ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Тверской государственный технический университет

Г.Ю. Рабинович, Э.М. Сульман

САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ОСНОВАМИ МИКРОБИОЛОГИИ

Учебное пособие

Издание первое

Рекомендовано учебно-методическим объединением по университетскому политехническому образованию для внутривузовского издания по специальности 200503

Тверь 2005

УДК 576.8: 614.31 (075.8)

ББК 28.4, 51.21, 51.23

Рабинович Г.Ю., Сульман Э.М. Санитарно-микробиологический контроль объектов окружающей среды и пищевых продуктов с основами общей микробиологии: Учеб. пособие. 1-е изд. Тверь: ТГТУ, 2005. 220 с.

Учебное пособие состоит из общей и специальной частей. Содержание первой части позволяет получить представление о микробиологии как о науке и о роли микроорганизмов в биосфере. В специальной части показано значение санитарной микробиологии, имеющей отношение ко всем сферам жизни человеческого общества.

Предназначено для студентов специальности 200503 – Стандартизация и сертификация, способствует формированию целостного представления о проблемах и тенденциях в области санитарно-микробиологического контроля за состоянием объектов окружающей среды и пищевых продуктов. Может быть полезным для специалистов, работающих в области стандартизации и сертификации, охраны природы, а также на производствах, связанных с обязательным ведением санитарно-микробиологического контроля, в частности в пищевой индустрии, биотехнологии и сельскохозяйственном производстве.

Рецензенты: зав. кафедрой микробиологии, вирусологии и иммунологии Тверской государственной медицинской академии, д.м.н, профессор *В.М. Червинец;* ВНИПТИМЛ Россельхозакадемии (зав. лабораторией качества льнопродукции к.б.н. *И. В. Ущаповский*).

ISBN 5-7995-0306-6

©Тверской государственный технический университет, 2005

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЧАСТЬ I. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ МИКРОБИОЛОГИИ……..... 8
Микробиология в системе других биологических наук..... 8
Этапы развития микробиологии, их влияние на становление санитарной микробиологии…… 10
Систематика микроорганизмов. Бинарная номенклатура в микробиологии……..... 14
Основные и специфические единицы систематики в микробиологии...……... 15
Прокариоты и эукариоты…… 16
Морфологические и функциональные особенности бактериальных клеток…….. 17
Форма и размеры бактериальных клеток…….. 17
Строение и химический состав бактериальных клеток. Основные функции органелл……. 19
Спорообразование, типы передвижения и размножение бактериальных клеток……. 21
Общие представления об обмене веществ у микроорганизмов.. 23
Микроорганизмы и факторы среды, обеспечивающие их жизнедеятельность……. 25
Источники питания……. 25
Физико-химические факторы внешней среды…….. 28
Взаимодействие микроорганизмов…… 33
Развитие микробной популяции……... 34
Круговорот веществ в природе, участие в нем микроорганизмов……. 35
Участие микроорганизмов в круговороте углерода……. 36
Участие микроорганизмов в круговороте азота……... 38
Микроорганизмы в круговороте фосфора, калия, железа и серы..... 39
ЧАСТЬ II. САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ……. 41
Научные основы проведения санитарно-микробиологического контроля природных сред и объектов производственной деятельности человека……. 41
Стандартная микробиологическая лаборатория. Основные методы работы..... 41
Устройство лаборатории. Оборудование и приборы, эксплуатация…….. 41

Методы микробиологического исследования…….. 48
Основные принципы проведения санитарно-микробиологических исследований..... 49
Характеристика основных групп санитарно-показательных микроорганизмов – индикаторов фекального загрязнения……. 49
Характеристика санитарно-показательных микроорганизмов – индикаторов орального загрязнения…….. 54
Методические основы санитарно-микробиологического контроля…….. 55
Мониторинг окружающей среды и его значение для человеческой цивилизации..... 58
Мониторинг окружающей среды, его необходимость..... 58
Объекты и уровневый характер наблюдений за состоянием природной среды..... 59
Категории информации в системе мониторинга…….. 60
Критерии качества окружающей среды…… 60
Мониторинг состояния природных сред России……. 61
Воздух……..... 61
Водные ресурсы……... 63
Почвы…… 66
Роль санитарных методов контроля за состоянием объектов окружающей среды……. 68
Санитарно-микробиологический контроль объектов окружающей среды…… 70
Микрофлора почвы и ее санитарно-микробиологический контроль…….. 70
Распространение микроорганизмов в различных почвах… 70
Резидентная и аллохтонная микрофлора почвы……... 71
Принципы санитарно-микробиологического обследования почвы. Краткие и полные схемы санитарно-микробиологического контроля почв..... 74
Микрофлора воды и ее санитарно-микробиологический контроль…….. 77
Краткая микробиологическая характеристика некоторых видов вод…….. 78
Обеспечение механизма самоочищения воды…….. 79
Характер оценки санитарного состояния водных бассейнов……. 80
Микрофлора воздуха и его санитарно-микробиологический контроль…… 84
Аэрозоль воздуха, ее строение, значение в распростране-

нии инфекции……... 85
Экологический и гигиенический нормативы и показатели качества атмосферного воздуха……. 86
Взаимодействие микроорганизмов с макроорганизмами и объектами производственной деятельности человека…….. 88
Микрофлора тела человека……..... 88
Области заселения……..... 88
Роль микрофлоры желудочно-кишечного тракта в жизни человека…… 91
Эубиоз, его значение для нормального функционирования человеческого организма……. 92
Обязательность санитарно-гигиенических мероприятий и медицинских осмотров. Роль Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в контроле этих вопросов…….…… 93
Микрофлора животного организма……... 94
Сущность инфекционного процесса и эпидемиология…… 99
Инфекция, ее основные характеристики. Причины возникновения и развития инфекций…….. 99
Интенсивность эпидемического процесса…… 103
Противоэпидемические и профилактические мероприятия……. 105
Лекарственные средства. Микробиологический контроль качества…… 106
Характеристика лекарственного сырья……. 106
Преимущества получения лекарственных средств методами биотехнологии…… 110
Санитарно-микробиологический контроль лекарственных средств…….. 111
Микрофлора кожевенно-мехового сырья и шерсти и санитарный контроль их качества……... 112
Общая характеристика кожевенно-мехового сырья……... 112
Виды порчи кожевенно-мехового сырья……... 113
Развитие микрофлоры на шерстном покрове. Виды порчи 114
Способы консервирования кожевенно-мехового сырья….. 114
Инфекции, передаваемые через кожевенно-меховое сырье. Необходимость санитарно-ветеринарного контроля... 115
Пищевая индустрия – основа жизнедеятельности человеческой цивилизации. Санитарно-микробиологический контроль в пищевой отрасли……... 117
Пища, ее значение в жизни человека. Основные источники

белка. Новые виды белковой пищи и кормов для животных. Возросшая необходимость санитарно-гигиенического контроля качества пищевой продукции…… 117
Характеристика лабораторий по контролю пищевой продукции. Обоснование их создания……... 122
Ухудшение качества продуктов питания. Общие предпосылки создания специализированных лабораторий по их контролю…….. 122
Перечень исследований, проводимых лабораториями контроля пищевой продукции…… 124
Особенности функционирования лабораторий по контролю продуктов питания……..... 127
Характер работы лабораторий по контролю качества пищевой продукции……. 128
Качество пищевых продуктов…… 129
Обеспечение процесса сертификации……... 132
Контроль качества лабораторных исследований……. 133
Виды заболеваний, передаваемых через пищевые продукты..... 134
Пищевые интоксикации…….. 135
Пищевые токсикоинфекции……... 140
Сальмонеллезы……... 142
Зооантропонозные инфекции..... 144
Микрофлора кормов. Влияние на появление заболеваний у сельскохозяйственных животных…….. 149
Методическое обеспечение санитарно-микробиологического контроля пищевой продукции..... 152
Санитарно-гигиеническое состояние мяса и исследование его качества…… 160
Общие сведения о мясе как об одном из важнейших продуктов питания……. 160
Факторы, способствующие развитию микроорганизмов и разрушению тканей мяса…… 161
Пороки мяса и общее описание отравлений, вызываемых некачественным мясом……... 162
Способы консервирования мяса……...……. 164
Санитарный контроль в колбасном производстве……... 168
Санитарно-гигиеническое состояние молока и молочных продуктов…… 171
Общая характеристика молока……... 171
Источники обсеменения молока посторонней микрофлорой. Динамика развития микроорганизмов в молоке при хранении……... 173

Пороки молока микробного происхождения и инфекционные болезни, передаваемые через молоко…… 174
Способы сохранения молока…….. 177
Санитарно-микробиологическая характеристика молока... 178
Яйца птиц. Экспертиза их качества……... 181
Пороки яиц и инфекции, передаваемые через яйца……. 183
Хранение яиц……... 184
Консервирование яиц…….. 184
Экспертиза качества яиц……. 185
Другие продукты питания, необходимость санитарно-микробиологического контроля их качества…… 188
Хлеб и хлебопекарные продукты……... 189
Крупы, мука и макаронные изделия…….. 191
Сахар и кондитерские изделия……... 194
Безалкогольные и алкогольные напитки……... 197
Плоды и овощи…… 201
Масла, жиры…… 203
Консервированные пищевые продукты…… 205
Санитарный контроль помещений пищевой отрасли. Профилактические мероприятия……... 209
Система анализа критических контрольных точек на пищевых предприятиях. Роль санитарного просвещения…… 212
Библиографический список……. 216
Указатель терминов и понятий…….. 219

ЧАСТЬ I. ОСНОВЫ МИКРОБИОЛОГИИ

Микробиология в системе других биологических наук

Микробиология – это наука, изучающая организмы, не различимые невооруженным глазом. Их морфологические, физиологические, биохимические, генетические и прочие особенности изучаются с привлечением знаний, накопленных самыми разнообразными как чисто биологическими, так и смежными дисциплинами: биохимией, биофизикой, ботаникой, физиологией растений, генетикой, фитопатологией, эпидемиологией, геологией, почвоведением и многими другими.

По данным современной науки заселение нашей планеты этими мельчайшими существами произошло около 3–4 млрд. лет назад и в настоящее время это одна из самых многочисленных групп живых существ, как по видовому разнообразию, так и по биомассе. Основным местообитанием микроорганизмов по праву считается почва, именно она является их поставщиком во все сопредельные среды. Известнейший микробиолог академик В.Л. Омелянский писал о микроорганизмах: «Поистине они вездесущи…Незримо они сопутствуют человеку на всем его жизненном пути, властно вторгаясь в его жизнь, то в качестве врагов, то, как друзья. В громадном количестве они встречаются в пище, которую принимаем, в воде, которую пьем, в воздухе, которым дышим».*)

В связи с тем что микроорганизмы буквально пронизывают всю человеческую жизнь, оказывая как положительное, так и негативное воздействие, рамки общей микробиологии не случайно оказались тесными для этой биологической науки. Поэтому наряду с общей микробиологией сформировались так называемые специальные разделы микробиологии, объектами изучения которых оказались микроорганизмы:

1. Общая микробиология – изучаются основные закономерности развития и жизнедеятельности микроорганизмов – наследственность и изменчивость, видообразование, круговорот веществ в природе и т.п.

2. Медицинская микробиология – изучаются патогенные микроорганизмы, вызывающие болезни человека, и разрабатываются методы лабораторной диагностики, специфической профилактики и лечения.

3. Ветеринарная микробиология – изучаются возбудители инфекционных болезней животных, способы диагностики, профилактики и лечения.

4. Сельскохозяйственная микробиология – изучается роль микроорганизмов в почвообразовании и питании растений, разрабатываются методы обеспечения высокого уровня почвенного плодородия, получения и хранения сельскохозяйственной продукции, используемой в качестве корма.

---

*) Асонов Н.Р. Микробиология. – М.: Колос, 1980. – С. 3.

5. Водная микробиология – изучается микрофлора, пресных и соленых водоемов и разрабатываются способы их очистки.

6. Техническая микробиология – изучаются научные основы возможного использования функциональной активности микроорганизмов для обеспечения различных отраслей народного хозяйства крайне необходимыми продуктами (пищевыми и кормовыми средствами, медикаментами, средствами защиты растений и др.), получение которых другими способами нерентабельно или затруднено.

Помимо деления микробиологии на разделы, охватывающие микрофлору определенных местообитаний, дополнительно выделяют направления микробиологии, изучающие отдельные систематические группы микроорганизмов:

1. Бактериология – наука о бактериях.
2. Микология (являющаяся также одним из разделов ботаники)- наука о микроскопических грибах.
3. Вирусология – наука о вирусах.
4. Альгология (также один из разделов ботаники) – наука о микроскопических водорослях.
5. Протозоология (один из полноправных разделов зоологии) – наука, изучающая простейших.

В связи с тем, что специальный раздел микробиологии – медицинская микробиология – тесно связан с жизнедеятельностью человека, он начал разрабатываться еще на рубеже XIX – XX веков, включив три взаимосвязанных подраздела:

1. Клиническая микробиология.
2. Фармацевтическая микробиология.
3. Санитарная микробиология.

Последний подраздел сложился в самостоятельную дисциплину, изучающую санитарно-микробиологическое состояние окружающей среды и пищевых продуктов. Иными словами, санитарная микробиология – раздел медицинской микробиологии, изучающий микроорганизмы, содержащиеся в окружающей среде, включая свободноживущие и паразитические бактерии и вирусы, способные оказать неблагоприятное воздействие на жизнедеятельность человека и экологическую ситуацию в различных биотопах.

В рамках этой дисциплины производится мониторинг почвы – основного резервуара микроорганизмов; воды; воздуха; производственных и жилых помещений; сырья и пищевых продуктов; а также ведутся необходимые наблюдения за состоянием организмов людей и животных – носителей инфекционного начала.

Этапы развития микробиологии, их влияние на становление санитарной микробиологии

Микробиология прошла сложный путь развития от абсолютного незнания до понимания сложнейших молекулярно-генетических основ взаимодействия микроскопических существ с окружающей их средой и с макроорганизмами. Это связано с тем, что прорыв в этой области знания произошел гораздо позднее, чем в других биологических дисциплинах. Тем не менее, даже не подозревая о существовании микроорганизмов, люди издавна использовали плоды их жизнедеятельности в хозяйственных целях. Виноделие, пивоварение, хлебопечение, – вот те, далеко не все, работы, в которых использовались микроорганизмы. Так, более 2000 лет назад в Индии умели делать прививки против оспы, используя в качестве прививочного материала стенки пустул, в которых содержался возбудитель болезни.

Основные исторические этапы развития микробиологии:

1. *Эвристический.* Характеризовался тем, что мыслители того времени (Гиппократ, римский писатель Варрон) могли лишь высказывать догадки о природе заразных болезней. Только в середине XVI века н.э. итальянским врачом Фракасторо была высказана идея о так называемом живом контагии (Contagium vivum), вызывающем болезни, причем каждую болезнь вызывает только ей присущий специфический контагий. Именно Фракасторо фактически стал основоположником эпидемиологии.

2. *Морфологический*. Начался с изобретения микроскопа голландским натуралистом-любителем Антонио Левенгуком в начале XVIII века. Его открытия (микромира и возможности наблюдения за ним) легли в основу исследований, выполненных многими учеными в XVIII – XIX веках. Так, русский врач-эпидемиолог Д.С. Самойлович – организатор борьбы с эпидемиями чумы, желая показать природу заражения человека чумой, заразил себя содержимым бубона, взятого от больного. К счастью, он, как и другие самоотверженные исследователи, заражавшие себя инфекционными заболеваниями (И.И. Мечников, Г.Н. Минх), остался жив. Разработанные Самойловичем мероприятия по дезинфекции и изоляции больных оказались весьма эффективными в борьбе с эпидемиями и получили широкую известность во всем мире.

Бурное развитие микробиологии в XIX веке привело к открытию и описанию возбудителей инфекционных болезней, изучению которых посвятили свою жизнь многие ученые – эпидемиологи, инфекционисты, гигиенисты, бактериологи, врачи, паразитологи и др. Были открыты возбудители сибирской язвы (Ф. Брауэлл, Р.Кох, Л. Пастер, Л.С. Ценковский), чумы (Г.Н. Минх, Ш. Китазато, А. Иерсэн), дифтерии (Э. Клебс, Ф. Леффлер), дизентерии (Ж. Видаль, К. Шига, В. Крузе), холеры (Р. Кох, Н.Ф. Гамалея), туберкулеза (Р. Кох), брюшного тифа (К. Эберт, Г. Гаффки) и др.

Среди выдающихся отечественных ученых, внесших огромный вклад в микробиологию инфекционных болезней, выделяется микробиолог Д.К. Заболотный. Он является автором первого отечественного учебника «Основы эпидемиологии», одним из основателей Международного общества микробиологов и по праву считается основоположником эпидемиологии. Д.К. Заболотный всегда принимал участие в ликвидации возникающих эпидемий. Входя в состав русских противочумных экспедиций в страны Азии и Европы, он получил научные доказательства существовавшей гипотезы о природной очаговости этой болезни и о роли ее переносчиков – диких грызунов.

Большой вклад внес Д.К. Заболотный в изучение эпидемий холеры и организацию борьбы с ней. Им установлены пути заноса холеры, роль бациллоносительства в распространении заболевания, изучена биология возбудителя в природе и разработаны эффективные методы диагностики холеры. Работы Д.К. Заболотного легли в основу санитарно-гигиенических, профилактических и лечебных мероприятий по борьбе с заразными болезнями человека.

В 1883 г. русский хирург Н.Д. Монастырский путем заражения животных из их ран выделил возбудителя столбняка. В 1896 г. бельгийский бактериолог ван Э. Эрменгем открыл возбудителя тяжелой токсикоинфекции – ботулизма.

В 1892 г. русский физиолог растений Д.И. Ивановский открыл вирусы (микроорганизмы, проходящие через фильтры, задерживающие бактерии). Идеи Ивановского сыграли решающую роль в последующих блестящих успехах вирусологии: были открыты возбудители большинства вирусных болезней человека, животных, растений и микроорганизмов. Но как наука вирусология сложилась лишь после изобретения электронного микроскопа, благодаря которому было открыто до 1000 болезнетворных вирусов, в том числе вирус иммунодефицита человека (ВИЧ), вызывающий СПИД.

3. *Физиологический*. Связан с именем великого французского ученого Луи Пастера, который фактически стал основоположником медицинской микробиологии, иммунологии и биотехнологии. В течение 1857–1885 гг. он сделал множество открытий, каждое из которых в отдельности прославило его имя:

- опровергнул теорию самозарождения жизни;
- открыл явление анаэробиоза (бескислородной жизни);
- доказал, что брожение – не химический процесс и его вызывают микроорганизмы;
- разработал основы дезинфекции, асептики и антисептики;
- предложил средство предохранения от болезней – метод вакцинации.

Пастер стал великим организатором научных исследований в области микробиологии, основав в 1888 г. ныне знаменитый на весь мир Пастеровский институт, построенный в Париже на народные средства. Об уровне этого института можно судить не только по тому, что в нем в разное время работали такие выдающиеся русские ученые, как И.И. Мечников (лауреат Нобелевской премии за разработку теории фагоцитоза) и С.Н. Виноградский (основоположник почвенной микробиологии), но и по факту открытия ВИЧ одним из его ученых – Монтанье.

