



Зона 3 — включает более удаленные участки, не контактирующие с с пищевыми продуктами, которые находятся в зонах обработки продуктов или вблизи них и могут привести к контаминации зон 1 и 2. Это могут быть участки в зоне обработки продукта, которые непосредственно не связаны с пищевыми продуктами, окружающая среда помещений и поверхности в зонах или помещениях высокого риска.

Зона 4 — участки, расположенные за пределами производственных зон, но из которых потенциально опасные микроорганизмы окружающей среды могут быть занесены в зону обработки.

При определении зон и способов их отслеживания следует учитывать маршруты передвижения сотрудников, сырья, полуфабрикатов, вспомогательных материалов, готовой продукции и отходов пищевого и непищевого происхождения внутри помещений.

Финансовые факторы часто влияют на частоту выборки, поскольку очевидно, что чем чаще проводится тестирование, тем выше затраты. Еще одно решение, которое необходимо принять, — планирование отбора проб. Место и частота отбора проб должны определяться уровнями риска, присущими типу продукта и производственному процессу в установленных зонах.

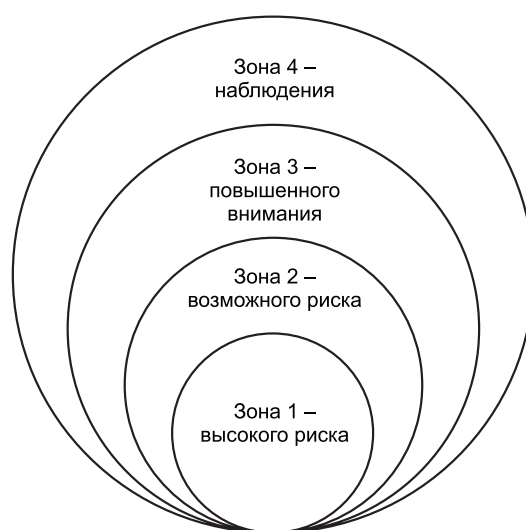
Поверхностями, контактирующими с пищевыми продуктами, которые могут служить резервуарами патогенов на предприятиях являются: сырье; ломтерезки, измельчители, разделочные доски, блендеры; рассольные растворы и инъекционное оборудование; инструменты для чистки, такие как губки и щетки; контейнеры (ведра, кадки, корзины, сумки и т. д.), используемые для хранения пищевых продуктов; конвейерные ленты и скребки, особенно если они пористые, изношенные или в плохом состоянии; полые ролики для конвейеров; оборудование для розлива и упаковки; стеллажи для перевозки готовой продукции; лед, ледогенератор и лопата для льда; посуда, ручной инструмент, нелатексные перчатки, фартуки и др.; металлические соединения (плохие/грубые сварные швы, щели); упаковочные материалы и оборудование; открытые подшипники в оборудовании; полый металлический или пластиковый каркас; корпус двигателя; руки, одежда сотрудников.

Поверхностями, не контактирующими с пищевыми продуктами, но возможно являющимися резервуарами патогенов на предприятиях, следует считать: стоки, вода на полу; полы и коврики, в том числе полы с плохим дренажом или участки со стоячей водой; стены, потолки, холодные места, где вода конденсируется (особенно если есть трещины, которые удерживают влагу); изоляция на стенах или вокруг труб и охлаждающих устройств, которые стали намокшими; тележки, погрузчики, колеса тележек; умывальник (раковины); инструменты для чистки (шланги, губки, щетки, скребки для пола, лезвия швабры); инструменты для обслуживания; весовое оборудование; морозильные камеры; каркас оборудования и другое оборудование в зоне готовой продукции; потолки, надземные конструкции, подиумы; емкости для сбора конденсата и поддоны; ледогенератор и лопата для льда; пылесосы (для сухой обработки); выключатели и поверхности панелей; резиновые уплотнители вокруг дверей, особенно в охладителях (кулерах); болты, открытые подшипники в оборудовании; мусорные баки, емкости для отходов или другие подобные предметы; полый и/или ржавый металлический каркас; или пластиковый каркас; рабочая обувь сотрудников.

При необходимости или в случае ухудшения прогностических показателей, или при расследовании пищевых отравлений дополнительно следует рассматривать нестандартные ситуации, которые могут привести к загрязнению продукта, требующие проведения дополнительных исследований микробной контаминации объектов окружающей среды пищевых производств.

