

И. Н. Ким, В. В. Кращенко

МИКРОБИОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ВУЗОВ

2-е издание

*Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по естественнонаучным направлениям*

**Книга доступна на образовательной платформе «Юрайт» urait.ru,
а также в мобильном приложении «Юрайт.Библиотека»**

Москва ■ Юрайт ■ 2021

УДК 579(075.8)
ББК 24.2я73
К40

Авторы:

Ким Игорь Николаевич — кандидат технических наук, доцент, проректор по научной работе и инновационным технологиям Приморской государственной сельскохозяйственной академии (г. Уссурийск);

Кращенко Виктория Владимировна — кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой пищевой биотехнологии Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета (г. Владивосток).

Рецензенты:

Гроховский В. А. — доктор технических наук, профессор, заслуженный работник рыбного хозяйства, заведующий кафедрой технологии пищевых производств Мурманского государственного технического университета;

Ефимова М. В. — доцент, кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии пищевых производств Камчатского государственного технического университета;

Благодравова М. В. — доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии пищевых производств Камчатского государственного технического университета;

Ефимов А. А. — доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии пищевых производств Камчатского государственного технического университета.

Ким, И. Н.

К40 Микробиология переработки водных биологических ресурсов : учебное пособие для вузов / И. Н. Ким, В. В. Кращенко. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 272 с. — (Высшее образование). — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-534-14789-6

Рассмотрены основные виды микроорганизмов, обнаруживаемых в сырье и продуктах из водных биологических ресурсов, описаны их морфология, свойства, факторы жизнедеятельности, а также риски, связанные с их развитием. Представлены частные способы воздействия на микроорганизмы. Описаны микробиология различных производств рыбной промышленности и мероприятия, направленные на управление биологическим фактором риска при производстве продуктов из водных биологических ресурсов.

Содержание курса соответствует актуальным требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки «Продукты питания животного происхождения», «Биотехнология» уровней бакалавриата и магистратуры, а также для специалистов в области переработки водных биологических ресурсов (технологов, работников лабораторий, сотрудников служб качества).

УДК 579(075.8)

ББК 24.2я73

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

© Ким И. Н., Кращенко В. В., 2015

© Ким И. Н., Кращенко В. В., 2021,
с изменениями

ISBN 978-5-534-14789-6

© ООО «Издательство Юрайт», 2021

Оглавление

Предисловие	5
Введение.....	8
Тема 1. Микрофлора водных биологических ресурсов.....	11
1.1. Состав и классификация типичной микрофлоры водных биологических ресурсов	11
1.2. Источники микроорганизмов, обнаруживаемых в водных биологических ресурсах	19
1.3. Бактерии.....	26
1.4. Плесени.....	62
1.5. Дрожжи.....	67
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	71
Тема 2. Факторы, определяющие жизнедеятельность микроорганизмов.....	73
2.1. Принципы консервирования	73
2.2. Внутренние факторы.....	75
2.3. Внешние факторы	87
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	90
Тема 3. Микробиология продуктов из водных биологических ресурсов	91
3.1. Сырье	91
3.2. Первичная обработка.....	101
3.3. Охлажденная продукция.....	106
3.4. Мороженая продукция	112
3.5. Соленая рыба и икра, пресервы.....	122
3.6. Копченая, вяленая и сушеная продукция.....	142
3.7. Стерилизованные консервы.....	156
3.8. Полуфабрикаты и кулинарные изделия	179
3.9. Вспомогательные и упаковочные материалы, транспортирование готовой продукции.....	199
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	212
Тема 4. Частные способы воздействия на микроорганизмы....	215
4.1. Высокое гидростатическое давление.....	215
4.2. Переменный электрический ток	219
4.3. Термоультразвуковое воздействие	220
4.4. Радиация.....	221

4.5. Микроволны	222
4.6. Химические препараты	228
4.7. Дезинфекция пищи.....	232
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	<i>239</i>
Тема 5. Управление биологическим фактором при производстве пищевых продуктов	241
5.1. Факторы риска, связанные с микроорганизмами	241
5.2. Система анализа угроз и критических контрольных точек.....	243
5.3. Схема последовательности технологических операций.....	249
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	<i>266</i>
Заключение.....	268
Библиографический список	270

Предисловие

Загрязнение пищи микроорганизмами, способными наносить вред здоровью человека, а иногда и его жизни, — одна из центральных проблем гигиены питания во всех странах мирового сообщества. Микробиологическая безопасность базируется на соблюдении санитарно-гигиенических требований при производстве пищевых продуктов, в первую очередь — на контроле отсутствия в них потенциально вредных микроорганизмов.

В ряде стран, особенно с высокими стандартами гигиены, широкое распространение получила система НАССР (идентификация критических точек на производстве и контроля в этих точках параметров, влияющих на рост микробов). Однако использование этих методов не являются столь эффективными и не позволяют справиться с заболеваниями, вызванными новыми и старыми, т. е. исчезнувшими, но вновь возникшими патогенами, число которых растет повсеместно несмотря на строгое соблюдение гигиенических требований. Например, за последние 20 лет вновь появляются сальмонеллезы, полученные от клинически здоровой птицы, а также инфекции, возникающие в связи с использованием говяжьего мяса, выработанного по стандартной технологии. В связи с этим возникла необходимость в иных подходах с целью предотвращения заражения пищевых продуктов патогенными микроорганизмами, т. е. микробиология не стоит на месте и периодически появляются новые вызовы, на которые мы должны ответить.

Причинно-следственные связи между воздействием вредных факторов микробной природы и заболеваниями от пищи почти всегда очевидны, анализ микробиологического риска развивается несколько медленнее, что обусловлено существенными особенностями вреда, наносимого микроорганизмами. В целом анализ микробиологического риска представляет собой процесс, когда вероятность и масштаб вредных последствий от употребления продуктов-источников вычисляют путем интеграции данных, полученных в медицине, с данными из области сельского хозяйства. Основным здесь является понятие самого микробиологического риска, присутствующего в продукте, так как риск может быть двояким:

- риск загрязнения пищевого продукта микроорганизмами;
- риск инфицирования пищевого продукта микроорганизмами и неблагоприятных последствий этого для потребителей.