В этот период развития микробиологии были также заложены основные методические приемы работ с бактериальными культурами, разработаны способы их окраски анилиновыми красителями и микрофотографирования. Заслуга в этом принадлежит немецкому врачу Роберту Коху. Им также был предложен способ выращивания микроорганизмов на твердых питательных средах с использованием желатины. Получение бактерий в виде чистых культур открыло новые подходы для более углубленного изучения их свойств и послужило толчком для дальнейшего бурного развития микробиологии. Благодаря этому были выделены чистые культуры возбудителей холеры, туберкулеза, дифтерии, чумы, сапа, крупозного воспаления легких.

4. *Иммунологический.* В основе этого этапа – работы Пастера. В 1879 г. при изучении куриной холеры Пастер разработал метод получения культур микроорганизмов, потерявших вирулентность (утративших способность быть возбудителями заболевания), и использовал это открытие для предохранения организма от последующего заражения, что в конечном итоге легло в основу создания теории иммунитета.

Изучение Пастером инфекционных болезней сочеталось с разработкой мер для активной борьбы с ними. На основе разработанной им методики получения аттенуированных (ослабленных) культур вирулентных микроорганизмов, что достигалось с помощью пассажей восприимчивым животным либо благодаря выдерживанию микроорганизмов в неблагоприятных условиях (высушивание, температурный фактор и другие физические воздействия), Пастер нашел способы борьбы с сибирской язвой и бешенством. Ослабленные культуры вирулентных микроорганизмов, названные вакцинами, получили всемирное распространение.

Впоследствии в развитии иммунологии принимали участие знаменитые ученые, жившие в XIX – XX веках, в том числе П. Эрлих, А. Вассерман (Германия), Ж. Видаль (Франция), А. Феликс (Польша), И.И. Мечников (Россия). П. Эрлих и И.И. Мечников фактически разделили Нобелевскую премию за теорию иммунитета, первый – за гуморальную, второй – за клеточную теорию.

Среди важнейших работ Мечникова в области медицинской микробиологии выделяются исследования, связанные с патогенезом холеры и биологии холероподобных вибрионов, сифилиса, туберкулеза, возвратного

тифа. И.И. Мечников по праву считается основоположником учения о микробном антагонизме, послужившем основой для развития науки об антибиотикотерапии. Идея о микробном антагонизме была использована Мечниковым при разработке проблемы долголетия. Изучая явление старения организма, Мечников пришел к заключению, что одной из его главных причин является хроническое отравление организма продуктами гниения, вырабатываемыми гнилостными бактериями толстого кишечника.

Развитие микробиологии в нашей стране тесно связано с именем Н.Ф.Гамалеи – крупнейшего ученого, друга и соратника И.И. Мечникова. Вся жизнь этого человека была посвящена изучению инфекционных болезней и разработке мер борьбы с их возбудителями. Н.Ф. Гамалея внес крупнейший вклад в изучение туберкулеза, холеры, бешенства, а в 1886 г. совместно с Мечниковым организовал в Одессе первую пастеровскую станцию и ввел в практику прививки против бешенства. Он открыл птичий вибрион – возбудитель холероподобного заболевания птиц – и назвал его Vibrio metchnikovi – в честь Мечникова. Позднее была получена вакцина против холеры человека.

Большое внимание Гамалея уделял и вопросам эпидемиологии инфекционных болезней. Разработав оригинальный метод получения оспенной вакцины, он впервые высказал идею о выделении из бактерий наиболее полноценных антигенов и использовании их для приготовления так называемых химических вакцин. Гамалея первый наблюдал и описал явление спонтанного лизиса бактерий под влиянием неизвестного в то время агента – бактериофага. Поэтому Гамалея считается не только одним из основоположников медицинской микробиологии, но и иммунологии, и вирусологии.

5. *Молекулярно-генетический*. Бурное развитие микробиологии в 50–60-е гг. XX века предопределило переход к новому ее этапу – молекулярно-генетическому. Характерной чертой этого этапа стали важнейшие достижения и открытия: получение с помощью биотехнологии новых вакцин; открытие простейших форм жизни – прионов, не имеющих характерного для всего живого носителя наследственности (ДНК или РНК) и состоящих из белковых субъединиц; открытие вирусов, вызывающих иммунодефициты и др.

Так как на протяжении практически всей своей истории микробиология развивалась в тесном содружестве со смежными биологическими науками, были получены знания, без которых невозможно было бы дальнейшее развитие как общей микробиологии, так и ее частных разделов. Были изучены:

- структурная организация, химический состав и пищевые потребности клеток микроорганизмов;
- особенности физиологии отдельных представителей микробного царства;

- взаимоотношения микроорганизмов с абиотическими и биотическими факторами;
- пластический и энергетический обмен в клетках микроорганизмов;
- наследственность и изменчивость;
- рост и размножение микробных клеток;
- роль микроорганизмов в круговороте веществ в природе;
- значение микроорганизмов в хозяйственной деятельности человека и др.

Развитие всех разделов микробиологии и особенно успехи медицинской микробиологии не могли не отразиться на становлении и развитии одного из них – санитарной микробиологии. Накопленные знания во всех областях микробиологической науки, включая вопросы экологии микроорганизмов (их взаимоотношений и отношений с окружающей средой и с макроорганизмами), а также универсальные и специальные методы их выявления в различных средах обитания, легли в основу санитарно-микробиологического контроля за распространением патогенных микроорганизмов, способных вызывать различные заболевания человека и животных.

Систематика микроорганизмов. Бинарная номенклатура в микробиологии

Систематика микроорганизмов разрабатывает принципы их классификации, изучая объединение микроскопических существ в группы или таксоны по сходным признакам. Она претерпевает постоянные изменения в результате несовершенства используемых при изучении микрофлоры методов определения, а также в связи с тем что исследователи часто ошибочно описывают известный вид микроорганизмов как новый, из-за различий в их строении и физиологических проявлениях, появившихся у представителей одного и того же вида в различных местообитаниях.

В настоящее время в качестве научного обоснования при включении микроорганизмов в ту или иную таксономическую единицу используют комплекс признаков, в том числе фенотипических (морфологические, биохимические, физиологические, антигенные свойства) и генотипических (молекулярное строение и физико-химические свойства носителей наследственности).

Известно много классификаций микроорганизмов. В нашей стране наибольшее распространение получили две: классификация нашего соотечественника Н.А. Красильникова (1949 г.) и классификация американских микробиологов под редакцией Берджи (1924 г.).

В «Определителе бактерий» Берджи все бактерии, составляющие царство прокариот, делятся на 4 отдела:

- Gracilicutes – Грам $^{-}$, имеющие тонкую клеточную стенку;
- Firmicutes – Грам $^{+}$, имеющие толстую клеточную стенку;
- Tenericutes, не имеющие ригидной (жесткой) клеточной стенки;
- Mendosicutes, имеющие дефектную клеточную стенку (архебактерии – древнейшие бактерии).

Деление бактерий по классификации Берджи основано на способности их клеточной стенки окрашиваться по Граму (см. подраздел «Строение и химический состав бактериальных клеток. Основные функции органелл»). В то же время такое деление условно, так как очень часто нарушается, поэтому в основу классификации должны быть положены дополнительные признаки. Все же «Определитель бактерий» Берджи – издание уважаемое во всем мире и выдержавшее множество переизданий. Им с успехом пользуются микробиологи всего мира, особенно в целях идентификации бактерий.

В «Определителе бактерий и актиномицетов» Красильникова все микроорганизмы делятся на две группы:

- Schizophyceae – хлорофиллообразующие;
- Schizomyceae – бесхлорофильные, в свою очередь делящиеся на 4 класса – актиномицеты, бактерии, миксобактерии, спирохеты. Каждый из классов подразделяется на порядки, семейства, роды, виды.

В настоящее время в соответствии с решением, принятым Международным кодексом, все бактерии подразделяются на классы, отделы, порядки, семейства, роды и виды. Бактерий, как, впрочем, и других представителей микрофлоры, принято называть двумя словами по-латыни, что является основой бинарной номенклатуры. Так, кишечная палочка пишется Escherichia (E.) coli, сибиреязвенная бацилла – Bacillus anthracis, молочнокислый стрептококк – Streptococcus lactis. Первое слово названия характеризует морфологические признаки бактерий, второе – их физиологические особенности. Первое слово в названии означает род и пишется с прописной буквы, второе слово – вид и пишется со строчной буквы.

Основные и специфические единицы систематики в микробиологии

Основными единицами, используемыми в систематике микроорганизмов, являются их род и вид. Определение вида было предложено еще Красильниковым и до сих пор актуально. В современной интерпретации вид – это совокупность особей, объединенных по близким свойствам, но отличающихся от других представителей рода. Характеризуя видовое разнообразие микроорганизмов, обязательно учитывают пуриново-пиримидиновое соотношение: Г (гуанин) + Ц (цитозин) : А (аденин) + Т (тимин), являющееся постоянной величиной в пределах одного вида. Например, у E. coli величина Г+Ц : А+Т составляет 1,04.

Помимо таксонов (классы, отделы, порядки, семейства, роды и виды), положенных в основу классификации представителей микрофлоры, в современной микробиологии широко используются специфические таксономические единицы:

- подвид – стойкий вариант вида, полученный экспериментальным путем;
- чистая культура – совокупность однородных микроорганизмов, выделенных на питательной среде, характеризующаяся сходными морфологическими, культуральными, биохимическими и антигенными свойствами;
- популяция – совокупность особей одного вида со свободным внутривидовым скрещиванием, изолированных от других видов микроорганизмов и не способных к межвидовому скрещиванию;
- штамм – чистая культура микроорганизмов, выделенных из определенного источника и отличающихся от представителей вида из других местообитаний (более узкое понятие, чем вид или подвид);
- клон – совокупность потомков, выращенных из единственной микробной клетки.

Прокариоты и эукариоты

Морфологическое строение и некоторые особенности физиологии бактерий позволяют отнести этих представителей микрофлоры к так называемым доядерным формам жизни. Их называют прокариотами. Они характеризуются отсутствием истинного ядра (ядерный аппарат бактериальной клетки носит название нуклеоид), наличием мезосом, небольшими размерами рибосом, рассеянными в цитоплазме, спорообразованием в целях сохранения вида, кроме того, для них характерно поперечное деление клеток. К прокариотам также относятся актиномицеты и сине-зеленые водоросли (цианобактерии).

В то же время различают микроорганизмы, которых относят к эукариотам. Они обладают истинным (ограниченным от цитоплазмы) ядром, крупными рибосомами, вместо мезосом имеют настоящие митохондрии, им свойственно половое размножение, а образующиеся в цикле их жизненного развития споры являются клетками размножения. В эту группу входят грибы, простейшие и все остальные микроскопические водоросли.

Особые формы жизни – вирусы и прионы. Это неклеточные формы жизни, но если вирусы имеют молекулярный носитель наследственности – ДНК или РНК, заключенные в белковую оболочку (капсид), то прионы представляют собою лишь белковые субъединицы. И те, и другие вирулентны и совершенно не могут жить вне живого организма.

Морфологические и функциональные особенности бактериальных клеток

Форма и размеры бактериальных клеток

Наибольшее распространение в микромире получили бактерии, имеющие три основные формы: шаровидную, палочковидную и извитую (рис. 1).

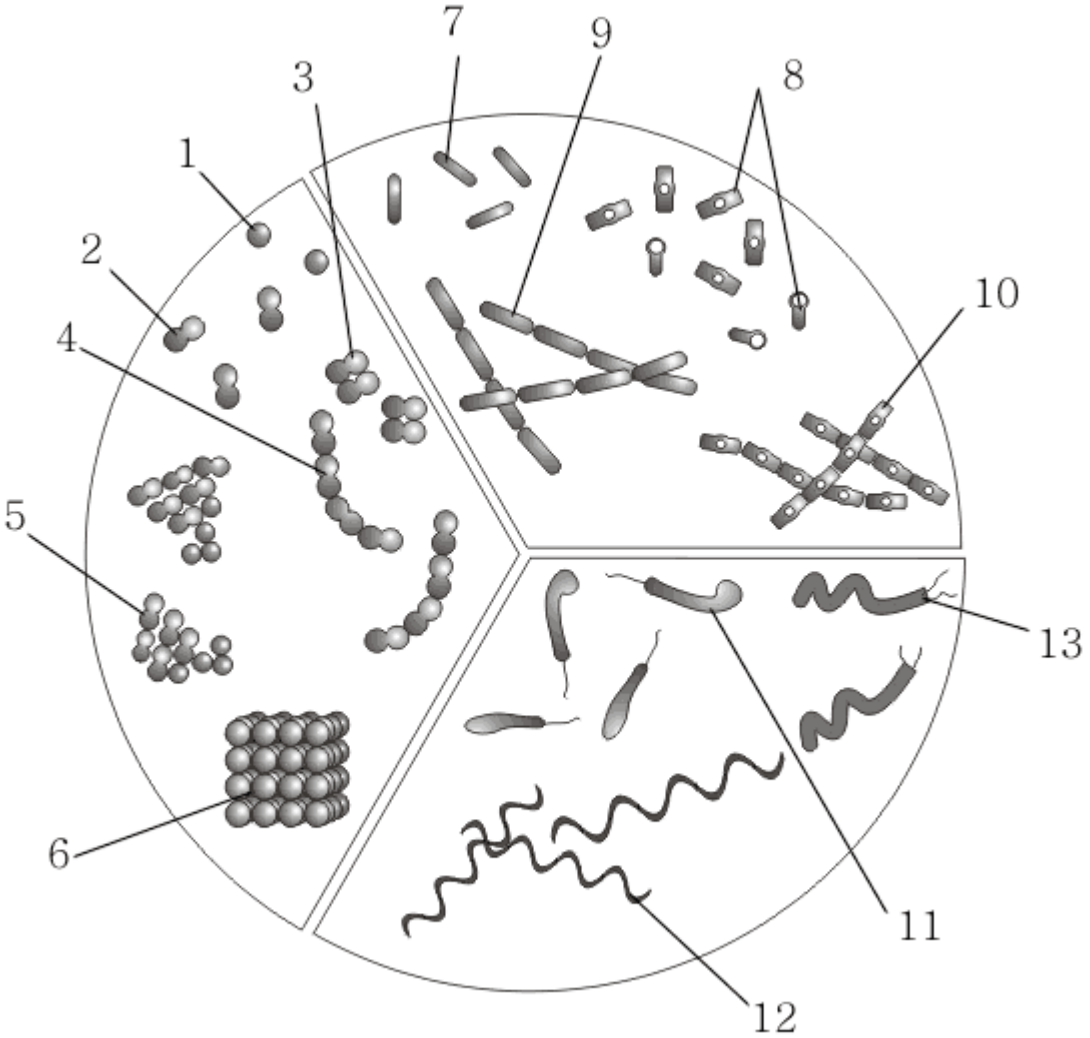

Рис. 1. Формы бактериальных клеток:
1 – кокки; 2 – диплококки; 3 – тетракокки; 4 – стрептококки;
5 – стафилококки; 6 – сарцины; 7 – бактерии; 8 – бациллы;
9 – стрептобактерии; 10 – стрептобациллы; 11 – вибрионы;
12 – спирохеты; 13 – спириллы

Среди шаровидных бактерий (кокков) различают:

- монококки;
- диплококки (две сцепленных особи после деления материнской клетки);
- тетракокки (кокки, сцепленные по 4 после последовательного деления в двух взаимно перпендикулярных плоскостях);
- сарцины (скопления кокков в виде пакетов из 8–16 и более клеток, разделившихся в трех взаимно перпендикулярных плоскостях);
- стрептококки (длинные цепочки, образованные путем неоднократно повторяющегося деления клеток в одном направлении);
- стафилококки (так называемые виноградные гроздья, образованные беспорядочным делением клеток).

Палочковидные бактерии делятся на две группы:

- Bacteria (бактерии) – микроорганизмы, не способные к спорообразованию;
- Bacillus (бациллы) – спорообразующие микроорганизмы.

Обе группы способны образовывать парные соединения (по аналогии с кокками добавляется приставка дипло-) и цепочки (приставка стрепто-). Например, диплобактерии, стрептобациллы.

Среди извитых бактерий различают:

- вибрионы, имеющие слегка извитую форму (в виде запятой), изгиб составляет не больше четверти оборота;
- спириллы – длинные изогнутые палочки с одним или несколькими (чаще до пяти) завитками;
- спирохеты – тонкие длинные палочки с большим количеством мелких завитков.

Внешний вид бактерий чрезвычайно изменчив. Он может измениться под влиянием самых различных факторов воздействия:

- физических (температура, радиация, высушивание);
- химических (дезинфектанты, лекарственные средства);
- биологических (антибиотики, бактериофаги).

При этом произошедшие изменения могут закрепиться как на уровне фенотипа, так и на уровне генотипа.

Величина бактериальных клеток измеряется по Международной системе единиц СИ в микрометрах (10^{-6} м). Диаметр клеток большинства шаровидных бактерий составляет 1–2 мкм, длина палочковидных бактерий колеблется в интервале 1–4 мкм, ширина – от 0,5 до 1 мкм. Есть бактерии, размер которых в длину достигает 10 мкм (картофельная палочка).

Существуют и более мелкие формы микроорганизмов, но их относят к другим систематическим группам. Таковы вирусы, фильтрующиеся бактерии, микоплазмы, прионы. К примеру, величина вирусной частицы не превышает 0,01–0,4 мкм.

Строение и химический состав бактериальных клеток. Основные функции органелл

Клетки типичных бактерий состоят из клеточной стенки, цитоплазматической мембраны и цитоплазмы, в которой различают нуклеоид, митохондрии, вакуоли и включения (рис. 2).

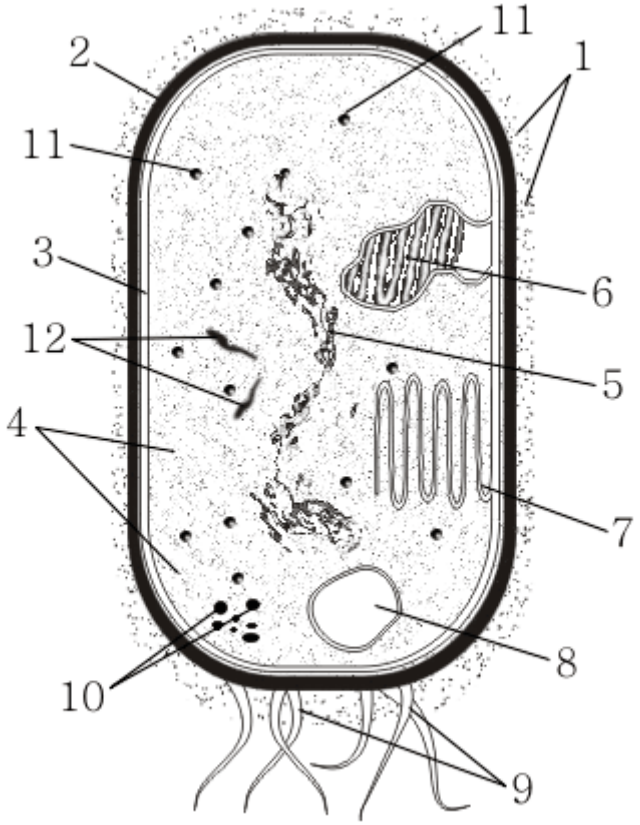

Рис. 2. Схематическое строение бактериальной клетки:
1 – капсула; 2 – клеточная стенка; 3 – цитоплазматическая мембрана; 4 – цитоплазма; 5 – нуклеоид; 6 – мезосомы; 7 – тилакоиды; 8 – вакуоли; 9 – жгутики; 10 – гранулы гликогена; 11 – рибосомы; 12 – гранулы волютина

Клеточная стенка защищает бактериальную клетку от воздействия негативных факторов внешней среды и способна выдерживать внутриклеточное осмотическое давление, величина которого колеблется в пределах от 3 до 6 атм.