#### *Перечень нестандартных ситуаций*

- Линия обработки или упаковки значительно перемещена или модернизирована.
- Установлено бывшее в употреблении оборудование со склада или другого завода.
- В процессе производства происходит поломка оборудования и необходимо проводить ремонтные работы.



**Рисунок 1 — Зоны эпидемиологического риска на пищевых предприятиях**

- Ремонт, реконструкция или другие серьезные модификации производятся в зоне производства готовой продукции (например, замена холодильных агрегатов, ремонт полов, стен, строительство перегородок, модификация канализационных линий).
- Новый сотрудник, незнакомый с операциями и средствами контроля патогенов, принят на работу по производству продукта или очистки оборудования в зоне производства готовой продукции.
- Персонал, работающий с готовым к употреблению продуктом, касается поверхностей или оборудования, которые могут быть загрязнены (например, пола, мусорных баков), и не меняет перчатки и не выполняет другие необходимые процедуры перед работой с продуктом.
- Периоды интенсивного производства, которые затрудняют мойку и дезинфекцию.
- Сырой продукт находится в зоне готовой продукции.
- Персонал взаимозаменяемо используется в областях производства сырой и готовой продукции.
- Увеличивается число поверхностей (оборудование, детали, ванны, экраны и т. д.), требующих влажной очистки и находящихся в том же помещении, что и линии, в (по) которых идет продукция.
- Моют непосредственно на полу (область, которую всегда следует считать загрязненной).
- Инструменты (фонарики, калькуляторы, контрольные карты, трафареты для отбора проб и др.) не подвергаются надлежащей очистке и дезинфекции после прямого контакта с производственной зоной.
- Продукт зацепился за оборудование или завис на нем.
- Происходит частая смена продукта на упаковочной линии, частая смена этикеток, упаковочной пленки, форм упаковки.

Существует множество путей проникновения потенциально опасных микроорганизмов из окружающей среды в готовый продукт. Наибольшее беспокойство вызывают те продукты, для которых перед употреблением не предусмотрена температурная обработка. Патогенные микроорганизмы, присутствующие в окружающей среде пищевого производства, могут взаимодействовать с условно-патогенными бактериями, что приводит как к ингибирующему, так и к стимулирующему воздействию на патогены в многовидовых биопленках, к тому же не исключено влияние этого сообщества на передачу генов устойчивости к антибиотикам человеку. Присутствие даже непатогенных микроорганизмов в большом количестве не желательно, поскольку они могут негативно влиять на такие процессы, как мембранная фильтрация и коррозия.

Поэтому план отбора проб должен основываться на обычных процедурах на пищевом предприятии и перед его началом необходимо убедиться, что эти процедуры соблюдались. Как минимум, пробы должны отбираться с поверхностей, которые подвергались регулярной очистке и дезинфекции. Если поверхности всегда или иногда (например, по выходным) высыхают перед началом производства, образцы поверхностей/оборудования следует брать после сушки. Следует учитывать, что при осуществлении государственного санитарного надзора в большинстве исследований проводится только одно посещение для отбора проб. Полученных результатов для анализа и оценки рисков может быть недостаточно, потребуется большее число посещений. Все это может привести к «утяжелению» процедуры, что в свою очередь серьезно отразится на времени и стоимости работ. Для оптимизации исследований предлагается в соответствии с зонами риска определить целевые показатели, методы исследования и количество отбираемых проб (таблица 1).

Таблица 1 — Рекомендуемые показатели для исследования микробной контаминации объектов среды технологического окружения по зонам риска

Зона	Показатель	Количество отобранных проб по зонам от общего числа, %
1	Индикаторные группы микроорганизмов с количественной и качественной оценкой АТФ НАД Патогенные микроорганизмы (с поверхности не менее 500 см <sup>2</sup> ) Рекомендуется выбирать поверхности, которые не всегда подвергаются тщательной очистке и мойке (например, на нижней стороне конвейера или в стационарном желобе)	10–25