Известно, что микроорганизмы способны не только сохраняться, но и размножаться в пищевых продуктах в процессе их продвижения к потребителю. Поэтому признается как аксиома, что уровни обсемененности, микробиологическая стабильность и безопасность готовых продуктов в любой стране зависят от качества сырья и надежности в эпидемиологическом отношении источников его происхождения, способов и надежности технологий переработки, а также от условий производства, включая санитарно-техническое и санитарно-гигиеническое состояние предприятий. Немалое значение имеют уровень профессиональной подготовленности и личной гигиены персонала, а также условия и продолжительность транспортировки сырья и продуктов, сроки их хранения и реализации.

Обнаружение микроорганизмов в пищевых продуктах в значительной мере зависит от эффективности производственного контроля, основанного на организационных профилактических мерах и лабораторном мониторинге сырья и готовой продукции. При этом важным условием является параллельный контроль в реальном времени физических и других параметров технологии, влияющих на наличие и количество микроорганизмов в пище. Определяющими факторами по влиянию на значения нормативов являются система отбора проб, оценка партий продуктов в стране и адекватность методической базы. Значения нормативов обосновываются состоянием здоровья населения и отдельных контингентов потребителей.

Данное обстоятельство явилось причиной обобщить в этом издании имеющуюся информацию по содержанию микроорганизмов в продуктах из водных биологических ресурсов с целью обратить внимание обучающихся на постоянно действующую опасность.

В издании рассмотрены микроорганизмы, которых систематически обнаруживают в продуктах из водных биологических ресурсов (ВБР). Изучение микроорганизмов в таком аспекте позволит установить их влияние как на физиологические, так и на психологические факторы, определяющие реакцию организма человека на присутствие микроорганизмов в пище.

В результате изучения материала курса студент должен:

знать

- факторы, определяющие жизнедеятельность основных групп микроорганизмов, оказывающих влияние на биологическую безопасность и хранимоспособность сырья и готовой продукции из ВБР;
- влияние технологических режимов, условий обработки и хранения сырья на количественный и видовой состав микроорганизмов;
- факторы риска, связанные с микроорганизмами при производстве продуктов из ВБР;

уметь

- использовать методы и схемы бактериологического контроля, нормативную документацию;
- интерпретировать результаты микробиологических исследований;
- управлять биологическим фактором при производстве продуктов из ВБР;

владеть

- навыками по организации и осуществлению мероприятий, направленных на исключение рисков, связанных с микроорганизмами и продуктами их жизнедеятельности, при производстве пищевых продуктов из ВБР;
- методами бактериологического контроля, обеспечивающими безопасность и пролонгированные сроки хранения готовой продукции.

Выражаем глубокую признательность заведующему кафедрой технологии пищевых производств Мурманского государственного технического университета, доктору технических наук, профессору В. А. Гроховскому, заведующей кафедрой технологии пищевых производств Камчатского государственного технического университета, кандидату биологических наук, доценту М. В. Ефимовой, а также кандидатам технических наук, доцентам той же кафедры М. В. Благонравовой и А. А. Ефимову за ценные замечания, сделанные при рецензировании данного издания.

Введение

Производство продуктов из ВБР представляет собой сложную систему, включающую добычу сырья, его переработку с применением различных технологий, хранение и реализацию.

Выпуск продукции гарантированного качества в условиях, когда они могут быть контаминированы патогенными микроорганизмами, очень затруднен. Это подтверждают данные Минздрава России по микробиологическим показателям основных групп пищевых продуктов. Удельный вес сырья и продуктов из ВБР с превышением действующих гигиенических нормативов является одним из самых высоких среди анализируемых изделий и в 1,7—2,0 раза превышает аналогичные показатели для мяса и мясных продуктов, в 2,0—2,5 — для птицы и яиц и почти в 1,5 раза выше среднего показателя по всей пищевой продукции. Количество рыбных продуктов, превышающих гигиенические нормативы, практически не изменяется во времени и в среднем составляет 10,2—10,54 %.

Известно, что наличие в пищевых продуктах некоторых микроорганизмов или метаболитов, образующихся в результате их жизнедеятельности, может вызвать различные заболевания человека, которые подразделяются на пищевые отравления и пищевые инфекции.

Пищевым отравлением, или интоксикацией, называется болезнь, когда вызывающий ее токсин продуцируется микроорганизмом, развивающимся в продукте. Например, пищевой интоксикацией являются стафилококковое отравление и ботулизм. Отравления могут быть вызваны бактериями, риккетсиями, вирусами, плесенями.

Пищевая инфекция вызывается присутствием в продукте самого микроорганизма. Пищевые инфекции вызывают вирусы, сальмонеллы и некоторые другие микроорганизмы.

Бактериями, вызывающими заболевания, являются *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, *Bacillus cereus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholera*, *Shigella*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, некоторые виды *Campylobacter* и др. Из них *S. aureus*, *Salmonella*, *C. perfringens* являются самыми важными из-за частоты, с которой микроорганизмы вызывают болезни.

В пищевых продуктах могут встречаться различные вирусы, которые представляют потенциальную опасность для потреби-

теля, например вирус, вызывающий инфекционный гепатит. Более 80 видов плесени во время роста на пищевых продуктах могут вырабатывать более 100 токсичных органических соединений (часто — вторичных метаболитов). Эти токсины обобщенно называют микотоксинами, и их присутствие в пищевых продуктах является причиной еще одной формы пищевой интоксикации.

Причины, способствующие возникновению пищевых заболеваний, связанных с употреблением рыбных продуктов, приводятся ниже в порядке уменьшения их степени воздействия:

- 1) нарушение режима охлаждения готовых продуктов;
- 2) продукты с истекшим сроком хранения;
- 3) нарушение режима термической обработки;
- 4) участие инфицированных людей в производстве готовой продукции;
- 5) недостаточный повторный нагрев продукта;
- 6) нарушение режимов хранения готовых продуктов;
- 7) перекрестное заражение готовых продуктов сырьем;
- 8) неудовлетворительное санитарное состояние оборудования;
- 9) употребление сырых продуктов;
- 10) неправильное размораживание готовых продуктов;
- 11) неудовлетворительная конструкция оборудования;
- 12) недостаточные площади для обработки и производства продуктов из ВБР.