В зависимости от химического состава клеточной стенки все виды бактерий по-разному относятся к одному из способов дифференциально-диагностической окраски, который был разработан датчанином Грамом. По этому способу бактерии делятся на Грам$^{+}$ и Грам$^{-}$. Первые окрашиваются в фиолетовый цвет, что связано с большим содержанием на поверх-

ности их клеточной стенки мукополисахаридов и полифосфатнуклеотидов, с которыми краситель прочно связывается и медленно разрушается спиртом. В то же время Грам$^-$ бактерии окрашиваются в слабо-розовый цвет, так как соответствующие соединения размещаются в глубине бактериальной клетки и их значительно меньше, чем у Грам$^+$.

Часто снаружи клетка бактерий покрывается капсулой, представляющей собой либо слизистый слой, обволакивающий клеточную стенку, либо утолщение самой клеточной стенки. Капсула состоит из полисахаридов, полипептидов и глюкопротеидов, в некоторых случаях в ее состав входят простые белки. Основная функция капсулы – дополнительная защита клетки от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды.

Цитоплазматическая мембрана располагается непосредственно под клеточной стенкой, состоит из трех слоев – фосфолипидного (в центре мембраны) и двух белковых (по краям). В состав мембраны входят липиды, углеводы и протеины. Вместе с клеточной стенкой цитоплазматическая мембрана осуществляет защитную функцию. Кроме того, она обладает избирательной проницаемостью, обеспечивая проникновение в бактериальную клетку нужных ей веществ, и поддерживает внутри клетки постоянное осмотическое давление.

Цитоплазма представляет собой сложную смесь белков, углеводов, липидов, минеральных веществ и воды. В ней осуществляются сложные процессы обмена веществ, поэтому внутренняя структура клетки постоянно изменяется.

Включения цитоплазмы:

- нуклеоид – основной носитель наследственных свойств бактериальной клетки, ее так называемое диффузное ядро, состоящее в основном из дезоксирибонуклеопротеидов, образующих хроматиновые нити, количество которых меняется с ростом и развитием бактерии (20–40 % в абсолютно сухом веществе – а.с.в.);
- мезосомы – подобно митохондриям эукариотов силовые (энергетические) станции бактериальной клетки, содержащие РНК и окислительно-восстановительные ферменты и образующиеся при впячивании и последующем ущемлении цитоплазматической мембраны;
- тилакоиды – мембранные мешковидные или трубчатые структуры, образующиеся за счет впячивания цитоплазматической мембраны, содержащие пигменты (хлорофилл и каротиноиды), благодаря которым в клетках фотосинтезирующих бактерий осуществляется полноценный процесс фотосинтеза;
- рибосомы – основное место биосинтеза белка в клетке, состоят из белков и РНК. Эти структуры участвуют в синтезе белка не в виде изолированных частиц, а в виде скоплений (полисом);
- гранулы – запасные питательные вещества бактериальной клетки, используемые ею в реакциях обмена. В составе гранул – полисахариды

гликоген или гранулеза (вещество, близкое по строению к крахмалу), а также жиры или минеральные компоненты (у серобактерий – сера, у железобактерий – железо). При голодании бактериальная клетка использует волютиновые гранулы, представляющие собой комплекс неорганических метафосфатов с РНК.

Спорообразование, типы передвижения и размножение бактериальных клеток

Спорообразование

Спорообразование – это свойство некоторых бактерий, приобретенное ими в процессе длительной эволюции и направленное на сохранение вида. Чаще всего споры образуются палочковидными формами бактерий, существенно реже спорообразование встречается у кокков и совсем не обнаружено у извитых форм бактерий.

Спора – блестящее круглое или овальное образование внутри бактериальной клетки. При спорообразовании цитоплазма клетки сгущается, покрываясь смолистыми и липоидными веществами, при этом клетка теряет до 60 % воды. Если диаметр образовавшейся споры больше диаметра самой бактериальной клетки, ее первоначальная форма изменяется и клетка приобретает либо вид веретена (при спорообразовании у маслянокислых бактерий), либо вид барабанной палочки (у бактерий столбняка).

Споры достаточно легко переносят действие высоких температур, высушивание, наличие в окружающей среде ядовитых веществ. Споры некоторых бактерий способны выдерживать кипячение в течение нескольких часов и не погибнуть. Гарантированная гибель спор наступает при автоклавировании в паровом стерилизаторе при температуре 115–125 ^{0}С или при выдерживании стерилизуемого материала в печи Пастера при температуре 160–170 ^{0}С. Способность бактериальных клеток образовывать споры чрезвычайно опасна при длительном хранении пищевых продуктов.

Споры способны прорастать в благоприятных условиях, при этом клетки бактерий приобретают вегетативную форму: они снова способны к росту и размножению. Обычно на прорастание споры уходит несколько часов, в некоторых случаях прорастание может произойти за 40–50 мин.

Типы передвижения

Способность бактерий активно передвигаться обусловлена наличием у них специальных органов движения – жгутиков, на 98 % состоящих из сократительного белка флагеллина. Лучше всего жгутики видны в электронный микроскоп, под оптическим микроскопом они обнаруживаются только после применения специального контрастного окрашивания. Обычная длина жгутиков 5–9 мкм, у некоторых бактерий она достигает 30 мкм, что существенно превышает величину самой бактериальной клетки.

По числу жгутиков и характеру их расположения на поверхности клетки различают бактерии (рис. 3):

- монотрихи, имеющие единственный жгутик на одном из полюсов клетки (холерный вибрион);
- лофотрихи и амфитрихи, имеющие жгутики в первом случае на одном полюсе клетки, во втором – на обоих ее полюсах – пучок жгутиков (Bacillus fluorescens);
- перитрихи, имеющие большое число этих образований на всей поверхности клетки (E. coli).

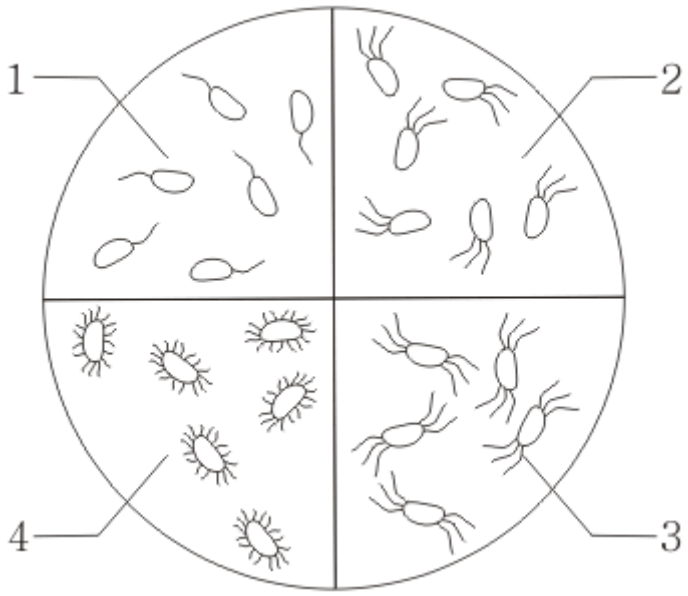

Рис. 3. Схематическое расположение жгутиков у микроорганизмов:
1 – монотрихиальное; 2 – лофотрихиальное;
3 – амфитрихиальное; 4 – перитрихиальное

При расположении жгутиков на одном из концов клетки ее движение осуществляется по прямой линии, при их беспорядочном расположении движение бактерий также беспорядочно. Передвижение бактерий, не имеющих специальных органов движения, может происходить за счет выделяемой ими слизи (миксобактерии), вследствие волнообразных сокращений их длинных клеток (нитчатые бактерии) или пассивно с частицами той среды, в которой они обитают.

Размножение

В благоприятных условиях бактериальные клетки приступают к размножению, которое обычно осуществляется путем их деления пополам, реже – отпочковыванием дочерних клеток. Основными факторами, обеспечивающими размножение бактерий, являются: наличие источников питания, оптимальные влажность и температура, источники энергии и др. Присутствие всех этих факторов в среде обитания позволяет некоторым

видам бактерий делиться через каждые 5–10 ч, другим – через каждые 15–30 минут. В то же время процесс размножения бактериальных клеток могут ослабить или даже полностью прекратить такие факторы, как недостаток влаги, солнечный свет, антагонистические отношения с другими видами микрофлоры и т.д.

Общие представления об обмене веществ у микроорганизмов

Несмотря на различия между эукариотами и прокариотами, их основные физиологические отправления, в том числе обмен веществ, во многом сходны.

Термин обмен веществ (метаболизм) объединяет два взаимосвязанных противоположных процесса – анаболизм и катаболизм, присущие всем живым существам. *Анаболизм* (иначе конструктивный обмен) сводится к использованию клетками микроорганизмов веществ, поступивших в них различными путями, в биосинтезе химических соединений. Реакции биосинтеза чаще всего имеют восстановительный характер. *Катаболизм* (иначе энергетический обмен) осуществляется путем извлечения из питательных веществ (углеводов, жиров и других соединений) энергии, которая направляется на физиологические отправления микроорганизмов.

Анаболизм и катаболизм могут быть разъединены, но это происходит очень редко (например, при гомоферментативном молочнокислом брожении в конструктивном обмене практически не используются углеводы). В других случаях одно и то же вещество участвует как в конструктивном, так и в пластическом обмене. Кроме того, вещества, составляющие суть определенных процессов, обычно активно влияют друг на друга.

Микроорганизмы не способны усваивать твердые вещества, поэтому они превращают их в доступное состояние с помощью органических кислот, выделяемых за пределы клетки, и ферментов.

Ферменты – специфические катализаторы белковой природы, вырабатываемые клетками и тканями живых существ и способные во много раз ускорять течение биохимических и химических реакций, не входя в состав конечных продуктов. Они присутствуют в клетках всех микроскопических существ и их роль в процессах жизнедеятельности микроорганизмов связана с обеспечением и регуляцией всех сторон обмена веществ. Благодаря наличию ферментов клетка любого организма (в том числе, микроорганизма) способна поддерживать постоянный состав внутренней среды (гомеостаз). Поэтому в клетках микроорганизмов имеются и действуют чувствительные механизмы, которые выявляют и компенсируют сдвиги концентраций, нарушающих стационарное состояние. В большинстве случаев они действуют по принципу обратной связи.

Активный или каталитический центр фермента – это сравнительно небольшой участок молекулы. Аминокислотный состав остальной части молекулы, особенно тех ее участков, которые находятся на поверхности структуры, может довольно сильно меняться в результате мутаций без изменения каталитической активности фермента. Тем не менее присоединение к различным участкам поверхности фермента других молекул может косвенно повлиять на катализ. В цитоплазме клетки, представляющей собой высококонцентрированный раствор, молекулы могут агрегировать. Присоединение какой-либо молекулы к определенному участку на поверхности фермента способно изменить его структуру и в свою очередь вызвать увеличение или уменьшение каталитической активности. Так, при избыточном накоплении продукта каким-либо метаболическим путем ингибитор, действующий по принципу обратной связи, взаимодействует указанным образом с ферментами и выключает их. Взаимодействия такого рода составляют один из распространенных способов регуляции.

Подобный механизм лежит и в основе связывания гормонов со специфическими рецепторами, расположенными на мембранах клетки или в цитоплазме. *Гормоны* – это соединения с регуляторной функцией, которые выделяются клетками. Связывание гормонов с рецепторами изменяет структуру последних и способствует возникновению цепи реакций, приводящих к биологическому ответу на действие гормона.

Итак, поддержание постоянства внутреннего состава клеток микроорганизмов осуществляется благодаря синтезируемым ими ферментам и гормонам. Роль ферментов лидирующая. Отметим также, что способность микроорганизмов синтезировать и использовать ферменты для собственных нужд лежит в основе сохранения ими не только постоянства внутренней среды, но и в основе сохранения их видовой принадлежности.

В микроорганизмах содержатся ферменты всех известных в настоящее время типов. Часть ферментов (индуцибельные ферменты, экзоферменты) выделяется микроорганизмами в окружающую среду и служит главным образом для расщепления высокомолекулярных веществ до легко проникающих в клетку субстратов. Остальные ферменты – внутриклеточные (эндоферменты), они необходимы клеткам микроорганизмов для обеспечения реакций внутреннего обмена.

Получение энергии микроорганизмами происходит с использованием двух основных типов окислительно-восстановительных процессов: брожения и дыхания, связанных с образованием аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ).

Органические соединения, образующиеся непосредственно в ходе брожения, выступают и в качестве донора, и в качестве акцептора атомов водорода. Процесс брожения протекает в анаэробных условиях. В результате его реализации пировиноградная кислота, образованная из углеводов, превращается через цепь последовательных реакций (гликолиз) в продук-

ты, соответствующие определенным типам брожения. Так, при молочнокислом брожении основным продуктом неполного окисления субстрата, используемого микроорганизмами, является молочная кислота, при спиртовом брожении – этиловый спирт.

При дыхании микроорганизмов роль доноров водорода выполняют как органические, так и неорганические соединения, а роль акцепторов – только неорганические соединения. Если конечным акцептором атомов водорода является молекулярный кислород, дыхательный процесс носит название аэробного дыхания. Отметим, что в отличие от брожения аэробное дыхание сопровождается существенно большим выделением энергии. Так, при молочнокислом сбраживании глюкозы выделяется 197 кДж, а при полном аэробном окислении – 2870 кДж.

Существуют микроорганизмы, способные к так называемому анаэробному дыханию, так как конечным акцептором водорода для них являются те или иные неорганические соединения, содержащие связанный кислород. Среди них можно выделить микроорганизмы, использующие в процессах анаэробного дыхания нитраты (роды Pseudomonas, Bacillus) или сульфаты (роды Desulfovibrio, Desulfomonas).

Высвобождающаяся в процессах брожения или дыхания энергия аккумулируется клетками микроорганизмов в виде фосфатных связей аденозинтрифосфата (АТФ) в митохондриях эукариотов либо в мезосомах прокариотов. При брожении в клетках анаэробов запасается $0{,}09 \bullet 10^6$ Дж, большая часть энергии остается в конечных продуктах брожения, прочая теряется в форме тепловой энергии. При дыхании клетки микроорганизмов способны запасти $1{,}6 \bullet 10^6$ Дж. Одна половина этой энергии используется в физиологических отправлениях аэробных микроорганизмов, другая – теряется в виде тепла.

Известны микроорганизмы, способные преобразовывать часть полученной энергии в световую и обеспечивать тем самым свечение морской воды, рыбы и других природных объектов.

Микроорганизмы и факторы среды, обеспечивающие их жизнедеятельность

Источники питания

Развитие микроорганизмов, а именно их рост и размножение, контролируются определенными условиями и в первую очередь питательными веществами, из которых микроорганизмы синтезируют метаболиты, необходимые для жизнедеятельности.

Как и все живые существа, микроорганизмы нуждаются в важнейших биогенных элементах – углероде, азоте, кислороде и водороде, во

многих макро- и микроэлементах, а также в витаминах, главным образом группы В.

Источники питания (факторы роста), необходимые для микроорганизмов, делятся на 4 группы:

- вещества, содержащие органогены (углерод, водород, кислород и азот), используемые ими для построения белков, жиров и углеводов;
- вещества, содержащие элементы (фосфор, калий, сера, магний), необходимые в меньшем количестве, но используемые ими в реакциях обмена;
- источники микроэлементов (марганца, железа, серебра, рубидия, ванадия и др.);
- органические вещества, в частности витамины.

Важнейший фактор роста и развития микроорганизмов – азот. Этот элемент необходим им для синтеза белков, нуклеиновых кислот, азотсодержащих полимеров клеточной стенки. Его содержание в бактериальных клетках и клетках грибов приблизительно одинаково: соответственно 12 и 10 % в абсолютно сухом веществе.

Микроорганизмы способны использовать многие источники азота, как неорганической, так и органической природы. Часть микроорганизмов использует в качестве фактора роста азот белков, часть – азот их мономеров – аминокислот.

По отношению к источникам углерода микроорганизмы делятся на *автотрофов* и *гетеротрофов*. Первые получают этот биогенный элемент из CO_2 и карбонатов, вторые – из углеродсодержащих органических соединений. В свою очередь гетеротрофы подразделяются на *сапротрофов* и *паразитов*. Сапротрофы получают углерод из мертвых органических веществ растительного и животного происхождения, в том числе и из продуктов питания. Паразиты же питаются веществами живых организмов и используют их энергию.

Кислород – жизненно необходимый элемент питания для многих микроорганизмов, но для некоторых из них он губителен, так как разрушает их ферментативные системы. По отношению к кислороду микроорганизмы делятся на 4 основные группы:

Облигатные (обязательные) аэробы, к которым относится большинство прокариотов и нормальный рост которых в среде обитания возможен при содержании кислорода не менее 40–50 %. Они не способны получать энергию путем брожения. Для осуществления обменных процессов эти микроорганизмы нуждаются в молекулярном O_2, поэтому их ферменты осуществляют перенос электронов от окисляемого субстрата к кислороду. Как правило, облигатные аэробы развиваются на поверхности питательных сред. К ним относятся микрококки, B. subtilis и др.

Микроаэрофилы довольствуются незначительным содержанием O_2 в среде обитания (~2 %).

Облигатные анаэробы вообще не нуждаются в молекулярном O_2, так как он для них токсичен. Ферментативные системы таких бактерий денатурируют при контакте с молекулярным кислородом, что обусловлено образованием в их клетках перекиси водорода и перекисных соединений, которые в больших концентрациях ядовиты для микроорганизмов. Облигатные анаэробы погибают при концентрации H_2O_2 0,0003 %, тогда как аэробы способны выдерживать до 0,015 %, то есть в 50 раз больше, что связано с образованием в клетках последних фермента каталазы, разлагающей перекись на воду и молекулярный кислород. Среди облигатных анаэробных бактерий – представители рода Clostridium, широко представленные в почве (возбудители опасных болезней человека – C. tetani – столбняка, C. botulinum – ботулизма, C. perfringens – газовой гангрены). Следует отметить, что некоторые микроорганизмы не способны переносить даже остаточные количества молекулярного кислорода в среде обитания. К таковым относятся метановые бактерии и фузобактерии.

Факультативные анаэробы могут жить как при наличии, так и при отсутствии кислорода. Типичными представителями этой группы являются стрептококки, стафилококки, кишечная палочка. Так, кишечная палочка на среде с углеводами развивается как анаэроб, сбраживая сахара, а затем начинает использовать кислород как типичный аэробный организм, окисляя до CO_2 и H_2O образовавшиеся продукты брожения.

Многие микроорганизмы нуждаются в обязательном присутствии таких элементов, как калий и магний. Роль этих элементов заключается в активации ферментных систем микробных клеток. Обладателями мощных ферментативных систем являются грибы, поэтому им крайне необходимы как калий, так и магний. Среди таких грибов Aspergillus niger.