Окончание табл. 1

Зона	Показатель	Количество отобранных проб по зонам от общего числа, %
2	Патогенные микроорганизмы, используя специальные губки, позволяющие отбирать пробу с большой поверхности (не менее 500 см <sup>2</sup> , лучше с 3000 см <sup>2</sup> ) Индикаторные группы микроорганизмов Концентрации клеток мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов АТФ НАД Рекомендуется выбирать области в каркасе оборудования, которые легко накапливают частицы пищи, но в то же время существуют сложности с правильной очисткой и мойкой данных поверхностей	40–50
3	Патогенные микроорганизмы Концентрации клеток мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов АТФ НАД Рекомендуется выбирать области в каркасе оборудования, поверхности, не контактирующие с пищевыми продуктами/продовольственным сырьем, которые не находятся близко к поверхностям зоны 1 (стены, пол, стоки, вентиляционные установки, морозильные камеры/холодильники/сушки и т. д.)	10–25
4	АТФ НАД Микробиологический мониторинг на патогенные, непатогенные и индикаторные микроорганизмы проводить по эпидемиологическим показаниям	до 10

В наших исследованиях по программе экологического мониторинга смывов с объектов внешней среды на пищевом предприятии по переработке рыбы и море продуктов на фартуке, перчатках рабочего, порционном ноже в цехе готовой продукции была обнаружена *L.monocytogenes* и на решетке для посола в посолочном отделении — *L.welshimeri* (таблица 2). *L.welshimeri* не относится к патогенам опасным для человека, но ее обнаружение может свидетельствовать о процессе устойчивого пленкообразования. Полученные результаты послужили основанием для экстренного пересмотра процедур очистки, мойки и дезинфекции с последующим контролем. Прогнозируемое ухудшение санитарно-эпидемиологического состояния объекта было своевременно выявлено и устранено.

Таблица 2 — Результаты исследования объектов окружающей среды пищевого производства микробиологическими и экспресс методами

Объект	АТФ, RLU	НАД	Общее микробное число, КОЕ/мл КОЕ/100 см <sup>2</sup>		Рост на дифференциально-диагностических контактных слайдах
			Чашки Петри	Подложки Aerobic count plate	
Стол рабочий	9000	+	1,0 · 10 <sup>7</sup>	≥10 <sup>7</sup>	<i>Staphylococcus worneri</i>
Машина моечная (щетка)	6150	+	3,8 · 10 <sup>6</sup>	20	<i>Staphylococcus worneri</i>
Рыба после мойки	7100	+	6,2 · 10 <sup>5</sup>	10	Микрофлора не выделена
Разделочная доска до работы	630	+	1,0 · 10 <sup>7</sup>	3 · 10 <sup>4</sup>	<i>Leilotia amnigena</i>
Порционный нож	950	+	9,0 · 10 <sup>4</sup>	5 · 10 <sup>2</sup>	<i>Listeria monocytogenes</i>
Лента	1100	+	3,0 · 10 <sup>5</sup>	3 · 10 <sup>4</sup>	<i>Aerococcus viridans</i>





Окончание табл. 2

Объект	АТФ, RLU	НАД	Общее микробное число, КОЕ/мл КОЕ/100 см <sup>2</sup>		Рост на дифференциально- диагностических контактных слайдах
			Чашки Петри	Подложки Aerobic count plate	
Упаковочная машина	60	+	Нет роста	Нет роста	Микрофлора не выделена
Тележка	450	+	5,0 · 10 <sup>4</sup>	Нет роста	Микрофлора не выделена
Ведро для хранения солевой рыбы	100	+	2,1 · 10 <sup>4</sup>	3 · 10 <sup>2</sup>	<i>Aeromonas sobria</i>
Решетка и шампур для копчения с готовой продукцией	5	–	Нет роста	Нет роста	Микрофлора не выделена
Стол для упаковки готовой продукции	80	+	Нет роста	Нет роста	<i>Aerococcus viridans</i>
Рыба на копчении (сумбрия кожа)	10	–	Нет роста	Нет роста	Микрофлора не выделена
Стеллаж для дефростации рыбы грязный	1100	+	1,0 · 10 <sup>7</sup>	≥10 <sup>7</sup>	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>
Разделочная доска и нож	90	+	Нет роста	Нет роста	Микрофлора не выделена
Рыба после разделки	40	+	Нет роста	Нет роста	Микрофлора не выделена
Фартук (в процессе разделки рыбы)	1650	+	3 · 10 <sup>5</sup>	2 · 10 <sup>3</sup>	<i>Citrobacter coseri</i>
Соленая рыба (готовая продукция)	10	–	Нет роста	Нет роста	Микрофлора не выделена
Решетка для посола	330	+	1,0 · 10 <sup>7</sup>	4,2 · 10 <sup>2</sup>	<i>Listeria welshimeri</i>
Фартук, перчатки (цех готовой продукции)	140	+	1,0 · 10 <sup>7</sup>	5,3 · 10 <sup>2</sup>	<i>Listeria monocytogenes</i>