Одним из приоритетов государственной политики РФ в области здорового питания является обеспечение населения страны качественными и, прежде всего, безопасными продуктами питания, так как существует зависимость высокой частоты заболеваемости и низкой продолжительности жизни людей от качества пищевых изделий.

В условиях развития рыночных отношений произошло резкое расширение сети малых предприятий — производителей продуктов из ВБР. В их деятельности, помимо очевидных преимуществ, существуют недостатки, на которые необходимо обратить пристальное внимание.

Среди определенной части владельцев этих предприятий бытует мнение, что в любом купленном или арендованном помещении можно быстро и без особых усилий организовать производство пищевых продуктов. При этом если имеется часть технологического оборудования и персонала, то можно выпускать продукцию.

Безусловно, данный подход не вписывается в реальную систему стандартов, норм и правил организации производства, в результате возникают проблемы качества и безопасности готовой продукции. Например, традиционно пользующаяся повышенным спросом населения соленая неразделанная сельдь производится на многих предприятиях по упрощенной технологической схеме и уже через

несколько суток поступает на реализацию. Конечно, этот продукт сложно отнести к пищевому, так как для созревания соленой рыбы требуется более длительный период времени.

Размещаются малые предприятия в подавляющем большинстве случаев в подсобных помещениях. В результате уже на начальном этапе деятельности образуется дефицит производственных помещений, приводящий к грубому нарушению технологического процесса — пересечению потоков сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, что приводит к микробной контаминации продуктов из ВБР, в том числе патогенными микроорганизмами.

В последние годы принят ряд законодательных и нормативных правовых актов, направленных на усиление государственного надзора за производством и реализацией пищевых продуктов. Это несколько улучшило эпидемиологическую ситуацию на предприятиях рыбной отрасли (доля недоброкачественных по микробиологическим показателям продуктов снизилась с 9,8 до 7,9 %), однако этот показатель довольно высок и свидетельствует о неудовлетворительном состоянии рыбоперерабатывающих производств и слабом контроле качества выпускаемых изделий со стороны соответствующих государственных органов.

Доброкачественность готового продукта в микробиологическом отношении в значительной мере зависит от санитарного уровня производства, соблюдения технологической дисциплины и действенного санитарно-микробиологического контроля.

Тема 1

МИКРОФЛОРА ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

В рыбной промышленности наибольшую опасность представляют микроорганизмы, вызывающие гниение, т. е. глубокое расщепление белка, сопровождающееся образованием токсичных и неприятно пахнущих соединений. Количество и жизнедеятельность микроорганизмов зависят от условий существования (питания, температуры, влажности). Сырье и продукты из водных биологических ресурсов являются хорошей питательной средой для роста и размножения многих микроорганизмов.

1.1. Состав и классификация типичной микрофлоры водных биологических ресурсов

По характеру питания микробы делят на *автотрофные*, питающиеся минеральными веществами, и *гетеротрофные*, питающиеся готовыми органическими соединениями.

Гетеротрофные микробы делят на сапрофиты (метатрофы), разлагающие органические вещества в природе и вызывающие порчу пищевых продуктов, и паразиты (паратрофы), развивающиеся в теле других организмов и питающиеся сложными органическими веществами. К группе паразитов относятся разнообразные возбудители заболеваний человека и животных.

По типу дыхания микробы делят на *аэробы*, развивающиеся только при доступе кислорода воздуха, и *анаэробы*, не нуждающиеся в кислороде воздуха.

Анаэробные микробы подразделяют на *облигатные*, для которых кислород вреден, и *факультативные*, которые могут жить как при доступе воздуха, так и без него.

По отношению к температуре микробы подразделяют на три группы: мезофилы, психрофилы и термофилы.

Температура. Температура является одним из наиболее важных факторов, влияющих на жизнедеятельность микроорганизмов.

Влияние температуры на жизнедеятельность микроорганизмов обуславливает возможность хранения пищевых продуктов при по-

ниженных температурах, замедляющих их размножение и угнетающих деятельность ферментов. Количество микробов, погибающих при замораживании продуктов, достигает 80—90 % от их первоначального содержания. Микроорганизмы, оставшиеся в живых, сначала инактивируются холодом, но при дальнейшем хранении охлажденного или замороженного продукта при температуре не ниже -8°C их жизнедеятельность постепенно восстанавливается. Губительно действуют на микробы повторное замораживание и оттаивание продукта.

Большинство микробов, находящихся в стадии активного размножения (вегетативная стадия), погибает при температуре около 70°C за 1—5 мин.

Споры некоторых бактерий выдерживают кипячение в течение нескольких часов. Во влажной среде споры бактерий погибают при 120°C через 20—30 мин, а в сухой — при $160—170^{\circ}\text{C}$ через 1—2 ч. Споры большинства дрожжей и плесеней менее устойчивы к воздействию высоких температур, чем споры бактерий, и быстро погибают при нагревании до $65—80^{\circ}\text{C}$.

Влажность среды. Большое влияние на жизнедеятельность микробов оказывает влажность среды. В результате высушивания продукта останавливается развитие многих видов содержащихся в нем микробов, так как в отсутствие воды они не могут питаться. Минимум содержания воды в среде обитания для развития бактерий составляет 30 %, а для многих плесеней — около 11—13 %. Споры некоторых плесневых грибов сохраняют способность к прорастанию при отсутствии воды в течение нескольких лет.

Кислотность. Жизнедеятельность микроорганизмов зависит от реакции среды; наиболее благоприятной для большинства бактерий является нейтральная или слабощелочная, а для плесневых грибов и дрожжей — слабокислая реакция среды. Оптимум концентрации водородных ионов (рН) для патогенных бактерий находится в пределах от 7,0 до 7,6, для грибов и дрожжей — от 3,0 до 6,0. С повышением температуры реакция среды изменяется, так как диссоциация кислот усиливается. Изменяя реакцию среды, можно подавлять или стимулировать развитие микроорганизмов, что имеет большое практическое значение.

Хлористый натрий. Большинство бактерий малочувствительны к изменениям концентрации раствора хлористого натрия в пределах от 0,5 до 3 %. Морские бактерии, адаптированные к морской воде, содержащей приблизительно 3,5 % хлористого натрия, весьма чувствительны как к более низким, так и к более высоким его концентрациям.