В среде обитания многих микроорганизмов должны присутствовать такие элементы, как фосфор и сера, поскольку первый входит в состав нуклеиновых кислот и принимает активное участие в процессах дыхания и брожения, а сера является компонентом белков, в состав которых входят серосодержащие аминокислоты (метионин, цистеин).

Железо – крайне важный микроэлемент, используемый микрофлорой в процессе дыхания, так как, входя в состав дыхательных ферментов, способствует ускорению окислительных процессов. Для осуществления процессов дыхания микроорганизмам также необходима медь.

Кобальт используется микроорганизмами в процессе синтеза витамина B_{12}, цинк же необходим им в процессах биосинтеза белка, так как принимает активное участие в формировании структуры ДНК.

Отдельные микроорганизмы нуждаются в наличии в среде обитания специфических микроэлементов. Так, дрожжевым грибам рода Candida для роста и развития необходим иод, а молочнокислым бактериям – марганец.

Вообще микроорганизмы, хотя и способны выживать в самых неблагоприятных условиях, предпочитают среды обитания со сбалансирован-

ным содержанием элементов. При их дефиците они могут погибнуть. В то же время экспериментальным путем было установлено, что при оптимальном содержании в среде обитания необходимых бактериальным клеткам элементов, они характеризуются постоянством соотношения Mg : K : РНК-нуклеотид : PO_4:

- для Грам$^+$ – 1 : 13 : 5 : 13;
- для Грам$^-$ – 1 : 4 : 5 : 8.

Как было отмечено выше, многим микроорганизмам для роста и развития необходимы готовые органические вещества. Среди них – жирорастворимый витамин К (он необходим для молочнокислых бактерий). Потребность микроорганизмов в других жирорастворимых витаминах (А, Д, Е) небольшая. Некоторые микроорганизмы, в частности, лактобактерии, нуждаются в наличии в среде обитания ненасыщенных жирных кислот – олеиновой, линолевой, линоленовой, арахидоновой, в то же время для жизнедеятельности микоплазм необходим холестерин. Из водорастворимых витаминов микроорганизмы используют в обменных процессах практически все витамины группы В, в том числе тиамин (B_1), рибофлавин (B_2) и др.; в аскорбиновой кислоте (витамин С) микроорганизмы не нуждаются. В связи с тем что многие микроорганизмы являются продуцентами многих витаминов, их потребляют другие микроорганизмы, не способные к такому синтезу. К активным продуцентам витаминов группы В, а также жирорастворимых витаминов Е и К относятся дрожжи.

Физико-химические факторы внешней среды

Жизнедеятельность микроорганизмов, как и любых других существ, теснейшим образом связана с факторами внешней среды, которые могут лимитировать их развитие в той или иной степени, обеспечивая преимущество в развитии наиболее приспособленным видам.

К физическим факторам, регулирующим рост и развитие микроорганизмов, относятся температура, влажность, различные виды лучистой энергии, электрический ток и др. Рассмотрим влияние каждого из них на жизнедеятельность микроорганизмов.

Температура. По отношению к этому фактору микроорганизмы подразделяются на три группы:

- психрофилы, нижняя граница роста которых находится около 0 ^{0}С. Выделяют факультативные и облигатные психрофильные микроорганизмы. Факультативные (иерсинии, некоторые штаммы псевдомонад, клебсиеллы пневмонии и др.) могут переносить температуру +30 ^{0}С и даже развиваться при ней. У облигатных психрофилов, обитающих в арктических и антарктических водах, ледяных пещерах, почвах вечной мерзлоты, для которых характерны медленно протекающие процессы биосинтеза и

биодеградации, верхняя граница роста соответствует 20 ^{0}С, оптимальная зона 10–15 ^{0}С;

- мезофилы (большинство сапротрофов, а также возбудителей болезней человека и животных), температурные границы роста которых находятся в пределах 20–45 ^{0}С (оптимум – 35–37 ^{0}С). Нижняя граница температуры покоя и смерти в зависимости от видовой принадлежности и формы существования у этих микроорганизмов начинается от 20 ^{0}С и простирается до глубоких минусовых температур. Верхняя граница зоны покоя начинается с 40–45 ^{0}С. Верхняя граница зоны смерти у вегетативных форм большинства видов равна 60–70 ^{0}С при часовой экспозиции, у спор во влажной среде – 100–130 ^{0}С при получасовой экспозиции, в сухой среде – 180 ^{0}С также при получасовой экспозиции. Мезофилы обитают в организме теплокровных животных, в почве, воде, других средах, содержащих достаточное количество влаги и питательных веществ в пределах своей температурной зоны роста;

- термофилы, нижняя граница роста которых выше 45 ^{0}С. Выделяют термотолерантные, облигатные и факультативные термофильные микроорганизмы. Оптимальная зона роста термофилов равна 45–50 ^{0}С, но они могут расти и при более низких температурах (до 30 ^{0}С). Зона роста факультативных термофилов соответствует 5–55 ^{0}С, но задержанный рост может наблюдаться при более низких температурах. Температурные границы роста облигатных термофилов равны 45–93 ^{0}С. Предельные температуры роста простейших находятся в границах 56 ^{0}С, водорослей – 55–60 ^{0}С, грибов – 60–62 ^{0}С, фотобактерий – 70–72 ^{0}С, хемолитотрофов и гетеротрофов – выше 90 ^{0}С. Архебактерии могут размножаться в средах с температурой в несколько сотен градусов, но не растут при 100 ^{0}С. Облигатные термофилы обитают в кипящих и горячих водоисточниках, промышленных и бытовых водах, самовозгорающихся материалах, конденсатах паровых труб.

Итак, некоторые микроорганизмы способны жить в достаточно широком температурном интервале, другие же предпочитают строго определенную температуру. Так, термофильные микроорганизмы плохо переносят холод, а холодолюбивые, напротив, не выносят высоких температур. Чаще всего это связано с фактором устойчивости их ферментативных систем и клеточных органелл, эволюционно приспособленных к определенным условиям существования.

Высокую температуру обычно не переносят неспорообразующие бактерии, их гибель ускоряется при повышении температуры: при 60 ^{0}С бактерии тифа погибают уже через 21 с и только спустя 2 ч при 47 ^{0}С. Под действием высоких температур в клетках микроорганизмов последовательно происходят изменения: выделение из клетки РНК; нарушение активности ферментативных систем; денатурация белков и, наконец, необра-

тимая деградация практически всех клеточных структур. Высокая температура лежит в основе приемов пастеризации и стерилизации.

Влажность. Бактерии нормально живут и размножаются при влажности среды 20 %. При этом для большинства микроорганизмов оптимальная влажность, при которой усиливается их размножение, около 60 %.

В то же время высушивание среды обитания губительно отражается на их развитии, так как вслед за обезвоживанием и почти полным прекращением обменных процессов клетки микроорганизмов могут впасть в состояние анабиоза. На отрицательном отношении большинства микроорганизмов к снижению влажности окружающей среды основано сохранение пищевой продукции. И все же, несмотря на негативное влияние высушивания, многие микроорганизмы способны длительное время сохранять свою жизнеспособность и без длительного доступа воды. Примером могут служить микобактерии туберкулеза, которые способны оставаться жизнеспособными в высохшей мокроте больного в течение 10 месяцев. На свойстве микроорганизмов длительное время сохранять свою жизнеспособность в высушенном состоянии основан метод сублимации, направленный на сохранение музейных культур микроорганизмов и заключающийся в их обезвоживании при низкой температуре под вакуумом.

Лучистая энергия. Различные ее виды по-разному отражаются на жизнеспособности микроорганизмов:

- прямой солнечный свет способствует уничтожению большинства представителей микроорганизмов, за исключением фототрофов, использующих световую энергию для своей жизнедеятельности;
- ультрафиолетовое облучение (УФО) обладает выраженным бактериостатическим и бактерицидным действием, в связи с чем его широко применяют при стерилизации оборудования, посуды, воздуха, воды, пищевых продуктов. Основной причиной гибели клеток микроорганизмов при ультрафиолетовом воздействии является нарушение биосинтеза белков, что происходит вследствие образования в молекуле ДНК димеров тимина (Т-Т) и подавления механизма ее репликации (удвоения);
- лучи рентгена и радия при непродолжительном воздействии способны стимулировать жизнедеятельность микробных клеток. Наибольшей устойчивостью к этому виду облучения обладают Грам$^+$ бактерии. Кроме того, активно противостоят ему спорообразующие бактерии, а также вирусы и риккетсии.

Лучистая энергия применяется там, где невозможно применение других средств стерилизации. Стерилизацию пищевых продуктов чаще всего осуществляют посредством применения ламп ультрафиолетового облучения с длиной волны $\lambda = 253{,}7$ нм.

Электрический ток. Губительное воздействие электрического тока на клетки микроорганизмов связано с явлением электролиза и действием вредных для микроорганизмов окисленных продуктов (кислорода, хлора и

его производных, а также кислот), образующихся при прохождении электротока через среду их обитания. Наиболее опасны для микроорганизмов токи ультравысокой частоты (УВЧ), так как обладают выраженным тепловым эффектом.

Ультразвуковое воздействие (УЗВ) – высокочастотные колебания звуковых волн (более 20 кГц), обладают ярко выраженным звуковым действием, вызывающим необратимые физико-химические изменения молекул и механические повреждения всех органелл микробной клетки, что позволяет использовать УЗВ для стерилизации субстратов, повреждающихся при тепловой обработке.

Бактерицидный эффект ультразвука усиливается при насыщении подвергающегося УЗВ объекта воздухом, азотом, кислородом и другими газами, так как это усиливает эффект кавитации (от лат. cavitas) – образование в жидкости полостей (кавитационных пузырьков или каверн), обеспечивающих разрыв жидкости. В то же время бактерицидный эффект от УЗВ уменьшается, если явление кавитации подавляется, что происходит при дегазации или погружении объекта в вязкую среду.

К УЗВ чувствительны все микроорганизмы, в том числе и спорообразующие, но по степени чувствительности к этому фактору они значительно отличаются. Среди патогенных микроорганизмов наибольшую устойчивость к УЗВ выявили у Mycobacterium tuberculosis. Довольно устойчивы к УЗВ представители родов Sarcina и Saccharomyces. В то же время действие УЗВ плохо переносят и легко разрушаются Proteus vulgaris, Pseudomonas fluorescens, Staphylococcus aureus, Bacillus anthracis, Salmonella typhimurium.

Действие УЗВ сводится не только к механическим повреждениям бактериальных клеток. В результате ультразвукового воздействия наблюдаются биохимические и функциональные изменения, приводящие не к гибели микроорганизма, а к высвобождению в клетке биологически активных веществ (витаминов, ферментов). В связи с этим УЗВ используют для получения отдельных клеточных компонентов и изучения их структуры и функций. Кроме того, у этих микроорганизмов могут появиться нехарактерные ферменты, обеспечивающие изменение физиологических отправлений. Так, у Saccharomyces haemoliticus, подвергнутого воздействию УЗВ частотой в 800 кГц в течение 10 мин, в 2–5 раз возрастала чувствительность к пенициллину

Гидростатическое давление. Большинство микроорганизмов способно выдерживать давление воды P = 650 кг/см^2 в течение часа. При P = 1100 кг/см^2 клетки микроорганизмов погибают вследствие денатурации белковых структур, инактивации ферментов и увеличения вязкости цитоплазмы. Но существуют бактерии, обладающие устойчивостью к высокому уровню гидростатического давления. Они обнаружены на глубине мирового океана (9 км), где P достигает 1160 кг/см^2.

Действие механических сотрясений отрицательно отражается на жизнедеятельности микроорганизмов, причем их эффект усиливается при предварительном замораживании. Подобное происходит в быстротекущих холодных горных реках, благодаря чему осуществляется их самоочищение.

Действие химических веществ. Движение микроорганизмов к поступившему в среду их обитания химическому веществу – положительный хемотаксис, движение в обратную сторону от вещества-раздражителя – отрицательный хемотаксис. Положительный хемотаксис микроорганизмы проявляют на вещества, которые активно используют в своих физиологических проявлениях. Среди них: пептон, растворы сахаров, мясной экстракт и т.п.

Ядовитые для микроорганизмов вещества (кислоты, спирты, щелочи, хлорпроизводные, формалин, фенол, перекись водорода и другие) называются антисептиками. Природа их бактериостатического действия различна. Так, кислоты и щелочи гидролизуют белки клеточных структур; формалин способен присоединяться к аминогруппам белков, тем самым разрушая их; фенол и спирты денатурируют белки цитоплазмы; такие окислители, как перекись водорода и хлорпроизводные нарушают течение ферментативных реакций, связанных с процессами окисления.

Действие повышенной концентрации солей. При повышении концентрации солей в среде обитания микроорганизмов нарушаются процессы обмена между клетками и внешней средой: вода выходит из клетки, вследствие чего развивается явление плазмолиза (отставание цитоплазмы от клеточной стенки и цитоплазматической мембраны) и приостанавливается поступление питательных веществ через эти структуры. Бактерицидное действие солей на микроорганизмы нашло свое применение в пищевой промышленности (соление мяса и рыбы впрок). Наряду с этим существуют бактерии, способные активно развиваться в условиях высокой концентрации солей, их называют галофилами.

pH среды. Этот фактор позволяет разделить микроорганизмы на 3 большие группы:

- ацидофилы (кислотолюбивые), оптимальный уровень pH для которых находится в интервале 3,0–6,0. К ним относятся грибы, молочнокислые бактерии и др.;
- нейтрофилы, живущие в интервале pH 6,5–7,5. К ним относится большинство бактерий (бактерии группы кишечных палочек – БГКП, стрептококки, сальмонеллы и большинство патогенных бактерий);
- алкалофилы (щелочелюбивые), pH среды обитания превышает 7,5. В эту группу входит холерный вибрион, Bacillus cereus и др.

Кроме этого, различают кислото- и щелочетолерантные (толерантность – устойчивость) бактерии, способные жить в широком интервале pH от 4,0 до 9,0. К первым относят молочнокислые бактерии, ко вторым – энтеробактерии.

Взаимодействие микроорганизмов

В любой среде обитания микроорганизмов между представителями микробного сообщества возникают взаимоотношения, которые могут носить либо ассоциативный, либо антагонистический характер.

Ассоциативный тип взаимодействия микроорганизмов делится на подтипы:

- симбиоз – сожительство микроорганизмов (грибов и водорослей, объединенных в лишайнике, аэробов и анаэробов в замкнутой системе), приносящее пользу каждой из сторон;
- комменсализм – вид симбиоза, заключающийся в том, что один организм использует пищу или выделения другого, не принося ему вреда (нормальная микрофлора желудочно-кишечного тракта);
- метабиоз – взаимоотношения микроорганизмов, основанные на последовательном использовании продуктов их жизнедеятельности. Например, в процессе разрушения белков (белки – аммиак – нитраты) последовательно участвуют аммонифицирующие, нитрифицирующие и денитрифицирующие микроорганизмы, использующие эти продукты;
- сателлизм – стимуляция роста и развития одних микроорганизмов за счет продуктов жизнедеятельности других. Так, дрожжи – продуценты витаминов – способствуют нормальной жизнедеятельности других микроорганизмов, нуждающихся в витаминах, но не способных их синтезировать в достаточном количестве или вообще не способных к такому синтезу;
- синергизм – осуществление в микробной популяции различными видами микроорганизмов одних и тех же физиологических процессов, приводящих к увеличению синтезируемых веществ. Так, процесс биосинтеза гетероауксина в почве – результат жизнедеятельности микроорганизма рода Azotobacter и Bacillus mycoides.

Открытие явления антагонизма принадлежит Пастеру, описавшему гибель сибиреязвенной палочки при ее совместном культивировании с синегнойной палочкой. Различают несколько видов антагонистических взаимоотношений:

- собственно антагонизм – состояние в микробной популяции, когда один вид микроорганизмов не может развиваться в присутствии другого. Гнилостная микрофлора не может развиваться в прокисшем молоке, так как в нем развиваются антагонисты – молочнокислые бактерии;
- антибиоз – выделение некоторыми микроорганизмами веществ, токсичных для других представителей микробного сообщества (так действуют все микроорганизмы, являющиеся продуцентами антибиотиков);
- паразитизм – существование микроорганизмов за счет других. Наблюдаются различная степень специализации паразитов (приуроченность к различным органам и тканям) и их специфичность (приуроченность определенного вида паразита к определенным видам хозяина). Считают, что

узкая специфичность указывает на давнее происхождение системы. В процессе эволюции паразитической системы наблюдается тенденция к сглаживанию антагонистических отношений между партнерами. Однако даже в самых стабильных системах «паразит-хозяин» отношения между партнерами построены по принципу неустойчивого равновесия, нарушения которого могут привести к распаду системы и гибели одного или обоих партнеров. Паразиты принимают участие в регуляции численности популяций хозяев, а иногда определяют направленность микроэволюционных процессов. Паразиты подразделяются на облигатные (обязательные) и факультативные (необязательные). Видом паразитизма является бактериофагия, при которой бактерия-паразит способна уничтожить бактерию-хозяина или вызвать изменение в ее морфологии и физиологии. Так, некоторые миксобактерии способны вызывать лизис клеточных стенок других бактерий или грибов, не проникая в них. Бактериофаг Bdellovibrio bacteriovorum, напротив, проникает внутрь бактерий-хозяев, как Грам$^{+}$, так и Грам$^{-}$ и размножается в них.

В своей конкурентной борьбе микроорганизмы могут следовать r-стратегии (r – показатель скорости логарифмического роста популяции в нелимитирующей среде) или К-стратегии (К – показатель верхнего предела численности популяции). При обилии пищи r-стратеги быстро размножаются и получают преимущество, но в неблагоприятных условиях быстро отмирают. К-стратеги расходуют больше ресурсов на поддержание жизнеспособности, размножаются медленнее, но зато лучше сохраняются в неблагоприятных условиях.

Развитие микробной популяции

Наблюдать за жизнью микробной популяции в природной среде чрезвычайно сложно, особенно устанавливая те или иные закономерности ее развития, поэтому чаще всего такие наблюдения проводятся в ограниченном объеме, в частности в биореакторе, где микроорганизмы культивируются в строго определенных условиях и их жизнедеятельностью можно легко управлять, изменяя те или иные физико-химические параметры. В ограниченном объеме среды микроорганизмы развиваются, постепенно расходуя питательные вещества, причем их жизнедеятельность подчиняется определенным законам.

Как уже отмечалось, в благоприятных условиях микроорганизмы весьма активно размножаются, при этом время генерации (период между делениями) длится не более 30 мин. В связи с этим у бактерий за сутки сменяется столько поколений, сколько у человека за 5 тысячелетий.

Цикл роста микроорганизмов удобно представить на примере бактериальной популяции. Он делится на 4 основные фазы: лаг-фазу (фазу под-

готовки), фазу экспоненциального роста, максимальную стационарную фазу и фазу отмирания.

Продолжительность лаг-фазы зависит от полноценного состава питательной среды и физико-химических параметров, способных повлиять на состояние микроорганизмов. Именно в этот период в бактериальных клетках происходит активизация синтеза ферментов, нуклеиновых кислот, белков.

В фазу экспоненциального роста происходит увеличение числа клеток бактериальной популяции в геометрической прогрессии. Примем начальное число клеток бактериальной популяции за N_0. После первой генерации оно становится равным N_0 x 2, а спустя n генераций – N_0 x 2^n. Отсюда общее число клеток бактериальной популяции можно рассчитать по формуле: $\lg N = \lg N_0 + n \lg 2$.