**Заключение.** Многие микроорганизмы, в том числе патогенные, могут присутствовать в окружающей среде на пищевом производстве, создавая угрозу контаминации для выпускаемой продукции. Чтобы свести к минимуму эти риски, необходимо использовать программы экологического (микробиологического) мониторинга, позволяющие оперативно прогнозировать и устранять возможные риски развития санитарно-эпидемиологического неблагополучия [7].

### Литература

1. The Benefits of Environmental Monitoring [Electronic resource] / Safe Food Alliance. — Mode of access: <https://safefoodalliance.com/food-safety/the-benefits-of-environmental-monitoring/>. — Date of access: 07.05.2021.
2. Epidemiological Approaches to Food Safety / O. Ajayi [et al.] // Food Protection Trends. — 2011. — Vol. 31, №9. — P. 560–568.
3. Relevance of Microbial Finished Product Testing in Food Safety Management / M. H. Zwietering [et al.] // Food Control. — 2016. — Vol. 60. — P. 31–43.
4. Moretro, T. Residential Bacteria on Surfaces in the Food Industry and Their Implications for Food Safety and Quality / T. Moretro, S. Langsrud // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. — 2017. — Vol. 16, № 5. — P. 1022–1041.
5. Антибиотикорезистентная микробиота среды технологического окружения пищевых производств / Н. Д. Коломиец [и др.] // Медицинские новости. — 2018. — № 11. — С. 42–46.
6. Тонко, О. В. Экспресс-методы мониторинга чистоты и санитарно-эпидемиологического состояния на пищевых производствах / О. В. Тонко, Н. Д. Коломиец, О. Н. Ханенко // Современные проблемы инфекционной патологии человека: сб. науч. тр. к науч.-практ. конф. «Новые концепции и методы микробиологии, вирусологии и иммунологии» ГУ «Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии». — Минск, 2020. — Вып. 13. — С. 50–56.



7. Environmental Monitoring Design Utilizing the Zone Concept [Electronic resource] / Q Laboratories. — Mode of access: [https://www qlaboratories.com/environmental-monitoring-design-utilizing-the-zone-concept/#:~:text=A %20common %20method %20for %20designing,strategy %20for %20each %20zone %20individually/](https://www qlaboratories.com/environmental-monitoring-design-utilizing-the-zone-concept/#:~:text=A%20common%20method%20for%20designing,strategy%20for%20each%20zone%20individually/). — Date of access: 08.05.2021.

## **Principles of assessment of the sanitary and epidemiological state of objects of the food processing environment with the application of the zoning concept**

*Tonko O. V.<sup>1</sup>, Kolomiets N. D.<sup>1</sup>, Hanenko O. N.<sup>1</sup>, Romanova O. N.<sup>2</sup>,  
Levshina N. N.<sup>3</sup>, Goylova A. V.<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup> State Educational Institution «Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education»,  
Minsk, Republic of Belarus;*

*<sup>2</sup> Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus;*

*<sup>3</sup> State Institution «Minsk City Center of Hygiene and Epidemiology», Minsk, Republic of Belarus;*

*<sup>4</sup> State Institution «Center for Hygiene and Epidemiology of the Frunzensky District of Minsk»,  
Minsk, Republic of Belarus*

Despite the fact that the general awareness of food safety is at a very high level, regulatory authorities, based on risk analysis, increase the requirements to ensure confidence in the safety of food products. To ensure safety, it is required to create programs of environmental (microbiological) monitoring using the concept of zoning as a tool for assessing the sanitary and epidemiological state of objects in the environment of food production.

**Keywords:** risk analysis, microorganisms, contamination, food production, environmental monitoring.

*Поступила 23.06.2021*