Существуют бактерии, которые адаптировались к среде с высокой концентрацией хлористого натрия (около 29 %). Такие микро-

организмы называются галофилами, или солелюбивыми. Многие гнилостные бактерии прекращают свое развитие при 10%-й концентрации хлористого натрия в среде. Микроорганизмы постепенно приспосабливаются к соленой среде, особенно если находятся в ней длительное время.

Галофильная микрофлора присутствует во многих пищевых продуктах и может вызывать их порчу. Галофилы могут развиваться при низкой концентрации хлористого натрия в условиях низких температур.

Некоторые патогенные микроорганизмы более чувствительны к действию высоких концентраций хлористого натрия, чем сапрофитные, а палочковидные более чувствительны, чем кокки. Пленчатые дрожжи развиваются даже в 24%-х растворах хлористого натрия.

Эффективность воздействия ультрафиолетовых лучей на микроорганизмы зависит от дозы облучения. Под действием ультрафиолетовых лучей через несколько минут погибают не только вегетативные формы бактерий, но и споры, для уничтожения которых требуется энергии в 4—5 раз больше. Ультрафиолетовое излучение используют для борьбы с болезнетворными микробами (в воде, воздухе, на предметах обихода), а также микробами, вызывающими порчу продуктов.

Подавляющее большинство продуктов содержит некоторое количество микроорганизмов. Внесение микроорганизмов в продукт в ряде случаев делается преднамеренно, с целью придания им новых качеств и свойств. Эта так называемая специфическая микрофлора, которая привносится специально (или формируется). Эти микроорганизмы благотворно влияют на органолептические свойства пищевых продуктов и во многом определяют сроки их хранения.

Продукты из водных биологических ресурсов чаще бывают контаминированы микроорганизмами следующих видов и родов: *S. aureus*, *B. cereus*, *Cl. botulinum*, *Salmonella*, *Vibrio parahaemolyticus* и другими представителями галофильных вибрионов, *V. cholerae*, *Shigella*, *B. perfringens*, *Campylobacter*, *Listeria*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Brucella*, *Lersinia*, *Hafnia*, *E. coli*, энтеропатогенными *Escherichia*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, риккетсиями и др.

Установлено, что 250 видов плесеней могут вырабатывать около 100 токсических веществ (часто вторичных метаболитов). Отмечены факты контаминации вирусами отдельных видов пищевых продуктов.

Неспецифическая микрофлора может быть представлена сапрофитами, микробами, вызывающими порчу пищевых продуктов, потенциально патогенными и патогенными видами. Среди них — бактерии, плесени, дрожжи, вирусы и другие микроорга-

низмы. Ряд микроорганизмов, патогенных и потенциально патогенных, при контаминации пищевых продуктов создают возможность возникновения различных заболеваний при употреблении их в пищу. В табл. 1.1 приведены роды и виды микроорганизмов, которые обычно обнаруживаются в продуктах питания.

Таблица 1.1

Микроорганизмы, наиболее распространенные в пищевых продуктах

Бактерии		
<i>Acinetobacter</i>	<i>Corynebacterium</i>	<i>Proteus</i>
<i>Aeromonas</i>	<i>Enterobacter</i>	<i>Pseudomonas</i>
<i>Alcaligenes</i>	<i>Enterococcus</i>	<i>Psychrobacter</i>
<i>Bacillus</i>	<i>Escherichia</i>	<i>Salmonella</i>
<i>Brochotthrix</i>	<i>Flavobacterium</i>	<i>Serratia</i>
<i>Campylobacter</i>	<i>Hafnia</i>	<i>Shigella</i>
<i>Carnobacterium</i>	<i>Listeria</i>	<i>Staphylococcus</i>
<i>Citrobacter</i>	<i>Micrococcus</i>	<i>Vibrio</i>
<i>Clostridium</i>	<i>Moraxella</i>	<i>Yersinia</i>
Плесневые грибы		
<i>Altemaria</i>	<i>Colletotrichum</i>	<i>Penicillium</i>
<i>Aspergillus</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Rhizopus</i>
<i>Aureobasidium</i>	<i>Geotrichum</i>	<i>Trichothecium</i>
<i>Botrytis</i>	<i>Monilia</i>	<i>Wallemia</i>
<i>Byssochlamys</i>	<i>Mucor</i>	<i>Xeromyces</i>
<i>Cladosporium</i>		
Дрожжи		
<i>Brettanomyces/Dekkera</i>	<i>Issatchenkia</i>	<i>Schizosaccharomyces</i>
<i>Candida</i>	<i>Kluyveromyces</i>	<i>Torulaspora</i>
<i>Cryptococcus</i>	<i>Pichia</i>	<i>Trichosporon</i>
<i>Debaryomyces</i>	<i>Rhodotorula</i>	<i>Yarrowia</i>
<i>Hanseniaspora</i>	<i>Saccharomyces</i>	<i>Zygosaccharomyces</i>

По сравнению с сырьем наземных животных мясо водных биологических ресурсов быстро подвергается бактериальной порче, что

обусловлено относительно большим содержанием диффузно расположенного жира и связанной воды. Поэтому микрофлора в них более активна, чем в мясе млекопитающих, и способна развиваться при пониженных температурах.

На поверхности выловленной рыбы образуется слизь, которая является благоприятной средой для развития микроорганизмов. Жабры и кишечник, в которых содержится большое количество микроорганизмов, также являются благоприятной средой для их жизнедеятельности. При неправильном хранении и нарушении технологического процесса рыба быстро подвергается бактериальной порче.

Гнилостные процессы в рыбе идут под воздействием ферментов микроорганизмов родов *Pseudomonas*, *Proteus*. Эти микроорганизмы способны также вызывать в рыбе процессы брожения, образуя эфиры масляной, уксусной и других кислот. При этом у рыбы появляется фруктовый запах.

Быстрой порче подвергается мясо морских рыб с повышенным содержанием гистидина (скумбрия, сардина, тунцовые и др.). В мясе пресноводных рыб в результате дезаминирования аминокислот образуется аммиак. У морских костистых рыб, акул и китов аммиак образуется за счет разложения мочевины. После смерти ракообразных раковины открываются и начинаются процессы гниения, при этом мясо приобретает пастообразную структуру, появляется гнилостный запах. У крабов первым признаком порчи является рыбный запах, кроме того, мясо темнеет вследствие разложения белка и серосодержащих аминокислот.