Продолжительность экспоненциальной фазы чаще всего незначительная (около 5 ч). Интенсивное деление бактериальных клеток способствует истощению питательной среды, вследствие чего уже в этот период наблюдается некоторое замедление роста бактериальной популяции.

В период максимальной стационарной фазы численность бактериальных клеток достигает максимально возможного уровня и вообще перестает увеличиваться, поэтому количество молодых клеток становится равным количеству погибших. Эта фаза при культивировании E. coli длится сутки.

Фаза отмирания – последний этап развития бактериальной популяции, характеризуется массовой гибелью бактериальных клеток в связи с накоплением в среде обитания токсических продуктов обмена и появлением бактерий, не способных давать потомство.

Круговорот веществ в природе, участие в нем микроорганизмов

Микроорганизмы способны быстро развиваться, но их развитие ограничивают как факторы окружающей среды (косная материя), так и взаимоотношения с другими организмами (живая материя). В целом живая и косная материи тесно связаны между собой. И это взаимодействие осуществляется за счет образования и существования на земле малого биологического круговорота, в свою очередь являющегося частью большого абиогенного круговорота – предмета изучения геохимии и геологии.

В малом биологическом круговороте микроорганизмам принадлежит ведущая роль. Целая плеяда микробиологов в том числе знаменитые российские ученые С.Н. Виноградский, В.Л. Омелянский, Б.Л. Исаченко, Д.М. Новогрудский и многие другие, своими исследованиями способствовали раскрытию закономерностей, протекающих в малом биологическом круговороте. Было показано, что с помощью микрофлоры органические соеди-

нения животного и растительного происхождения разлагаются до углерода, азота и прочих биогенных элементов и вновь используются представителями макро- и микромира в синтетических процессах.

Учение об экологии почвенных микроорганизмов неразрывно связано с именем С.Н. Виноградского, внесшего большой вклад в познание физиологического многообразия микромира. Им были выполнены классические работы по физиологии серобактерий и железобактерий, результатом которых явилось открытие хемосинтеза у бактерий. С.Н. Виноградским был также открыт новый тип питания микроорганизмов – автотрофия, осуществляемая бактериями, способными самостоятельно синтезировать органическое вещество, используя углерод углекислоты и энергию окисления минеральных соединений (NH_3 и H_2S). Всеобщее признание и широкое применение получил разработанный ученым метод элективных (избирательных) сред, позволивший выделить из естественной среды ряд новых микроорганизмов и определить их роль в круговороте веществ.

Ученик С.Н. Виноградского В.Л. Омелянский, изучая процессы разложения органического вещества, впервые выделил целлюлозоразрушающие бактерии, описал их физиологию и химизм самого процесса. Им были изучены микроорганизмы, участвующие в круговороте азота, особенно свободноживущие азотфиксаторы и нитрификаторы. Исследования В.Л. Омелянского легли в основу первого русского учебника «Основы микробиологии», выдержавшего 9 изданий, а одна из последних работ «Роль микроорганизмов в выветривании горных пород» заложила основу геологической микробиологии.

Экологическое направление в микробиологии разрабатывалось Б.Л. Исаченко, впервые исследовавшим распространение микроорганизмов в Северном Ледовитом океане и указавшим на их важную роль в геологических процессах и круговороте веществ в водоемах. Именно поэтому ученого считают одним из основоположников водной микробиологии.

Участие микроорганизмов в круговороте углерода

С одной стороны, круговорот углерода обеспечивается процессом фотосинтеза, в котором наравне с зелеными растениями принимают участие фотосинтезирующие микроорганизмы; с другой - круговорот углерода тесно связан с процессами минерализации (разрушения, распада) высокомолекулярных безазотистых соединений, которые осуществляются посредством самых разнообразных микроорганизмов. Разложение органических веществ, не содержащих азота, происходит либо путем неполного окисления (брожения), либо полного окисления (дыхания).

Значение брожения было установлено еще Л. Пастером. Благодаря брожению безазотистые органические соединения, в частности углеводы, превращаются в продукты неполного окисления – спирты, альдегиды, ор-

ганические кислоты. В соответствии с накапливающимися в результате брожения продуктами различают виды брожения:

- молочнокислое;
- пропионовокислое;
- маслянокислое;
- ацетоноэтиловое;
- ацетонобутиловое;
- анаэробное разложение целлюлозы (клетчатки).

Биологическое значение брожения заключается в образовании энергии для жизнедеятельности микроорганизмов. При этом следует отметить, что при дыхании разложение безазотистых органических веществ идет до CO_2 и H_2O, а при брожении – до промежуточных соединений, свойственных каждому из видов брожения. Именно поэтому энергетический выход при брожении превышает таковой при дыхании (см. раздел «Общие представления об обмене веществ у микроорганизмов»).

Молочнокислое брожение. Делится на 2 вида: типичное (гомоферментативное) и нетипичное (гетероферментативное). Первый вид молочнокислого брожения вызывают как шаровидные, так и палочковидные виды бактерий, среди которых стрептококки (Streptococcus lactis) и болгарская палочка (Lactobacterium bulgaricum). Нетипичное молочнокислое брожение вызывают гетероферментативные молочнокислые стрептококки. Этот тип брожения характеризуется тем, что помимо молочной кислоты образуются летучие кислоты (уксусная, янтарная), а также CO_2 и ароматические вещества, которые способны придавать молочнокислым продуктам приятные аромат и вкус.

Пропионовокислое брожение. Имеет сходство с нетипичным молочнокислым брожением. Конечные продукты этого вида брожения – пропионовая и уксусная кислоты, CO_2 и H_2O, которые образуются за счет развития микроорганизмов рода Propionibacterium.

Спиртовое брожение. Его вызывают дрожжи и некоторые грибы. В результате этого вида брожения углеводы превращаются в этиловый спирт и CO_2.

Маслянокислое брожение. Вызывается маслянокислыми бактериями, среди которых наиболее важными представителями являются спорообразующие палочки рода Clostridium с центральным, субтерминальным и терминальным расположением спор. Продуктами этого вида брожения являются масляная кислота, CO_2 и H_2.

Анаэробное и аэробное разложение клетчатки. Половина всего углерода нашей планеты заключена в целлюлозе (клетчатке), которая в нативном состоянии животными не усваивается. В то же время клетчатка легко разрушается либо под действием сильных химических окислителей, либо под действием специального ферментативного целлюлозоразрушающего комплекса.

Анаэробное разрушение клетчатки вызывают спорообразующие бактерии – бациллы и клостридии, способные развиваться при различных температурах, в том числе при температуре +60 ^{0}С. Оптимум температуры для одного из типичных представителей Clostridium thermocellum – +65 ^{0}С. При анаэробном разложении клетчатки образуются летучие кислоты, C_2H_5OH, разнообразные газы, в том числе CO_2 и H_2.

Помимо разложения углеводов и других безазотистых высокомолекулярных соединений до промежуточных продуктов, их разложение может пойти дальше, сопровождаясь образованием CO_2 и H_2O. Разложение клетчатки углубляется за счет бактерий, относящихся к родам: Cytophaga, Cellvibrio, Cellfalcicula. Кроме бактерий в этом процессе участвуют актиномицеты и грибы.

Участие микроорганизмов в круговороте азота

Микроорганизмы принимают очень активное участие в трансформации азотсодержащих соединений, в которой выделяют основные биохимические процессы, обеспечиваемые микроорганизмами: гниение (аммонификация), нитрификация, денитрификация, фиксация атмосферного азота.

Аммонификация – процесс разложения белковых веществ под действием протеолитических ферментов, выделяемых микроорганизмами в окружающую среду, идущий с выделением аммиака. Его обеспечивают так называемые аммонифицирующие микроорганизмы или аммонификаторы. Гниение белковых веществ осуществляется как в аэробных, так и анаэробных условиях, иногда в нем участвуют факультативные анаэробы. Среди аэробных аммонификаторов выделяются Bacillus mycoides (грибовидная бацилла), Bacillus mesentericus (картофельная бацилла), Bacillus megatherium (капустная бацилла), Bacillus subtilis (сенная бацилла), Serratia marcescens (чудесная палочка), которая получила свое название в связи со способностью образовывать кроваво-красный пигмент. Анаэробную аммонификацию обеспечивают бактерии рода Clostridium. Среди факультативно-анаэробных микроорганизмов – перитрихи: чрезвычайно полиморфная бактерия Proteus vulgaris (вульгарный протей) и E. coli. В процессе аммонификации помимо бактерий активное участие принимают актиномицеты и грибы, но их способность к разложению белковых веществ существенно ниже.

Нитрификация – следующий этап трансформации белковых веществ, в результате которого аммиак, образованный в итоге гниения белковых веществ, последовательно превращается в нитриты и нитраты (соли азотистой и азотной кислот): $NH_3 \rightarrow HNO_2 \rightarrow HNO_3$. Первая фаза процесса нитрификации обеспечивается бактериями рода Nitrosomonas, вторая – бактериями рода Nitrobacter. Эти бактерии широко распространены в почвах, особенно в почвах со щелочной реакцией (pH = 8…9). Нитрифици-

рующие микроорганизмы – типичные хемосинтетики, так как способны к синтезу органических соединений из CO_2 и H_2O за счет химической энергии окисления аммиака до азотистой и азотной кислот.

Денитрификация – процесс, обратный нитрификации, заключающийся в восстановлении нитратов и нитритов до аммиака. Этот процесс делится на прямой и косвенный. Прямая денитрификация обеспечивается непосредственно денитрифицирующими микроорганизмами (Bacterium denitrificans, Bacterium fluorescens и др.), широко распространенными в почве, водоемах, навозе. Косвенная денитрификация осуществляется чисто химическим путем при взаимодействии HNO_2 с аминными соединениями. В этом виде денитрификации роль микроорганизмов косвенная – образование нитратов и нитритов как исходных соединений для денитрификации. Микроорганизмы, обеспечивающие денитрификационный процесс, хорошо развиваются в условиях высокой влажности и пониженной аэрации.

Азотфиксация – процесс усвоения микроорганизмами азота воздуха, присущий только им. Азотфиксацию осуществляют как симбиотические микроорганизмы, так и свободноживущие. К первой группе относятся клубеньковые бактерии, живущие в симбиозе с бобовыми растениями, микроскопические грибы в содружестве с небобовыми культурами и так называемые ассоциативные азотфиксаторы, живущие в содружестве с корневой системой самых различных растений. Вторую группу представляют аэробные (Azotobacter chroococcum) и анаэробные (Clostridium pasteurianum) азотфиксаторы. Извлечение азота из воздуха благодаря деятельности микроорганизмов происходит в довольно ощутимом объеме: для симбионтов – 50–400 кг азота / га почвы, для свободно живущих – не более 30 кг азота / га.

Роль азотфиксации очень важна в процессе круговорота веществ в природе. Если бы этот процесс отсутствовал, фиксация атмосферного азота могла бы происходить только за счет электрических разрядов, возникающих во время гроз или фотохимического окисления.

Микроорганизмы в круговороте фосфора, калия, железа и серы

Фосфор присутствует в почве в органической и минеральной форме, трудно усваиваемой растениями. Так называемые фосфатмобилизующие микроорганизмы переводят трудно растворимые соединения фосфора в растворимую форму, доступную для растений. Фосфор, преобразованный микроорганизмами, способен вновь закрепляться в почве. Из почвы фосфор теряется за счет образования летучего соединения PH_3, а также вследствие вымывания и последующего попадания в водные бассейны, в которых образует осадки.

Калий находится в почве в основном в составе минералов. Их разложение происходит под действием почвенных микроорганизмов, осуществляющих в частности процессы нитрификации и брожения, в результате которых образуются сильные растворители калийсодержащих минералов – неорганические и органические кислоты. Калий является одним из важнейших биогенных элементов, участвующих в регуляции процесса синтеза аминокислот и белков, тем не менее его содержание в почве в доступной для растений форме обычно ниже нормы.

Железобактерии – аэробные микроорганизмы, которые способны осуществлять процессы окисления закисных солей железа и марганца (растворимых в воде) в окисные (нерастворимые). Благодаря этому процессу они способны образовывать железные и марганцевые руды высокой степени чистоты. Среди железобактерий выделяются нитчатые бактерии рода Leptothrix, гидрат окиси железа у которых откладывается в слизистых капсулах (влагалищах), покрывающих клетки, причем поперечник отложений обычно превышает поперечник самой бактерии. В то же время отложение железа у бактерий, относящихся к роду Gallionella, происходит снаружи бактериальной клетки, хотя сам процесс окисления закиси железа в окись протекает внутри.

Сера поступает в биосферу нашей планеты в результате вулканической деятельности. В организме животных, человека и растений она содержится в аминокислотах и, следовательно, в белках. В высвобождении серы из белков участвуют аммонификаторы, в результате чего образуется сероводород (H_2S). Далее H_2S окисляется до сульфата, который используется растениями. В этом процессе участвуют тионовые бактерии (род Tiobacillus). При избытке в почве ионов водорода формируются анаэробные условия, вследствие этого происходит восстановление сульфатов до H_2S, и цикл превращений серы повторяется вновь. Процесс восстановления серы обеспечивают сульфатредуцирующие бактерии, в частности из рода Desulfobibrio.

Помимо рассмотренных циклов биогенных элементов, имеющих основополагающее значение в процессах круговорота веществ в природе, микроорганизмы способны вовлечь в биологический круговорот практически все элементы, составляющие биосферу. Очень важны превращения, осуществляемые микроорганизмами, при вовлечении ими в круговорот веществ, содержащих микроэлементы. Чаще всего микроэлементы используются организмами в незначительных дозах, но их роль в обменных процессах чрезвычайно высока. К таким микроэлементам относят молибден, кобальт, медь, бор, цинк и др. Их роль в живых организмах связывается с вхождением в ферментативные комплексы, витамины, гормоны и ряд других веществ, имеющих физиологическое значение.

ЧАСТЬ II. САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД И ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Учитывая сложные цепи превращений, осуществляемых микроорганизмами в процессе малого биологического круговорота, следует помнить, что любое нарушение среды обитания этих существ может повлечь за собою разрушение отлаженных закономерностей, вследствие чего контроль за состоянием окружающей среды приобретает особое значение. Контроль за состоянием объектов окружающей среды должен сопровождаться наблюдением за жизнедеятельностью микрофлоры, особенно тех ее представителей, которые могут резко изменить экологическую или санитарную обстановку в отдельных природных средах и производственных объектах. Эти вопросы, игнорирование которых способно нанести человеческой популяции ущерб, находятся в компетенции санитарной микробиологии, ставящей и решающей задачи:

1) изучение закономерностей взаимообмена потенциально опасных для человека микроорганизмов между микропопуляциями людей, животных и совокупностью объектов окружающей среды, включая условия существования микроорганизмов в этих средах;

2) поиск и использование микробиологических методов оценки безопасности для человека пищевых продуктов, воды, воздуха и разнообразных предметов и материалов;

3) разработка нормативов, устанавливающих соответствие качественного и количественного состава микрофлоры конкретных объектов внешней среды гигиеническим требованиям;

4) выдвижение рекомендаций с целью оздоровления внешней среды посредством антимикробных мероприятий и оценки их эффективности.

Стандартная микробиологическая лаборатория. Основные методы работы

Устройство лаборатории. Оборудование и приборы, эксплуатация

Микробиологические лаборатории подразделяют на научно-исследовательские, научно-практические, практические учреждения либо подразделения медицинских, ветеринарных, сельскохозяйственных учреждений

или промышленных предприятий, проводящих исследования микроорганизмов и вызываемых ими явлений.

Для микробиологической лаборатории обычно отводится специальное помещение, состоящее из комплекса комнат, разделяющегося на «чистую» и «заразную» зоны.

В «чистой» зоне располагаются: комната для верхней одежды, помещения для проведения подготовительных работ (препараторская, моечная, средоварочная), стерилизационная, комната с холодильной камерой или холодильниками для хранения питательных сред и диагностических препаратов, комната отдыха и приема пищи, комната для надевания рабочей одежды, комната для работы с документацией и литературой, кабинет заведующего, подсобные помещения.

В «заразной» зоне располагаются: комната для приема и регистрации материала, боксированные помещения или помещения, оснащенные боксами биологической безопасности, термостатная комната, автоклавная для обеззараживания и профильные комнаты, в которых осуществляются бактериологические, серологические, гельминтологические, зооэнтомологические и прочие работы.

Назначение некоторых комнат микробиологической лаборатории:

- препараторская комната является местом работы обслуживающего персонала и подготовки оснащения к проведению микробиологического анализа;

- средоварочная комната предназначена для приготовления питательных сред; в ней допускается размещать автоклав для их стерилизации;

- моечная комната обеспечена холодной и горячей водой и необходима для подготовки посуды к стерилизации;

- автоклавная комната служит для обеззараживания и стерилизации, в ней размещают стерилизующее оборудование: автоклавы и сушильные шкафы. Стерилизации подвергают питательные среды и инструменты, а обеззараживанию – отработанный инфицированный материал;

- бокс-комната используется для пересева культур микроорганизмов и требует стерильных условий. Качественная стерилизация бокса достигается применением бактерицидной лампы. Бокс оборудуется предбокс-ником, служащим шлюзом для перехода из стерильной зоны в общую;

- термостатная комната предназначена для культивирования микроорганизмов.

В микробиологических лабораториях размещают специализированное оборудование, которое позволяет осуществлять весь цикл работ по обеспечению запланированного микробиологического анализа, направленного на тестирование самых разнообразных материалов.

Важнейшей частью работы в микробиологической лаборатории является стерилизация (от лат. sterilitas – бесплодный) – полное уничтожение микроорганизмов в объектах с целью исключения микробного загрязнения

питательных сред, культур клеток и др. при микробиологических исследованиях и в биотехнологических производствах, а также для предупреждения их заноса в организм и предотвращения микробной биодеградации различных материалов.

Процесс стерилизации включает этапы дезинфекции, очистки с помощью моющих средств, сборки, группировки и размещения материалов в контейнере и камере стерилизатора, собственно стерилизации, сушки, контроля и хранения. Этапы дезинфекции, очистки, размещения преследуют цель снижения числа микроорганизмов на объекте и облегчения доступа к ним стерилизанта; этап стерилизации – полного освобождения объекта от микроорганизмов; этап контроля – проверки эффективности стерилизации с помощью механических, химических и биологических методов; этапы сушки и хранения – предупреждения повторной микробной контаминации в период от стерилизации до использования.

В качестве стерилизантов используют насыщенный высокотемпературный водяной пар (стерилизация паром), сухой горячий воздух (стерилизация жаром), химические вещества (стерилизация химическая), газ (стерилизация газовая), реже используют ионизирующие излучения (лучевая стерилизация), фильтрование через мелкопористые фильтры (механическая стерилизация), многократное прогревание жидкостей на водяной бане при 100 ^{0}С (дробная стерилизация) или 56 ^{0}С (тиндализация).

Кипячение, однократное прогревание при 100 ^{0}С, облучение УФЛ не относятся к методам стерилизации, так как не обеспечивают полного уничтожения микроорганизмов, особенно спор.