Биохимический состав продуктов оказывает самое непосредственное влияние на развитие различных микроорганизмов. В пищевых продуктах с высоким содержанием белковых веществ преобладают бациллы и протеи. В продуктах с повышенным содержанием углеводов доминируют молочнокислые бактерии, кокковые формы и дрожжевые грибки. Для развития клостридий, эшерихий, плесневых грибов требуются сложные белковые и углеводные вещества, но они могут развиваться и при наличии азотистых и аммонийных соединений. Молочнокислые бактерии, разлагая углеводы, создают кислую среду, являющуюся оптимальной для развития плесневых грибов. Плесневые грибы при своем росте нейтрализуют данную среду, обеспечивая при этом наиболее благоприятные условия для развития гнилостных микробов.

Интенсивность размножения микроорганизмов зависит от количества воды в продукте. Наиболее чувствительны к содержанию воды грамотрицательные микроорганизмы, а кокковая группа, дрожжи и плесени не так чувствительны. Установлена большая устойчивость сальмонелл и шигелл к высушиванию по сравнению с кишечными палочками при контаминации ряда продуктов.

Большинство бактерий не развиваются при рН менее 4,5. Дрожжи и плесневые грибы менее чувствительны к кислой среде. Влияние осмотического давления основано на действии высокой концентрации сахара и соли (хлорид натрия) на жизнедеятельность микроорганизмов. Высокие концентрации сахара оказывают бактериостатическое действие на многие виды потенциально патогенной флоры. Так, сахар в водной фазе крема (59 ± 1 %) и в сиропе (50%-й раствор) проявляет тормозящее действие на размножение стафилококков и образование ими энтеротоксинов.

3—4%-й раствор соли подавляет развитие большинства протеолитических микроорганизмов (бактерий), а 10%-й — развитие кокков, сальмонелл, возбудителей ботулизма. Однако существуют осмогалотолерантные виды микроорганизмов, способных развиваться при высокой концентрации соли и сахара. К ним относятся стафилококки, энтерококки, эшерихии, клостридии ботулизма, клостридии перфрингенс, протеолитические бактерии, дрожжи родов Кандида и Торула, плесневые грибы.

Немалое значение для развития микроорганизмов имеют насыщенность пищевого продукта кислородом и его окислительно-восстановительный потенциал. Известны строгие анаэробы, которые растут только внутри, в глубине пищевого продукта, без доступа кислорода воздуха. Окислительно-восстановительный потенциал можно регулировать, применяя различные восстанавливающие вещества, такие как аскорбиновая кислота, цистеин и их комплексные соединения и др.

При развитии микроорганизмов в пищевых продуктах между группами и отдельными индивидуумами устанавливаются явления симбиоза и антагонизма. В первом случае промежуточные или конечные метаболиты одних микроорганизмов способствуют развитию других. Симбиоз зафиксирован между молочнокислыми бактериями и дрожжами, между дрожжами-сахаромицетами и уксуснокислыми бактериями. Наличие антагонизма — свидетельство внутренней конкуренции за пищевые субстраты, кислород и другие факторы роста.

На состояние микробной контаминации влияет характер обработки продуктов. Механическая обработка рыбы увеличивает их микробную контаминацию. Кроме того, создаются благоприятные условия для размножения и распространения микроорганизмов. Такие продукты, несомненно, должны подвергаться регулярному лабораторному контролю. Химическая обработка продуктов способствует их лучшей сохранности и увеличению срока хранения. Для этих целей применяют самые разнообразные технологические приемы: посол, маринование, сульфитирование, хранение в измененной газовой среде и т. д. Использование для этих целей нитратов и нитритов, полифосфатов и аскорбиновой кислоты так-

же оказывает воздействие на нежелательную микрофлору. При кислой реакции среды и пониженной температуре хранения создаются наилучшие условия для действия солей. Холодное и горячее копчение, применение кислотных консервантов (бензоат натрия, сорбиновая кислота, пропионаты, уксусная и молочная кислоты) предотвращают микробную контаминацию и увеличивают сохранность продуктов.

Консервирующим действием обладают специи. Наибольший эффект оказывают летучие и эфирные масла горчицы, гвоздики, корицы.

Для консервирования рыбы используются бактерицидные и нейтральные газы, а именно: азот, оксид углерода, озон, оксид этилена, пропилен. Скорость роста микроорганизмов во многом обусловлена влиянием температуры. В табл. 1.2 представлены три физиологические группы микроорганизмов и температурные границы их роста, а в табл. 1.3 — время гибели некоторых групп микроорганизмов в результате термического воздействия.

Таблица 1.2

Температурный диапазон роста микроорганизмов

№ п/п	Группа микроорганизмов	Температурная граница развития, °С		
		минимальная	оптимальная	максимальная
1	Психрофилы	-10; -5	10—20	25—35
2	Мезофилы	5—10	25—40	45—57
3	Термофилы	20—35	50—55	70—80

Таблица 1.3

Время гибели групп микроорганизмов под воздействием высоких температур

№ п/п	Термостойкость	Группы или виды бактерий и вирусов	Время гибели, мин, при температуре, °С					
			70—80	100 (кипячение)	пар под давлением		сухой пар	
					121	132	160	180
1	Высокочувствительная	Неспорообразующие мезофилы, большинство вирусов, плесневые грибы	До 10	2	1	1	3	1

№ п/п	Терморе-зистент-ность	Группы или виды бактерий и вирусов	Время гибели, мин, при температуре, °С					
			70—80	100 (кипячение)	пар под давлением		сухой пар	
					121	132	160	180
2	Слабоустойчивая	Возбудители Ку-лихорадки, вирус гепатита, споры клостридий перфрингенс	До 20	5	2	1	4	1
3	Умеренно устойчивая	Споры возбудителей сибирской язвы, споры клостридиум септикум	—	10	3	1	6	1
4	Высокоустойчивая	Споры возбудителей столбняка	—	60	5	1	12	2
5	Чрезвычайно устойчивая	Споры возбудителя ботулизма, споры почвенных термофилов	—	500	25	1	60	10

Воздействие высоких температур используют при многих способах обработки пищевых продуктов. При кипячении и варке обычно гибнут неспорообразующие мезофилы, большинство вирусов, плесневые грибы, споры клостридий перфрингенс. Неспоровые формы микроорганизмов уничтожаются при пастеризации. В процессе стерилизации наступает гибель споровых форм, однако при этом изменяются вкусовые, питательные и другие свойства пищевых продуктов. Высокоустойчивая микрофлора погибает в результате термической обработки в процессе приготовления пищи, в том числе при воздействии сверхвысокочастотного поля.