Стерилизация паром. Насыщенный водяной пар под давлением обладает бактерицидными свойствами, не повреждает большинство стерилизуемых материалов и не нуждается в освобождении от стерилизанта. Для данного вида стерилизации характерны надежность, доступность, безопасность для персонала, экономичность, высокая степень автоматизации. Стерилизующий эффект пара связан с прогреванием объекта в процессе конденсации пара в воду на поверхности и внутри предмета. Выпускают два типа паровых стерилизаторов:

- стерилизаторы перемещения тяжестью; в них поток пара проникает в верхнюю часть камеры и вытесняет из нее воздух через дренажную трубку. Давление и температура пара возрастают и достигают установленной величины. Постоянную температуру до окончания экспозиции поддерживает таймер. По окончании экспозиции пар выводится через дренаж из камеры, рубашка камеры остается горячей и ее сухой жар высушивает стерилизуемые объекты. Крышка открывается при снижении температуры камеры до 90 ^{0}С;

- предвакуумный паровой стерилизатор; в нем вакуумная система в 2 цикла вытягивает большую часть воздуха из камеры и стерилизуемых объектов через дренаж, после чего камеру и ее рубашку наполняют паром под

давлением. Давление и постоянная температура поддерживаются автоматически. После окончания срока стерилизации камера освобождается от пара, и объекты высушиваются с помощью вакуумной системы.

В зависимости от стерилизуемых объектов температура пара в паровых стерилизаторах – 110–138 ^{0}С, давление пара – 0,4–2,5 атм., экспозиция – 15–60 мин. Паром стерилизуют почти все изделия из металла, стекла, термостойкой пластмассы, резины, питательные среды, в том числе жидкие, лекарственные препараты. Стерилизация паром – предпочтительный способ стерилизации.

Стерилизация жаром. Стерилизуют ограниченный круг объектов: изделия из стекла и других термостойких материалов, безводные гидрофобные порошки, вазелин, предметы, не пропускающие необходимый уровень влаги. Осуществляют в сухожаровых шкафах. Обязательным условием эффективности стерилизации жаром является правильное соотношение между температурой и экспозицией, которое выражается так: при 180 ^{0}С – 1/2 ч, при 170 ^{0}С – 1 ч, при 160 ^{0}С – 2 ч, при 150 ^{0}С – 2,5 ч, при 140 ^{0}С – 3 ч, при 120 ^{0}С – 6 ч.

*Стерилизация химическая п*роводится с помощью химических веществ, обладающих биоцидным действием: 2 %-ного щелочного водного раствора глютаральдегида и 20 %-ного раствора формальдегида в 70 %-ном этаноле. Химическая стерилизация осуществляется путем полного погружения объекта в раствор на относительно долгое время (около 10 ч) при комнатной температуре. При повышении температуры раствора до 40–50 ^{0}С эффективность стерилизации резко возрастает, при температуре ниже 20 ^{0}С, а также в кислой среде стерилизующий эффект может утрачиваться.

По окончании срока стерилизации предметы извлекают из раствора и в асептических условиях несколько раз споласкивают стерильной водой во избежание химических ожогов при контакте такого предмета с кожей и слизистыми оболочками.

Стерилизация газовая. В настоящее время используют этиленоксид – бесцветный газ, легко проникающий сквозь упаковочные материалы, хорошо контактирующий со всей поверхностью плотных предметов и легко проникающий в жидкие вещества, а также устраняющийся обычным проветриванием. Уничтожает все формы микроорганизмов, включая споры. Из-за сильной токсичности и длительности процесса газовая стерилизация используется только для обработки предметов, которые повреждаются при паровой стерилизации.

Контроль стерилизации:

1. Механический контроль, состоящий в визуальном и инструментальном контроле за всеми параметрами стерилизации. Измерительная аппаратура должна периодически контролироваться в государственном метрологическом учреждении.

2. Химический контроль, проводимый с помощью индикаторов, изменяющих цвет или плавящихся при достижении определенного уровня температуры, влажности, концентрации стерилизанта. Наружные индикаторы в виде стерилизационной ленты (окрашенной или нет) наносят на упаковку простерилизованного предмета, они указывают на то, что предмет прошел стерилизацию; внутренние химические индикаторы свидетельствуют о том, были ли стерилизуемые объекты подвергнуты действию одного или нескольких видов стерилизации, но не о стерильности объекта. Показатели внутренних химических индикаторов снимаются после окончания стерилизации.

3. Биологический контроль непосредственно указывает, произошло уничтожение микроорганизмов в процессе стерилизации или нет, то есть стерилен или нестерилен объект. Для паровой стерилизации в качестве биологического индикатора используют споры B. stearothermophilus, для стерилизации этиленоксидом – B. subtilis.

Бокс микробиологической лаборатории – специальное изолированное помещение, предназначенные для выполнения работ, требующих особой стерильности или безопасного пребывания людей. Микробиологический бокс используется для работ с инфекционными (посевы, пересевы, разведения и др.) и стерильными (приготовление питательных сред, культур тканей, разлив иммунных сывороток и др.) материалами.

В боксе должны быть созданы такие условия, которые, с одной стороны, исключали бы возможность лабораторного заражения сотрудников, а с другой, – предупреждали бы контаминацию стерильных материалов микроорганизмами. Пол, стены и двери бокса должны быть гладкими, сделаны из материала, хорошо поддающегося мойке и дезинфекции. Оборудование бокса: стол, табуреты, стеклянный шкаф для стерильных материалов, штативы, осветительные и бактерицидные лампы. В современных боксах имеются система подачи стерильного воздуха или устройство для ламинарного потока воздуха, создающего высокую степень стерильности и безопасности.

Термостат – аппарат, постоянно поддерживающий заданную температуру и используемый для культивирования микроорганизмов, культур клеток, протекания иммунологических или биохимических реакций. Состоит из нагревателя, термостатирующей камеры, вертикально разделенной на секции перфорированными полками, двойных стенок, между которыми размещается воздух или дистиллированная вода. Наружная стенка сделана из теплоизоляционного материала или содержит его. Дверцы также двойные, плотно закрывающиеся. Температура регулируется терморегуляторами различного типа.

Микроскопия в микробиологической лаборатории используется для выявления микроорганизмов в различных субстратах; ориентировочной идентификации микроорганизмов в исследуемом образце; определения не-

которых морфологических признаков; изучения окрашенных мазков из колоний чистых культур. Существуют несколько различных видов микроскопии: световая, темнопольная, фазово-контрастная, люминесцентная, электронная.

Световой микроскоп – сложный оптический прибор, предназначенный для наблюдения за живыми и неживыми объектами. Состоит из механической (предметного столика с держателем предметного стекла и двумя винтами, перемещающими столик в двух перпендикулярных направлениях; тубуса; тубусодержателя; макро- и микровинтов), осветительной (осветителя, зеркала с плоской и вогнутой поверхностями и конденсора, расположенного под предметным столиком и состоящего из 2 линз, ирисовой диафрагмы и оправы светофильтров) и оптической (набора объективов и окуляров) частей.

В световом микроскопе луч от источника света попадает на зеркало, отражаясь от него и проходя через конденсор, концентрируется на объекте, находящемся на предметном столике. Часть прошедших через объект лучей попадает в объектив, преломляется в нем и дает увеличенное обратное действительное изображение объекта на уровне диафрагмы окуляра. Изображение объекта в плосковыпуклой линзе окуляра – мнимое прямое увеличенное. В целом объектив и окуляр дают обратное мнимое и увеличенное изображение объекта. Увеличение микроскопа равно произведению увеличения объектива на увеличение окуляра. В бактериологии обычно используют полезное увеличение в 900 раз (объектив – 90х, окуляр – 10х).

Для изучения объектов, которые меньше 0,2 мкм и обладают малой контрастностью, используют микроскопию в отраженном свете, подбирая для этого специальные темнопольные конденсоры (микроскопия в темнопольном микроскопе).

Живые и неокрашенные объекты позволяет изучать фазово-контрастная микроскопия путем повышения их контрастности (при прохождении света через окрашенные объекты изменяется амплитуда световой волны, а при прохождении через неокрашенные – фаза световой волны, что используется для получения высококонтрастного изображения).

Люминесцентная микроскопия применяется для наблюдения за люминесцирующими (флюоресцирующими) микроорганизмами, обработанными специальными флюорохромами (флюоресцеин, родамин). Преимущество люминесцентной микроскопии перед световой состоит в ее более высокой разрешающей способности и быстроте выявления микроорганизмов, что привело к широкому использованию микроскопии этого вида для экспресс-диагностики инфекционных заболеваний. Объекты или их части, не видимые в световой микроскоп, наблюдают в электронный микроскоп, используя вместо видимого света пучки электронов, а вместо стеклянных оптических линз – электромагнитные.

Реактивы и некоторые биологические препараты, используемые для приготовления питательных сред, изучения жизнедеятельности микроорганизмов, дезинфекции помещения лаборатории хранят в подвале или в темном стенном шкафу, где сухо, температура невысокая и без резких колебаний в течение года.

Оборудование рабочего места включает стол, покрытый стеклом (пластиком), на котором должны находиться бактериологическая петля, пинцет, банка с дезинфицирующей жидкостью и газовая (спиртовая) горелка. По окончании работы стол приводят в порядок и дезинфицируют. В микробиологической лаборатории должен храниться как минимум недельный запас дезинфицирующих средств. Дезинфицирующие растворы готовит лаборант или дезинфектор. На емкости с дезинфицирующим раствором должно быть указано его название, концентрация и дата приготовления.

Ежедневно помещение микробиологической лаборатории убирают влажным способом. Текущая уборка помещений в «чистой» зоне лаборатории проводится с применением моющих средств, а в заразной – с применением дезинфектантов.

Комнаты лаборатории, в которых проводится работа с патогенными биологическими агентами (ПБА): бактериями, вирусами, хламидиями, риккетсиями, простейшими, грибами, микоплазмами, генно-инженерно - модифицированными микроорганизмами, ядами биологического происхождения, гельминтами, а также с материалами, включая кровь и другие биологические жидкости и экскреты организма, подозрительными на содержание выше перечисленных агентов, оборудуются бактерицидными лампами. Лампы включают после проведения влажной уборки. Вход в помещение разрешается только после проветривания не ранее чем через 30 мин. При применении безозоновых бактерицидных ламп проветривание не требуется.

Лаборатория должна быть обеспечена водопроводом, канализацией, электричеством, отоплением и вентиляцией. При ориентации окон лаборатории на юг необходимо предусмотреть защиту рабочих столов от попадания прямого солнечного света путем использования светозащитных пленок или жалюзи из материала, устойчивого к дезинфектантам. На окна цокольного и первого этажей следует устанавливать металлические решетки, не нарушающие правил пожарной безопасности.

Лаборатория должна быть обеспечена средствами пожаротушения. Помещения микробиологической лаборатории должны быть непроницаемы для грызунов и насекомых.

Методы микробиологического исследования

Существует несколько методов, применяемых в микробиологической практике, среди которых наиболее часто применяют первые два метода:

1. Микроскопический метод – изучение живых или убитых микроорганизмов в окрашенном или неокрашенном виде с помощью микроскопа. С помощью этого метода определяют форму, величину, взаимное расположение клеток, подвижность, отношение к окраске.

2. Бактериологический (микробиологический) метод – выращивание микроорганизмов на питательных средах и изучение свойств чистой культуры, полученной из одного образца материала и обладающей высокой однородностью свойств, поскольку она обычно происходит из одной особи.

3. Биологический метод – изучение некоторых свойств (вирулентных, патогенных) микроорганизмов на лабораторных животных (белых мышах, морских свинках, кроликах, голубях и др.).

4. Серологический метод (от лат. serum – сыворотка и logos – учение) – совокупность пробирочных реакций, основанных на взаимодействии специфических антител с антигенами и направленных на выявление в сыворотке крови и др. жидкостях организма (ликворе, моче, фильтрате испражнений, промывных водах бронхов, полости рта, глотки, носа) антител к антигенам возбудителей инфекционных болезней. Обнаружение в сыворотке крови больного антител против антигенов возбудителя позволяет поставить диагноз болезни. К серологическому методу также следует отнести пробирочные реакции, имеющие целью обнаружение в сыворотке крови и других субстратах антигенов микробов, различных биологически активных веществ, групп крови, тканевых и опухолевых антигенов, иммунных комплексов, рецепторов клеток и др. При выделении микроорганизма от больного проводят идентификацию возбудителя путем изучения его антигенных свойств с помощью иммунных диагностических сывороток, то есть сывороток крови гипериммунизированных животных, содержащих специфические антитела.

Для выявления антител, а также антигенов используют разнообразные реакции (агглютинации, иммунофлуоресценции, пассивной гемагглютинации, иммуноэлектрофоретический метод и др.), которым свойственно несколько общих характеристик:

- они являются реакциями взаимодействия антител и антигенов;
- во всех случаях для установления присутствия антител в исследуемом субстрате необходим набор известных стандартных антигенов – диагностикумов;
- для установления присутствия антигенов нужен набор иммунных диагностических сывороток;

- взаимодействие антигенов и антител осуществляется только в присутствии электролита, в качестве которого обычно используют физраствор или буферные смеси, pH системы должен быть около 7.

Серологические реакции, позволяющие установить различия в антигенной структуре штаммов микроорганизмов одного и того же вида (подвида), лежат в основе их деления на серовары.

Основные принципы проведения санитарно-микробиологических исследований

Любые исследования, тем более связанные с человеческой жизнедеятельностью, проводятся с соблюдением определенных правил, которые позволяют четко охарактеризовать состояние любого объекта, попавшего в поле зрения санитарной микробиологии. При проведении санитарно-микробиологического контроля следует выполнять правила:

- отбор образцов для микробиологического анализа следует проводить с использованием правил асептики (исключающих заражение);
- отбор образцов должен проводиться с учетом пространства и времени, что связано с постоянным воздействием на объекты, в которых обитают микроорганизмы, различных факторов внешнего воздействия, которые способны очень быстро и неравномерно изменить их численность;
- анализ отобранных образцов должен быть проведен либо немедленно, либо спустя 12–24 ч после хранения в холодильнике;
- для сравнения результатов, полученных в различных лабораториях, следует применять только стандартные и унифицированные методы, изложенные в соответствующих ГОСТах;
- микробиологические исследования следует проводить комплексно, выявляя непосредственно патогенные микроорганизмы – прямое обнаружение, оценивая загрязнение объектов путем выявления общей микробной обсемененности (общего микробного числа – ОМЧ) и санитарно-показательных микроорганизмов (СПМ) – косвенный метод эколого-санитарной оценки;
- микробиологический метод исследования природных и рукотворных объектов следует совмещать с исследованием их органолептических и физико-химических свойств.

Характеристика основных групп санитарно-показательных микроорганизмов – индикаторов фекального загрязнения

Санитарно-микробиологическая оценка состояния исследуемых объектов призвана выявить степень их доброкачественности. Но не все микроорганизмы способны дать истинный ответ. С этой целью в санитарной

микробиологии используются так называемые санитарно-показательные микроорганизмы (СПМ) – индикаторы, являющиеся если не абсолютным, то удовлетворительным тестом, способным охарактеризовать санитарно-микробиологическое состояние того или иного объекта.

Микроорганизмы-индикаторы делятся на три группы:

- индикаторы фекального загрязнения, являющиеся обитателями кишечника животных и человека – E. coli, энтерококки, протеи, сальмонеллы, термофилы, Clostridium perfringens, бактериофаги, дрожжи рода Candida;
- индикаторы орального загрязнения, являющиеся обитателями верхних дыхательных путей и носоглотки – гемолитические стрептококки (Streptococcus pyogenes) и золотистые стафилококки (Staphylococcus aureus);
- индикаторы процесса самоочищения – обитатели природных сред – аммонифицирующие и нитрифицирующие микроорганизмы, грибы, актиномицеты, сине-зеленые водоросли.

Escherichia coli является одним из фоновых видов кишечника человека и животных, способствует защите организма хозяина от патогенных бактерий, выполняет метаболическую и иммунизаторную функции. E. coli считается родоначальником всех СПМ, в качестве таковой эта бактерия была предложена еще в 1888 г. Обнаружение бактерий этого вида в исследуемом объекте характеризует степень его бактериальной загрязненности, свидетельствуя об уровне санитарного благополучия.

E. coli относится к роду палочковидных перитрихиальных аспорогенных Грам$^-$ факультативно-анаэробных бактерий из семейства Enterobacteriaceae. В роду выделяют виды: E. coli, E. blattae, E. fergusonii, E. hermannii, E. vulneris.

Морфология кишечной палочки типична для энтеробактерий. У некоторых штаммов есть капсула, микрокапсула, реснички. Они хорошо и быстро растут на основных питательных средах в аэробных условиях при слабощелочной реакции среды и при температуре 35–37 ^{0}С, формируя гладкие мутные колонии диаметром 1–3 мм.

Штаммы, обитающие у теплокровных животных, могут размножаться при 42–43 ^{0}С. Глюкозу ферментируют с выделением смеси кислот, H_2 и CO_2. Ферментируют лактозу (иногда замедленно), маннит, мальтозу и другие углеводы. Способны к образованию индола. Чувствительны к аминогликозидам, тетрациклинам. Для внутривидовой систематики применяют серотипирование, фаготипирование и колицинотипирование.

Свойства, обнаруженные у E. coli, позднее были выявлены и у других бактерий, являющихся обитателями кишечного тракта человека и животных. Всех их объединяют в отдельную группу, обладающую аналогичными санитарно-показательными свойствами. Эта группа носит название

«бактерии группы кишечных палочек» (или БГКП) и условно подразделяется на 3 подгруппы:

1. БГКП, способные сбраживать сахара (лактозу и глюкозу или только глюкозу) при 37 ^{0}С и не проявляющие оксидазной активности. В эту подгруппу помимо E. coli входят другие представители семейства Enterobacteriaceae, в том числе бактерии родов Enterobacter, Citrobacter, Klebsiella. Представители этой подгруппы БГКП вообще не должны обнаруживаться в изначально чистых или прошедших термообработку объектах. В связи с этим выявление БГКП, относящихся к 1-й подгруппе, в питьевой или дистиллированной воде, в термически обработанных пищевых продуктах (мясных, рыбных и прочих), в отобранном из пастеризатора молоке, в различных блюдах, приготовленных на предприятиях общественного питания, а также в смывах, взятых спустя час после проведения дезинфекции, свидетельствует об их санитарном неблагополучии.

2. БГКП, сбраживающие лактозу и глюкозу до газа при температуре 43–44,5 ^{0}С. Эта подгруппа, как и первая, представлена большим количеством бактерий из семейства Enterobacteriaceae, а их обнаружение свидетельствует о неопределенном по времени фекальном загрязнении исследуемых объектов. В отношении этой подгруппы особенно высокие требования предъявляются к объектам, прошедшим термическую обработку. В связи с этим проводится обязательный контроль поверхностей пищевых продуктов, вторых и третьих блюд на раздаче, пищевых продуктов, имеющих жидкую консистенцию и смывов.

3. БГКП, сбраживающие лактозу до газа при температуре 43–44,5 ^{0}С. Обнаружение микроорганизмов этой подгруппы в исследуемом объекте почти всегда свидетельствует о его свежем фекальном загрязнении.

Все же E. coli и другие представители БГКП не считаются четкими индикаторами санитарной чистоты исследуемых объектов. Во-первых, они не способны долго выживать в пищевых продуктах в отличие от многих патогенных микроорганизмов – энтеровирусов, шигелл, паратифозных палочек. Во-вторых, были выявлены случаи сальмонеллеза водного происхождения, когда на фоне кажущегося санитарного благополучия водоема (при содержании E. coli в незначительном количестве – 4 бакт./л) выявляли высокий уровень содержания сальмонелл - в 4–5 раз выше содержания E. coli.