Замораживание не оказывает на микрофлору бактерицидного действия, и ее состав в замороженных пищевых продуктах, имеет некоторые колебания. В замороженных водных биологических ресурсах (–10...–35 °С) индикаторная и патогенная флора сохраняется, а после дефростации может даже увеличиваться.

Накопление контаминантов от разных источников в пищевых продуктах по ходу биологических и пищевых цепей представлено на рис. 1.1.

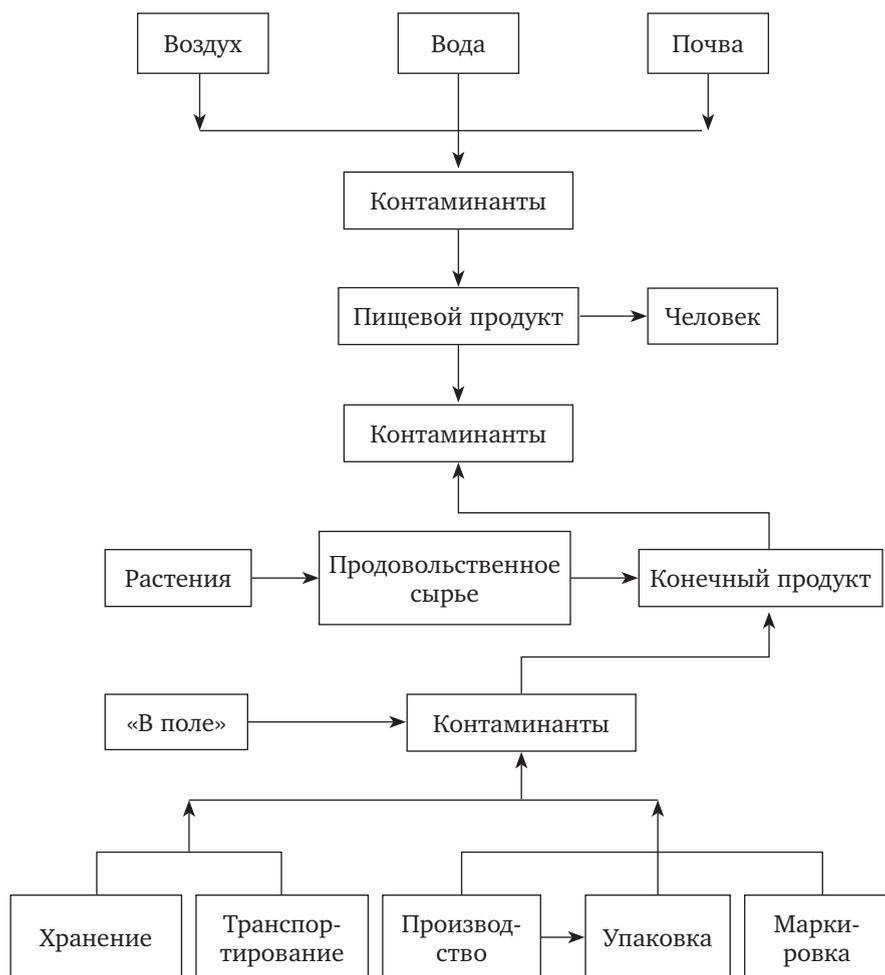


Рис. 1.1. Накопление контаминантов в пищевых продуктах по ходу их биологических и пищевых цепей

1.2. Источники микроорганизмов, обнаруживаемых в водных биологических ресурсах

В продуктах питания обнаруживаются различные микроорганизмы, причем каждый род имеет собственные специфические пищевые потребности и по-своему приспосабливается к параметрам окружающей среды. В табл. 1.4 представлено восемь экологических источников происхождения микроорганизмов, обнаруживаемых в пищевых продуктах, а также перечислены роды бактерий и простейших, населяющих эти экологические ниши.

Основные источники бактерий и простейших, обнаруживаемых в пищевых продуктах

№ п/п	Организмы	Почва и вода	Растения / растительные продукты	Пищевой инвентарь	Желудочно-кишечный тракт	Транспортировка / хранение продуктов	Корм для животных	Шкуры животных	Воздух и пыль
Бактерии									
1	<i>Acinetobacter</i>	XX	X	X				X	X
2	<i>Aeromonas</i>	XX ^a	X						
3	<i>Alcaligenes</i>	X	X	X	X			X	
4	<i>Alteromonas</i>	XX ^a							
5	<i>Arcobacter</i>	X		X					
6	<i>Bacillus</i>	XX ^б	X	X		X	X	X	XX
7	<i>Brochothrix</i>		XX						
8	<i>Brevibacillus</i>	X	X						X
9	<i>Burkholderia</i>		XX						
10	<i>Campylobacter</i>				XX	X			
11	<i>Carnobacterium</i>	X	X	X					
12	<i>Citrobacter</i>	X	XX	X	XX				
13	<i>Clostridium</i>	XX ^б	X	X	X	X	X	X	XX

№ п/п	Организмы	Почва и вода	Растения / растительные продукты	Пищевой инвентарь	Желудочно-кишечный тракт	Транспортировка / хранение продуктов	Корм для животных	Шкуры животных	Воздух и пыль
14	<i>Corynebacterium</i>	XX ⁶	X	X		X		X	X
15	<i>Enterobacter</i>	X	XX	X	X			X	
16	<i>Enterococcus</i>	X	X	X	XX	X	X	X	X
17	<i>Erwinia</i>	X	XX	X					
18	<i>Escherichia</i>	X	X		XX	X			
19	<i>Flavobacterium</i>	X	XX					X	
20	<i>Hafnia</i>	X	X		XX				
21	<i>Kocuria</i>	X	X	X		X		X	X
22	<i>Lactococcus</i>		XX	X	X			X	
23	<i>Lactobacillus</i>		XX	X	X			X	
24	<i>Leuconostoc</i>		XX	X	X			X	
25	<i>Listeria</i>	X	XX			X	X	X	
26	<i>Micrococcus</i>	X	X	X		X	X	X	XX
27	<i>Mycobacterium</i> ^B		X						
28	<i>Moraxella</i>	X	X					X	