Бактерии родов Enterococcus и Proteus

Род Enterococcus. Представители рода широко распространены в природе. Факультативные Грам$^+$ анаэробы, спор не образуют. В мазках из сахарных сред имеют круглую, овальную или ланцетовидную форму, располагаются парами, небольшими скоплениями, реже – короткими цепочками. Подвижны, либо неподвижны, иногда синтезируют капсулу. На жидких средах дают диффузный рост, на плотных – мелкие круглые выпуклые блестящие колонии или нежный налет. Растут при 10 ^{0}С и 45 ^{0}С,

pH = 9,6, в молоке с 0,1 % метиленовым синим, в 10 и 40 % желчи. В средах с молоком, кровью, сывороткой формируют водонерастворимый пигмент белого или лимонно-желтого цвета.

Энтерококки являются одним из фоновых видов микроорганизмов в кишечнике человека, млекопитающих, птиц. Нередко обнаруживаются на коже промежности и в просвете половых путей, полостей глотки, рта, носа.

Долго живут в пищевых продуктах, в которых при комнатной температуре могут размножаться. Устойчивы к высушиванию, свету, низкой температуре. Типовой вид – E. faecalis – использует аргинин как источник энергии, сбраживает сорбит, но не сбраживает арабинозу, не нуждается в фолиевой кислоте, редуцирует трифенилтетразолий хлорид (ТТХ). В род также входят виды E. faecium, E. durans, E. gallinarum, E. hirae, E. saccharolyticus, E. solitarius и др. Для энтерококков свойственно быстрое отмирание во внешней среде, гораздо более раннее, чем для E. coli. Поэтому выявление этих бактерий практически всегда свидетельствует о свежем фекальном загрязнении. Этих представителей СПМ принято определять в воде, почве, а также в пищевых продуктах.

Протеи (Proteus) – факультативные Грам$^{-}$ анаэробы, перитрихи, не образуют спор. Клетки прямые палочковидные, размерами 0,5х2 мкм, встречаются нитевидные формы. Хорошо растут на простых питательных средах при температуре 20–40 ^{0}C, pH = 7,2…7,4, образуя круглые выпуклые гладкие мутные колонии. Большинство штаммов продуцируют кислоту, иногда газ из глюкозы, лактозу не ферментируют, гидролизуют мочевину, дезаминируют фенилаланин. Содержат жгутиковый, соматический и капсульный антигены, на основании которых разделяются на большое количество сероваров. Относительно устойчивы к различным повреждающим факторам, в том числе ко многим антибиотикам.

Широко распространены в воде, почве, продуктах, на объектах внешней среды, окружающих человека. Паразитируют у животных и человека, как правило, в кишечнике. Типовой вид – P. vulgaris. Род включает в себя также P. mirabilis, P. myxofaciens, P. penneri.

Присутствие протеев в том или ином объекте санитарного контроля: в воде, пищевых продуктах, смывах, является категорическим свидетельством их загрязнения продуктами разложения и указывает на развитие крайне неблагополучного санитарного состояния. Все пищевые продукты, содержащие бактерии рода Proteus, обычно выбраковывают. Питьевую воду из загрязненного этим микроорганизмом водозабора пить запрещено до специального разрешения органов Госсанэпиднадзора.

В нашей стране принято проводить обязательное исследование объектов, подлежащих санитарно-микробиологической оценке, на наличие протеев. Выявление протеев в пищевых продуктах предусмотрено ГОСТом РФ. Обнаружение этих бактерий в воде открытых водоемов и при

исследовании лечебных грязей носит официальное название «протееметрия».

Clostridium perfringens – спорообразующие Грам$^+$ анаэробы, перитрихи. Споры крупные, имеют овальную форму. Растут на мясных питательных средах с добавлением сахаров при pH = 7,2…7,4 в анаэробных условиях. Выделяют 6 сероваров (A…F), различающихся по антигенным свойствам продуцируемых экзотоксинов. Оксидазо- и каталазонегативны. Сульфиты не восстанавливают. Являются паразитами кишечника человека (у 25–35 % здоровых людей) и животных, способны долго выживать, а при определенных условиях и размножаться в почве и воде. От прочих клостридий C. perfringens отличается способностью восстанавливать нитраты, расщеплять лактозу и образовывать лецитиназу.

C. perfringens вызывает опасное заболевание – газовую гангрену. Обнаружение этого санитарно-показательного микроорганизма осуществляется с помощью так называемого энтеритного теста, заключающегося в посеве анализируемого субстрата в молоко и выявлении в нем бурного процесса брожения («штормовой реакции»). Эта реакция и этот тест основаны на физиологических особенностях данного микроорганизма, способного к активному газообразованию. Название теста «энтеритный» связано с его первоначальным названием Bacterium enteritidis sporogenes.

В нашей стране о давности фекального загрязнения принято судить, сопоставляя индексы Clostridium perfringens и E. coli. Высокие показатели индексов, свойственные обоим микроорганизмам, свидетельствуют о появлении свежего фекального загрязнения. О давнем фекальном загрязнении судят при выявлении в анализируемом объекте незначительного количества бактерий Clostridium perfringens и высокого – E. coli.

Количественный учет Clostridium perfringens предусмотрен при санитарном обследовании почв, лечебных грязей, воды открытых водоемов. Особые требования по содержанию этих микроорганизмов предъявляются к пищевым продуктам: при изготовлении колбасных изделий мясо не должно содержать больше 100 клеток возбудителя в 1 г, в продуктах, заложенных на консервирование, их должно быть не более 1000 клеток / г, в готовых консервах возбудитель газовой гангрены вообще не должен обнаруживаться. К воде, используемой предприятиями пищевой промышленности, также предъявляются жесткие требования: Clostridium perfringens совсем не должен обнаруживаться в 100 мл воды. Нарушение санитарных норм, влекущее за собою появление в пище и воде этого представителя СПМ, способно почти всегда спровоцировать пищевое отравление.

Бактерии рода Salmonella – наиболее распространенные возбудители острых кишечных инфекций. Это мелкие, длиной 2–3 мкм, шириной 0,5–0,7 мкм, Грам$^-$ бактерии с закругленными концами. В мазках располагаются беспорядочно. Не образуют спор, имеют микрокапсулу, перитрихи.

Сальмонеллы – факультативные анаэробы. Растут без всяких особенностей на простых питательных средах при температуре 37 ^{0}С и pH = 7,2…7,4. Элективной средой является желчный бульон. Биохимическая активность сальмонелл достаточно высока, но они обладают меньшим набором ферментов, чем E.coli, в частности не сбраживают лактозу. Имеют соматический и жгутиковый антигены, некоторые виды имеют поверхностный антиген вирулентности.

Сальмонеллы обнаруживаются не только в сточных водах различных промышленных предприятий, в том числе в стоках мясокомбинатов (в 80–100 % проб), но даже в хлорированных сточных водах. Их обнаружение в субстрате всегда свидетельствует о фекальном загрязнении, так как они обычно попадают в окружающую среду только с фекалиями животных и человека. Широкое распространение этой инфекции связано с увеличением числа бактерионосителей среди животных и людей.

Термофилы и бактериофаги

Термофилы – обширная полиморфная группа бактерий, способных к спорообразованию. Оптимальная температура для их развития 70 ^{0}С. Местом их обитания наряду с объектами окружающей среды является кишечник человека и животных. Вследствие этого по количеству выявляемых в природных средах и на рукотворных объектах термофилов можно судить о степени их загрязнения фекалиями. Отсутствие термофильных микроорганизмов в консервах – хороший индикатор эффективности их стерилизации.

К СПМ относят также и бактериофагов кишечных бактерий (эшерихий, шигелл, сальмонелл). Их обнаружение в объекте, подвергнутом санитарному обследованию, – опосредованное свидетельство присутствия бактерии-хозяина. Методы обнаружения фагов просты. Посевы производят в бульон с индикаторными штаммами, а затем пересевают на плотную питательную среду. Однако использование их в качестве СПМ имеет существенные недостатки. Бактериофаги выживают во внешней среде дольше соответствующих бактерий. Кроме того, они способны адаптироваться к другим видам бактерий.

Характеристика санитарно-показательных микроорганизмов – индикаторов орального загрязнения

К индикаторам орального загрязнения относят представителей аэробных грамположительных кокков из семейств Micrococcaceae и Streptococcaceae. Они обычно обитают на слизистых оболочках полости рта и верхних дыхательных путей и способны выделяться в окружающую среду при разговоре, кашле, чихании.

Стафилококки (Staphylococcus) – неподвижные, аспорогенные, Грам$^+$, факультативно-анаэробные бактерии семейства Micrococcaceae диаметром 0,5–1 мкм. Под микроскопом представлены несимметричными

гроздьями. В клеточной стенке обнаруживается пептидогликан и ассоциированные с ним тейхоевые кислоты, а у S. aureus – протеин А.

Стафилококки растут на основных средах при 37 ^{0}С, pH = 7…7,5, формируя гладкие колонии желто-оранжевого цвета. Цвет колоний обусловлен наличием липохромного пигмента, а его образование происходит только в присутствии кислорода и наиболее выражено на средах, содержащих кровь, углеводы или молоко. Большинство штаммов стафилококков растет на средах с 5–10 %-ным NaCl.

Восстанавливают нитраты, образуют сероводород, разлагают глюкозу, ксилозу, сахарозу, мальтозу, глицерин, маннит с выделением кислоты. Уреаза-положительны, крахмал не гидролизуют, индол не продуцируют.

Антигенная структура стафилококков сложная, вариабельная. Видоспецифичными антигенами являются тейхоевые кислоты. Типовой вид – S.aureus, синтезирующий золотистый или оранжевый пигмент, но встречаются и беспигментные штаммы. Некоторые штаммы продуцируют капсулу или слизистое вещество. В клеточной стенке содержится видоспецифичный преципитирующий белок А, в составе тейхоевых кислот - рибитол. Образуют коагулазу, α-токсин, термоустойчивую нуклеазу.

Обитают на коже и слизистых оболочках человека и животных, часто вызывают у них заболевания. В род также входят виды: S. saprophyticus, S.epidermidis, S.hominis и др.

Стрептококки (Streptococcus) – неподвижные факультативно-анаэробные, аспорогенные, Грам$^+$ бактерии из семейства Streptococcaceae с диаметром клеток менее 1 мкм, располагаются попарно или цепочками, кроме штаммов группы D. Образуют капсулу. Питательные потребности сложные. Обычно растут на средах с добавлением крови, кровяной сыворотки, асцитической жидкости, углеводов. На плотных средах образуют мелкие сероватые колонии, на жидких дают придонный рост. Температурный оптимум – 37 ^{0}С, pH = 7,2…7,4. Чувствительны к пенициллину и тетрациклинам. Погибают при пастеризации и действии рабочих растворов многих дезинфектантов и антисептиков.

Являются паразитами животных и человека. Обитают в дыхательных и пищеварительных путях, особенно в полости рта, носа, в толстом кишечнике. Выделяют 20 серогрупп: A, B, C, D…O. Для патологии человека особое значение имеют виды: S. pyogenes - β-гемолитический стрептококк группы A, S. pneumoniae, S. sanguis, S. salivarius, S. mitis, S. mutans.

Методические основы санитарно-микробиологического контроля

Основные методы контроля санитарно-микробиологического состояния самых разных объектов абсолютно идентичны, так как направле-

ны на выявление общего микробного числа (ОМЧ), СПМ, патогенов и на определение степени доброкачественности каждого обследуемого объекта, то есть его санитарного состояния, характеризующего объект в целом. Практически в санитарной микробиологии используются два основных метода контроля за состоянием окружающей среды: прямое обнаружение патогенных микроорганизмов и косвенные методы, позволяющие опосредованно судить о наличии патогенов.

Прямой метод санитарно-микробиологического контроля считается наиболее точным и надежным критерием оценки эпидемиологической опасности. Отобранные для анализа образцы гомогенизируют и вводят краситель (эритрозин). Количественный учет патогенов осуществляют при использовании специальных камер Петрова или электронных счетчиков. Данный метод применяют в экстренных случаях (например, при авариях в системе водоснабжения или на очистных сооружениях) с целью получения срочного ответа о количественном содержании в тестируемых объектах патогенных микроорганизмов.

Описанный метод имеет массу недостатков, в частности низкую чувствительность, так как не дает возможности отличить живые и мертвые клетки микроорганизмов, не позволяет выявить микроорганизмы, обладающие субмикроскопическими размерами, и провоцирует получение ошибочных результатов при анализе образцов, загрязненных примесями.

Затруднения с выявлением патогенных микроорганизмов связаны со следующими причинами:

- патогены составляют лишь незначительную (1/30000) часть от всего видового разнообразия микрофлоры;
- патогены способны быстро изменяться во внешней среде, что затрудняет их распознавание;
- патогены не выдерживают конкуренции с сапротрофными микроорганизмами при их совместном культивировании на питательных средах;
- патогенные микроорганизмы невозможно культивировать на обычных средах, для этой цели необходимо использовать культуры тканей и клеток, а также яйца и эмбрионы лабораторных животных;
- выявление какого-либо патогенного вида не всегда свидетельствует, что в исследуемом объекте присутствуют другие виды патогенов.

Косвенные методы санитарно-микробиологического контроля - определение в исследуемых объектах ОМЧ и СПМ, которые хотя и опосредованно, но все же могут дать точный и надежный ответ о возникновении санитарных нарушений и появлении высокого уровня эпидемиологической опасности для человека, исходящих от природной среды и рукотворных объектов.

ОМЧ – общее микробное число (количественный показатель, характеризующий содержание жизнеспособных клеток микроорганизмов различных физиологических групп в 1 г или 1 мл). Критерий оценки: чем

больше объект исследования загрязнен микроорганизмами, тем выше ОМЧ и тем вероятнее наличие большого количества патогенов в исследуемом образце, а, следовательно, и в тестируемом объекте окружающей человека среды обитания. В то же время нельзя не отметить, что во многих случаях большая численность ОМЧ означает большое количество сапротрофных микроорганизмов и незначительное – патогенов.

Определение СПМ также позволяет судить о наличии в исследуемых объектах патогенных микроорганизмов. Критерий оценки в этом случае: чем больше в объекте исследования санитарно-показательных микроорганизмов, тем больше он загрязнен фекалиями и тем вероятнее в нем присутствие патогенов. СПМ выявляют как при использовании метода прямого подсчета, так и методом культивирования на элективных (избирательных) питательных средах.

Содержание СПМ в объектах окружающей среды принято выражать в титрах и индексах. Титр – наименьшие объем (мл) или масса (г) исследуемых образцов, в которых обнаруживается хотя бы одна особь СПМ. Индекс – количество особей, обнаруживаемых в определенном объеме или массе исследуемого образца. Индекс и титр – величины обратные, зная один из них, можно легко выразить другой.

Следует иметь в виду, что выбор определенного вида СПМ – индикатора фекального или орального загрязнения, характеризующего тот или иной объект окружающей среды, отнюдь не случаен и базируется на допущениях:

- СПМ должен постоянно обитать в естественных полостях человека и животных и постоянно выделяться в окружающую среду;
- СПМ не должен размножаться во внешней среде, исключая пищевые продукты;
- устойчивость СПМ во внешней среде, а следовательно, длительность выживания должны быть выше, чем у патогенных микроорганизмов;
- СПМ не должны иметь во внешней среде двойников, с которыми их можно перепутать;
- СПМ не должны видоизменяться во внешней среде;
- методы обнаружения СПМ должны быть экспрессными.

МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ

Мониторинг окружающей среды, его необходимость

Безусловно, развитие промышленности и сельского хозяйства требует внимательного серьезного отношения общества к изменению состояния окружающей среды. В то же время и человеческая цивилизация нуждается в защите от неблагоприятных внешних воздействий, вызываемых естественными факторами, а также от последствий необдуманной деятельности самого человека.

Объективная информация о состоянии окружающей природной среды позволяет сориентировать общество на рациональное ведение народного хозяйства. Поэтому вполне закономерно, что важнейшей частью деятельности человека, как субъекта общества является контроль за его взаимоотношениями с природой, направленными на сохранение гармонии как с самой природой (биосферный уровень), так и с порожденным ею обществом (ноосферный уровень). Вследствие этого появление специальных служб, оперативно отслеживающих изменения, происходящие в природе и обществе, – настоятельная необходимость, тесно связанная с высоким уровнем общественного развития, а также с уровнем сознания отдельных граждан.

На территории нашей страны общегосударственная служба наблюдений и контроля за уровнем загрязнения окружающей природной среды была создана еще в СССР в 1973 г. Она возникла на базе Госкомгидромета, обладающего наблюдательными, научно-исследовательскими и оперативными полномочиями и выполняющего свои функции под контролем органов, принадлежащих различным министерствам и ведомствам. В Российской Федерации правопреемником созданной службы с 2004 г. является Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, осуществляющая те или иные выше названные функции. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды фактически призвана выполнять функции так называемой общенациональной системы, обеспечивающей полноценный мониторинг.

Под мониторингом окружающей природной среды понимают систему, включающую регулярные длительные наблюдения за ее состоянием в пространстве и времени и своевременные предупреждения о создающихся критических ситуациях, вредных и опасных для здоровья людей и других живых организмов. В этой связи следует вспомнить о трагедии, произошедшей в конце сентября 2002 г. в Северной Осетии, когда сход ледника в Кармадонское ущелье привел к большим человеческим жертвам. Возможно, что этой трагедии можно было бы избежать, если бы систематически проводились абсолютно обязательные в гляциологии наблюдения в насе-

ленных районах, тем более за столь подвижным ледником, сход которого и ранее приводил к печальным последствиям.

Объекты и уровневый характер наблюдений за состоянием природной среды

При осуществлении мониторинга объектами наблюдения служат практически все природные среды: воздух, вода и почва. В то же время различают мониторинг жизнедеятельности человека и фоновый мониторинг, объединяющий все ранее названные объекты наблюдения. При этом исследования их состояния включают не только стационарные наблюдения, но и количественно-качественные изменения, позволяющие судить о динамике распространения благоприятных или негативных процессов, протекающих в этих средах.

Систематические наблюдения за окружающей природной средой ведутся функционально объединенными физическими и юридическими лицами, осуществляющими деятельность в области гидрометеорологии, климатологии, гелиогеофизики, эпидемиологии и т.д.

Различают три уровня наблюдения за состоянием окружающей природной среды:

1. Импактный (повышенный). Осуществляется в местах интенсивного антропогенного вмешательства на ограниченной территории.

2. Фоновый (глобальный). Характеризует состояние окружающей природной среды в тех местах Земли, которые значительно удалены от источника загрязнения или эпидемиологической опасности.

3. Региональный. Занимает промежуточное положение между импактным и фоновым уровнями, типичен для обширных территорий, охваченных хозяйственной деятельностью.

Достоверная информация о состоянии окружающей среды складывается из данных, получаемых от организаций, входящих в состав Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, последовательно представляющих на вышестоящий уровень подготовленную информацию:

1. Контрольно-измерительная сеть, включающая пункты наблюдения, станции и лаборатории, в которых осуществляются первичные наблюдения за состоянием окружающей среды и производится обработка и обобщение получаемых материалов.