№ п/п	Организмы	Почва и вода	Растения / растительные продукты	Пищевой инвентарь	Желудочно-кишечный тракт	Транспортировка / хранение продуктов	Корм для животных	Шкуры животных	Воздух и пыль
29	<i>Paenibacillus</i>	XX	X	X					XX
30	<i>Pandoraea</i>		X						
31	<i>Pectobacterium</i>	X	XX						
32	<i>Pantoea</i>	X	X		X				
33	<i>Pediococcus</i>		XX	X	X			X	
34	<i>Proteus</i>	X	X	X	X	X		X	
35	<i>Pseudomonas</i>	XX	X	X			X	X	
36	<i>Psychrobacter</i>	XX	X	X				X	
37	<i>Salmonella</i>				XX		XX		
38	<i>Serratia</i>	X	X	X	X		X	X	
39	<i>Shewanella</i>	X	X						
40	<i>Sphingomonas</i>	X	X						
41	<i>Shigella</i>				XX				
42	<i>Stenotrophomonas</i>	X	XX						

№ п/п	Организмы	Почва и вода	Растения / растительные продукты	Пищевой инвентарь	Желудочно-кишечный тракт	Транспортировка / хранение продуктов	Корм для животных	Шкуры животных	Воздух и пыль
43	<i>Staphylococcus</i>				X	XX		X	
44	<i>Vagococcus</i>	XX			XX				
45	<i>Vibrio</i>	XX			X				
46	<i>Weissella</i>		XX	X					
47	<i>Yersinia</i>	X	X		X				
Простейшие									
48	<i>C. cayetanensis</i>	X	X		X				
49	<i>C. parvum</i>	XX			X	X			
50	<i>E. histolytica</i>	XX			X	X			
51	<i>G. lamblia</i>	XX			X	X			
52	<i>T. gondi</i>		X		XX				

Примечание: XX — очень важный источник.

^а Первичный источник — вода.

^б Первичный источник — почва.

^в Нетуберкулезный.

Почва и вода. Данные среды следует рассматривать вместе, так как значительная часть бактерий и грибов имеют много общего. Микроорганизмы почвы могут попасть в атмосферу под действием ветра, а затем оказаться в водоемах с осадками. Они также попадают в воду вместе с той дождевой водой, которая стекает по земле в водоем. Водные микроорганизмы могут оказаться в почве путем испарения и последующего осадка. В этот круговорот в равной степени вовлечены как почвенные, так и водные микроорганизмы. В то же время есть микроорганизмы, которые обитают только в морской воде, так как им для жизнедеятельности необходимо наличие солей. Бактериальная биота морской воды представлена в основном грамотрицательными бактериями; грамположительные бактерии существуют в ней исключительно как транзитные формы.

Почва является естественной средой обитания микроорганизмов. По количественному и видовому составам микрофлора почвы зависит от химического состава, физических свойств, реакции среды (рН), содержания воды, степени аэрации. Большое влияние оказывают также способы сельскохозяйственной обработки почвы, климатические условия, время года и т. д.

Распространение микроорганизмов в почве неравномерно, минимальное их содержание фиксируется в поверхностном слое почвы толщиной несколько миллиметров из-за неблагоприятного воздействия солнечного света и минимальной влажности. Наличие высокого содержания микроорганизмов обнаруживается на глубине до 5—10 см, а затем по мере углубления их количество снижается.

Микрофлора почвы разнообразна и представлена различными гнилостными, в основном спорообразующими, аэробными (*Bacillus subtilis*, *B. cereus* var. *mycoides*, *B. megaterium*) и анаэробными (*Clostridium sporogenes*, *Cl. putrificum*) бактериями, а также разлагающими клетчатку, нитрифицирующими, денитрифицирующими, азотфиксирующими, серо- и железобактериями. В почве также обнаруживаются гнилостные неспорообразующие аэробы и факультативные анаэробы родов *Pseudomonas* (*Ps. fluorescens*), *Proteus* (*Pr. vulgaris*) и др.

В почве встречаются болезнетворные микроорганизмы, преимущественно спорообразующие бактерии, например, возбудители столбняка (*Cl. tetani*), газовой гангрены (*Cl. perfringens*), ботулизма (*Cl. botulinum*) и др. При санитарной оценке почвы критерием служит титр кишечной палочки и общего микробного числа в 1 г почвы. Также целесообразно определение *Cl. perfringens* и энтерококков.

Вода, как и почва, является естественной средой обитания многих микроорганизмов. Количественный и качественный состав микрофлоры природных вод разнообразен и зависит от химического

состава воды, характера использования водоема, заселенности прибрежных районов, времени года, метеорологических и других условий. Помимо собственных водных микроорганизмов в открытые водоемы попадает микрофлора со сточными водами, пылью и атмосферными осадками.

Морская вода. Плотность бактериального состава морской воды намного ниже, чем в воде пресных водоемов. Видовой состав морских бактерий аналогичен наземным бактериям, распространенным в почве, в воде внутренних водоемов, и только 10—12 % можно считать специфично морскими (*Protobacterium*, *Zymbacterium* и *Saprospira*).

Большинство микроорганизмов, обитающих в морской воде, относятся к родам *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Cytophaga*. Встречаются также микрококки, сарцины, микобактерии, дрожжи и актиномицеты.

Микроорганизмы, обитающие в морской воде, характеризуются некоторыми особенностями:

- большинство морских бактерий — галлофилы и способны размножаться при высоком содержании соли в среде (2—30 %);
- микроорганизмы морской воды способны развиваться при температуре 0 °С, а оптимальным для их развития является температура порядка 20 °С;
- микроорганизмы из морских глубин являются барофилами и способны выносить высокое гидростатическое давление (до 50 МПа). Большинство из них относятся к родам *Pseudomonas*, *Micrococcus* и *Bacillus*;
- многие сапрофитные морские бактерии (*Vibrio*, *Aeromonas*) благодаря присутствию фермента люцеферазы обладают способностью в присутствии кислорода испускать видимый свет. Обитая на рыбе, морских животных и водорослях, они вызывают их свечение.

Биохимическая активность одних и тех же видов морских бактерий проявляется по-разному в зависимости от среды их обитания.

Поверхность сырья. Количество микроорганизмов на поверхности только что выловленной рыбы колеблется в очень широких пределах: от 10^2 до 10^7 на 1 см². Примерно такое же количество микроорганизмов находится и в жабрах рыбы. Широкие колебания в микробной контаминации рыбы объясняются несколькими причинами:

- сезонностью — регулярные исследования позволили выявить два-три пика в численности микрофлоры в слизи на поверхности рыбы в июле и ноябре, а также в марте-апреле. Появление этих пиков связано с размножением в воде фитопланктона, адсорбирующего микроорганизмы и оказывающего на них синергическое или антагонистическое, действие;

- температурой воды — психрофилы, растущие при температуре 0 °С, достигают на поверхности рыбы количественного максимума, когда температура морской воды самая низкая, а количество мезофилов, наоборот, летом и осенью значительно выше, чем зимой.

Установлено, что на 1 см² кожи рыб в среднем находится $3,7 \cdot 10^1$ — $4,93 \cdot 10^3$, а в 1 см³ воды — $5,0 \cdot 10^1$ — $4 \cdot 10^3$ микробных клеток. Таким образом, количественное содержание микроорганизмов на коже свежевывловленной рыбы зависит от бактериальной контаминации воды.

Воздух и пыль. Микрофлора воздуха зависит от микрофлоры почвы или воды, над которыми расположены воздушные слои. В воздухе микроорганизмы не размножаются, а только сохраняются определенное время. Большинство микроорганизмов, которые попадают из воздуха и пыли во время переработки пищевых продуктов, погибают и только единицы, включая грамположительные бактерии, могут выжить. В воздухе и пыли могут присутствовать плесневые грибы и дрожжи.

1.3. Бактерии

Бактерии рода *Salmonella*

Морфология. Бактерии рода сальмонелл принадлежат к семейству *Enterobacteriaceae*, представляют собой палочки с закругленными концами, иногда овальной формы, длиной 2—4 мкм, шириной 0,5 мкм. Иногда бактерии образуют нити — это аэробы или факультативные анаэробы. Все они, за исключением *S. gallinarum* и *S. pullorum*, подвижны.

Сальмонеллы — грамотрицательные, не образующие спор и капсул бактерии. Оптимальная реакция среды для роста слабощелочная (рН 7,2—7,4), температура 37 °С, хотя они хорошо растут при комнатной температуре.

Ферментативные свойства. Общими признаками, характеризующими принадлежность бактерии к роду сальмонелл, являются следующие: не ферментируют сахарозу; подавляющее большинство не разлагает лактозу и салицин; не образуют индола и ацетилметилкарбинола; не расщепляют мочевины; ферментируют (за небольшим исключением) маннит, сорбит, арабинозу, мальтозу; расщепляют глюкозу с образованием газа (встречаются безгазовые варианты); большинство продуцируют сероводород; редуцируют нитраты.

Антигенная структура. Сальмонеллы, так же, как и другие грамотрицательные бактерии, имеют два вида антигенов:

1) термостабильный О-антиген (соматический), связанный с телом бактериальной клетки (не разрушающийся при 2-часовом кипячении и незначительно разрушающийся при автоклавировании при температуре 120 °С в течение 30 мин);

2) термолабильный Н-антиген (разрушающийся при кипячении), связанный с жгутиковым аппаратом.

Некоторые сальмонеллы (*S. typhi*, *S. paratyphi*) имеют капсульный Vi-антиген (К-антиген), который является соматическим антигеном, расположен более поверхностно, чем О-антиген, и отличается от него термолабильностью и некоторыми другими свойствами. Каждый из этих антигенов вызывает при иммунизации образование различных агглютининов.

Сальмонеллы при высевае на чашки Петри с агаром образуют два вида колоний, сходных по соматическому О-антигену и культурально-биохимическим свойствам, но имеющих две различающиеся по реакции агглютинации фазы термолабильного Н-антигена: первую — специфическую, вторую — неспецифическую.

У единичных неподвижных сальмонелл (*S. gallinarum*, *S. pullorum*) имеется только О-антиген. Некоторые сальмонеллы являются монофазными, имея либо только первую фазу (*S. derby*, *S. oranienburg*, *S. dublin* и др.), либо только вторую (*S. abortusegui* и др.). Разработанная Ф. Кауфманом и Ф. Б. Уайтом на основе антигенной структуры сальмонелл серологическая схема систематики сальмонелл разделила их по сочетанию О-рецепторов на серологические группы А, В, С, D, Е и т. д. После группы Z (последней буквы в латинском алфавите) идут группы 51, 52 и т. д., вплоть до 61, соответствующие обозначению О-антигена, который они содержат. Наибольшее значение на практике имеют первые пять групп. В состав группы входят от одного до нескольких десятков серологических вариантов сальмонелл. Некоторые группы делятся на подгруппы в зависимости от состава О-антигенов. Серологическая группа С имеет три подгруппы, группа Е — четыре.

У сальмонелл обнаружено более 60 О-антигенов и насчитывается около 2000 серологических типов этих бактерий. Бактерии рода сальмонелл способны образовывать термоустойчивые токсические вещества, которые вызывают заболевания.

Токсические вещества — это эндотоксины, представляющие собой глюцидо-липоидо-полипептидный комплекс. Токсические вещества могут образовываться сальмонеллами в пищевых продуктах.

Устойчивость. Устойчивость сальмонелл к воздействию некоторых физических и химических факторов довольно высокая. Они сравнительно легко переносят высокие и низкие температуры, устойчивы во внешней среде: могут длительное время выживать в пыли, навозе, сухом кале, почве, воде и животных кормах, сохраняя вирулентность.