2. Территориальные и региональные центры, проводящие обобщение и анализ материалов, характеризующих состояние окружающей среды, и дающие местные прогнозы.

3. НИИ отраслевых министерств и ведомств, оценивающие состояние окружающей среды в национальном или глобальном масштабах.

4. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, осуществляющая необходимую координацию деятельности всех низовых уровней и планирующая их дальнейшую работу.

Категории информации в системе мониторинга

Информация об изменениях в окружающей природной среде по степени срочности делится на три категории:

1. *Экстренная информация*. Характеризуется тем, что возникает благодаря появлению в окружающей природной среде резких аномалий, образуемых в результате технологических нарушений, сопровождающихся выбросом вредных веществ в окружающую среду, а также вследствие неожиданного изменения гидрометеорологических условий, в частности при изменении уровня воды в природных водоемах. В этих случаях информация немедленно поступает во все местные и региональные организации, а в конечном итоге – на уровень Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, где принимаются соответствующие решения о ликвидации последствий техногенных или природных аномалий.

2. *Оперативная информация*. Обычно охватывает месячный период наблюдений за состоянием окружающей природной среды лабораториями, пунктами и станциями наблюдения непосредственно на местах. Анализ полученных ими данных передается в НИИ соответствующих министерств и ведомств и далее поступает в Федеральную службу по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Эта категория информации подлежит опубликованию местными органами по гидрометеорологии и контролю природной среды в регулярно выпускаемых бюллетенях.

3. *Режимная информация*. Отражает общее состояние окружающей природной среды и содержит анализ причин и следствий происходящих изменений. Охватывает годовой период наблюдений. Такая информация положена в основу специальных ежегодников и обзоров, включающих долгосрочные прогнозы по оптимизации использования природных ресурсов и рациональному хозяйствованию.

Критерии качества окружающей среды

Критерии, характеризующие состояние окружающей среды, вводятся с целью получения наиболее объективной оценки ее качества. Вследствие этого вводится ряд специальных понятий, которыми в той или иной степени пользуются специалисты различного профиля:

1. Норма загрязнения – максимальная концентрация веществ, содержащихся в среде или поступивших в нее, допускаемая нормативными актами.

2. Оптимальное количество загрязнений – количество выброшенных в окружающую среду отходов, уравновешенное, с одной стороны, предельной стоимостью выбросов, а с другой – предельными социальными издержками.

3. Пиковая концентрация – максимальная концентрация загрязнителя (поллютанта) в окружающей среде, установившаяся за обусловленный отрезок времени.

4. Летальная доза – минимальное количество ядовитого вещества, попадающего в организм и приводящего к смертельному исходу.

5. Предельно допустимая концентрация (ПДК) – установленный в законодательном порядке норматив содержания в окружающей среде вредного вещества, практически не влияющего на здоровье человека и не вызывающего неблагоприятных экологических последствий. Для оценки состояния окружающей среды этим понятием пользуются чаще всего. В законодательном порядке установлены ПДК для огромного количества веществ: в почве ~ для 50, в атмосферном воздухе ~ для 500, в воде хозяйственного и бытового назначения ~ для 1000.

6. Предельно допустимое поступление (ПДП) – количество вредного вещества или неблагоприятного фактора, поступившего на определенную площадь в единицу времени, в концентрации, не превышающей установленную ПДК.

7. Предельно допустимый выброс или сброс (ПДВ или ПДС) – количество загрязняющего вещества или неблагоприятного фактора за единицу времени, превышение которого ведет к катастрофическим изменениям в природной среде и поэтому опасно для здоровья человека.

Мониторинг состояния природных сред России

Воздух

Качество атмосферного воздуха – важнейший фактор, влияющий на здоровье, санитарную и эпидемиологическую ситуацию. Две трети населения нашей страны проживает на территориях, где уровень загрязнения атмосферного воздуха не соответствует гигиеническим нормам. Если в среднем по России удельный вес проб атмосферного воздуха с содержанием вредных веществ – около 6 %, то на Алтае – 29 %, в Бурятии – 24,6 %, в Красноярском крае – почти 22 %, в Ивановской области – 20 %, в Кемеровской – более 18 %, в Ульяновской – 16,5 %, а в Калужской – более 15 %. В какой-то мере ситуацию могли бы выровнять очистные сооружения. Но в Мурманской области, например, очистными установками оборудовано только 50 % официально зарегистрированных источников выбросов.

Сравнение состояния воздуха в Москве и Санкт-Петербурге свидетельствует, что Санкт-Петербург все же чище Москвы. Это связано с тем, что в Санкт-Петербурге сокращено потребление мазута в качестве топлива на городских ТЭЦ, кроме того, в 2000 г. здесь было построено и реконструировано 67 сооружений по очистке выбросов в атмосферу, а на автозаправочных станциях устанавливаются системы газовозврата. В то же время для Москвы остается весьма актуальной проблема выбросов автотранспортом загрязняющих веществ в атмосферный воздух, причем доля этих выбросов в атмосферу достигает 90 %.

В 2000 г. проверка состояния воздуха была осуществлена в 253 городах России. Оказалось, что в 202 из них вредных веществ в воздухе больше нормы, а проживает там 64,5 млн. человек, то есть почти половина населения России. Во многих регионах России дышать становится просто опасно для здоровья, потому что воздух там загрязнен в 10, а то и более раз выше нормы. Как правило, основными источниками загрязнения воздуха являются бенз(а)пирен, диоксид азота, сероуглерод и формальдегид. Сероуглерод чаще всего выбрасывают в атмосферу предприятия, а диоксид азота – автотранспорт.

На первый взгляд, ситуация не совсем логична: промышленность в России работает сейчас не так интенсивно, как раньше, а воздух остается грязным. Но следует учесть, что атмосферу нельзя жестко разделить границами как земную территорию. Загрязняющие вещества переносятся на большие расстояния из одной страны в другую. Это называется трансграничным загрязнением воздуха.

Например, в 2000 г. на Европейскую часть России выпало 2,4 млн. т окисленных серы и азота, больше половины из них (57 %) – в результате трансграничного переноса, в основном за счет Украины, Польши, Белоруси, Румынии и Германии. Конечно, и «российский воздух» кочует в сторону других стран. Но соотношение переноса загрязненных веществ российского происхождения, попадающих за границу, по отношению к воздушному переносу вредных веществ в Россию из других стран говорит само за себя: 1: 6,2 по окисленной сере, 1: 6,5 по восстановленному азоту и 1: 3,8 по окисленному азоту.

Одна из наиболее болезненных проблем – выпадение тяжелых металлов, особенно свинца. На Европейскую территорию России его выпало 2739 т (и еще 68,5 т кадмия), больше половины – трансграничного происхождения. Свинец не просто токсичен, он имеет особенность накапливаться в организме (при этом у млекопитающих – в головном мозге и печени).

К проблеме свинца близка и существующая в России проблема ртути. Из почти 70 т ртути, которые выпали из атмосферы на Россию, российским источникам принадлежат только 5 %. Остальные 95 % накапливаются за счет трансграничного загрязнения. В то же время 83 % выпавшего на Европейскую часть России бенз(а)пирена – доля собственных, российских

источников. Кроме того, на состояние воздуха большое влияние оказывают авиация и ракетно-космическая техника.

В Российской Федерации качество атмосферного воздуха контролируется законодательными и нормативными актами. В частности гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест в целом регламентируются СанПиН 2.1.6.1032-01, а предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе – ГН 2.1.6.1338-03.

Водные ресурсы

Речные ресурсы. Россия – одна из наиболее богатых водными ресурсами стран. Суммарные естественные ресурсы и запасы пресных вод Российской Федерации оцениваются в 7770,6 км^3 в год. Доля речного стока составляет 55 %. Статические (вековые) запасы, большая часть которых сосредоточена в озерах и подземных водах, составляют около 90 тыс. км^3 в год.

В настоящее время ведутся наблюдения за загрязнением поверхностных вод суши 1195 водных объектов по гидрохимическим показателям. Наиболее распространенными загрязняющими веществами поверхностных вод России остаются нефтепродукты, фенолы, легкоокисляемые органические вещества (по биологическому потреблению кислорода - БПК), соединения металлов, аммонийный и нитритный азот, а также специфические загрязняющие вещества.

Качество воды большинства поверхностных водных объектов не отвечает нормативным требованиям. В Верхневолжском бассейне вода соответствует в основном V классу качества («грязная») и VI классу («очень грязная»). Уровень загрязненности воды притоков Волги изменяется от «загрязненной» до «чрезвычайно грязной».

Озера. На территории России насчитывается более 2,7 млн. озер с суммарной площадью водной поверхности 408,856 тыс. км^2. Основные водные ресурсы сосредоточены в 7 крупных озерах: Байкал, Ладожское, Онежское, Таймыр, Ханка, Чудское и Псковское, Белое. На их долю приходится 24,25 тыс. м^3 из общих 26,5 тыс. км^3

Водную массу озера Байкал загрязняют в основном сточные воды предприятий лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности (ОАО «БЦБК» и Селенгинский ЦКК), нефтебазы, рыбзаводы, порты и населенные пункты. Кроме того, вода озера загрязняется судами речного флота, автотранспортом (движение по ледовой поверхности озера зимой), промышленными выбросами ОАО «БЦБК», многочисленных котельных населенных пунктов и железнодорожных станций, формирующих поток атмосферных выпадений загрязняющих веществ на поверхность

озера и площадь водосбора его бассейна, круглогодичным рекреационным использованием.

По комплексной оценке индекса загрязнения воды (ИЗВ), рассчитанной по среднегодовым значениям, вода озера Байкал относится ко II классу качества – «чистая». Максимальное содержание фенолов достигает 2–4 ПДК. Хлорорганические пестициды в воде озера Байкал не зарегистрированы.

Ресурсы и качество подземных вод. Прогнозные ресурсы подземных вод составляют более 869 млн. $м^3$/сут и в основном формируются в бассейнах Волги (116,46 млн. $м^3$/сут) и Оби (282, 35 млн. $м^3$/сут) – около 46 % от общего количества по России. Свыше 77 % (670 млн. $м^3$/сут) подземных вод сосредоточено в Северо-Западном, Уральском, Сибирском и Дальневосточном федеральных округах, при этом наибольшая часть (29 %) – на территории Сибирского федерального округа.

На территории Российской Федерации разведано 4483 месторождения подземных вод, в эксплуатации находятся 1990. Главным достоинством подземных вод для питьевого водоснабжения является более высокая степень их защищенности от загрязнения по сравнению с поверхностными водами.

Загрязнение подземных вод, в основном первого от поверхности водоносного горизонта, не являющегося в большинстве случаев источником централизованного водоснабжения, происходит на территории расположения накопителей отходов и сточных вод, нефтепромыслов, нефтебаз, складов горючесмазочных материалов на промплощадках, в районах крупных свалок твердых бытовых отходов. Участки с таким типом загрязнения выявлены в 25 субъектах Российской Федерации, где источниками загрязнения в основном являются предприятия химической, энергетической, нефтехимической, нефтедобывающей и машиностроительной отраслей промышленности.

Морские воды. Территория Российской Федерации омывается 13 морями, принадлежащими бассейнам трех океанов: Северного Ледовитого, Тихого и Атлантического, и обладает уникальным водным побережьем протяженностью около 60 тыс. км. Общая площадь морской акватории, попадающей под юрисдикцию России, составляет 7 млн. $км^2$. От года к году качество морских вод ухудшается, главным образом из-за увеличения объемов стоков населенных пунктов, недостаточной степени очистки на существующих очистных сооружениях, вымывания пестицидов и ядохимикатов с орошаемых земель коллекторно-дренажными водами.

Основные источники поступления загрязняющих веществ в Каспийское море: вынос их с речным стоком, сброс неочищенных промышленных и сельскохозяйственных стоков, коммунально-бытовых сточных вод городов и поселков, расположенных на побережье, судоходство, эксплуатация нефтяных и газовых скважин, транспортировка нефти морским путем. Од-

ной из проблем Каспийского моря стало его загрязнение нефтепродуктами. Если раньше основными источниками загрязнения являлись нефтепромыслы на побережье, то сегодня значительное количество нефтепродуктов поступает с водами реки Терек с территории Чеченской Республики.

По данным Санкт-Петербургского регионального Центра по гидрометеорологии и мониторингу природной среды, состояние вод Невской губы и восточной части Финского залива (Балтийское море) в последние годы было признано удовлетворительным. Воды мелководной части залива характеризуются как «чистые», превышение нормы отмечается по дефициту кислорода, pH, биогенам, меди, марганцу, цинку, свинцу, кадмию, кобальту, нефтепродуктам. В глубоководной части Финского залива воды относятся к «чистым» с превышением нормы по меди и кадмию.

Состояние водных экологических систем является важнейшим показателем рационального водопользования. Масштабное гидротехническое строительство в Верхневолжском бассейне, в частности создание каскада Волжских водохранилищ, привело не только к затоплению и подтоплению прилегающих территорий, но явилось причиной изменения гидродинамического и гидробиологического режимов зарегулированных рек.

После строительства водохранилищ резко интенсифицировались неблагоприятные внутриводоемные процессы, связанные с замедлением скорости течения воды и снижением, в связи с этим, скорости самоочистки. В результате усилилась трансформация загрязнений и накопление донных отложений, содержащих опасные вещества. Вынос в водохранилища минеральных и органических частиц грунта, смытых с водосборной площади, а также отложения отмирающих водных растений вызывают заболачивание водоема с появлением мелководий и болотной растительности. Вторичное загрязнение вод, вызываемое донными отложениями, является причиной деградации экосистем, образования мелководий и связанного с ним развития цианобактерий (сине-зеленых водорослей).

В результате антропогенной деятельности заметно ускорился естественный процесс эвтрофирования. При нарушении кислородного режима возникают благоприятные условия для развития болезнетворных бактерий. Процесс эвтрофирования водохранилищ имеет негативные последствия для реки из-за поступлений воды, загрязненной продуктами жизнедеятельности биоты, а также создает трудности для водопользования (требуется дорогостоящая водоподготовка).

Для разработки стандартов в области качества воды, включая термины, определения и отбор проб, Международной организацией по стандартизации (ИСО) был создан Технический комитет ИСО/ТК 147 «Качество воды», состоящий из 7 подкомитетов во главе с Секретариатом в Германии. После распада СССР во всех 15 независимых странах при контроле качества воды по-прежнему применяют государственные стандарты. Фактически эти стандарты стали региональными. В соответствии с достигну-

тыми соглашениями между бывшими союзными республиками ГОСТы признаны межгосударственными стандартами, и дальнейшее их совершенствование проводится на базе стандартов ИСО. В частности, качество питьевой воды в Российской Федерации регламентируется ГОСТ 2874-82 (Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством), 2761-84 (Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора).

Почвы

Требования к качеству почв зависят от их функционального назначения и использования и в Российской Федерации регламентируются СанПиН 2.1.7.1287-03 (Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы).

Санитарно-эпидемиологические требования предъявляются к жилым территориям, рекреационным и курортным зонам, зонам санитарной охраны водоемов и прибрежных водоемов, территориям сельскохозяйственного назначения и другим, где возможно влияние загрязненных почв на здоровье человека и условия проживания. Гигиенические требования к качеству почв устанавливаются с учетом их специфики, почвенно-климатических особенностей населенных мест, фонового содержания химических соединений и элементов.

По степени опасности в санитарно-эпидемиологическом отношении почвы населенных мест могут быть разделены на категории по уровню загрязнения: чистая, допустимая, умеренно опасная, опасная и чрезвычайно опасная (табл. 1).

Гигиенические требования к почвам сельскохозяйственных угодий основываются на ПДК химических веществ в почве с учетом их лимитирующего показателя вредности и приоритетности транслокационного показателя. Почвы сельскохозяйственного назначения по степени загрязнения химическими веществами разделены на категории: допустимые, умеренно опасные, опасные и чрезвычайно опасные:

- допустимая категория почв – содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше ПДК;
- умеренно опасная категория почв – содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем общесанитарном, миграционном водном и миграционном воздушном показателях вредности, но ниже допустимого уровня по транслокационному показателю вредности;
- опасная категория почв – содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем транслокационном показателе вредности;

- чрезвычайно опасная категория почв – содержание химических веществ превышает ПДК по всем показателям вредности.

Таблица 1. Рекомендации по использованию почв
в зависимости от степени их загрязнения

Категории загрязнения почв	Рекомендации по использованию почв
Чистая	Использование без ограничений
Допустимая	Использование без ограничений, исключая объекты повышенного риска
Умеренно опасная	Использование в ходе строительных работ под отсыпки котлованов и выемок, на участках озеленения с подсыпкой слоя чистого грунта не менее 0,2 м
Опасная	Ограниченное использование под отсыпки выемок и котлованов с перекрытием слоем чистого грунта не менее 0,5 м. При наличии эпидемиологической опасности использование после проведения дезинфекции (дезинвазии) – по предписанию органов госсанэпидслужбы с последующим лабораторным контролем
Чрезвычайно опасная	Вывоз и утилизация на специализированных полигонах. При наличии эпидемиологической опасности использование после проведения дезинфекции (дезинвазии) – по предписанию органов госсанэпидслужбы с последующим лабораторным контролем

Следует отметить, что к 2000 году в России (в хранилищах, накопителях, могильниках, на полигонах, свалках и т.д.) было накоплено более 2 млрд. т токсичных отходов. Почти весь объем токсичных отходов, как оказалось, имеет промышленное происхождение (около 95%); среди отраслей промышленности больше всего отходов в металлургии, на химических и нефтехимических производствах, в угольной промышленности. В России сейчас имеется около 3000 учтенных мест захоронения токсичных отходов (общей площадью 22000 га). Но из-за недостаточного количества полигонов промышленные отходы очень часто размещают неорганизованно, что представляет особую опасность для окружающей среды. Более половины токсичных отходов, образовавшихся в 2000 году, приходится на 6 субъектов Российской Федерации: Кемеровскую область, Красноярский край, Челябинскую, Оренбургскую, Вологодскую области, Башкортостан.

Мониторинг состояния почвы осуществляется в жилых зонах, включая территории повышенного риска, в зоне влияния автотранспорта, захороненных промышленных отходов (почва территорий, прилегающих к полигонам), в местах временного складирования промышленных и бытовых отходов, на территории сельскохозяйственных угодий, санитарно-защитных зон. Объем исследований и перечень изучаемых показателей при мониторинге определяются в каждом конкретном случае с учетом целей и задач по согласованию с органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Роль санитарных методов контроля за состоянием объектов окружающей среды

Объективная оценка состояния окружающей среды может быть достигнута только при использовании физических, химических и биологических методов контроля. Но каждая из сторон такой комплексной оценки позволяет взглянуть на это состояние с определенной точки зрения и заслуживает, без всякого сомнения, отдельного рассмотрения. В ряду важнейших видов оценки окружающих человека природных сред и рукотворных объектов – их санитарно-гигиенический контроль. Этот вид контроля опирается на понятия:

1. Гигиена – наука, изучающая влияние на здоровье человека условий жизни и трудовой деятельности и разрабатывающая меры профилактики присущих человеку заболеваний.

2. Санитария – практическое воплощение мероприятий, разработанных гигиеной и направленных на улучшение здоровья человека, продление его жизни и оздоровление окружающей среды.

3. Гигиеническое нормирование или санитарно-гигиеническая норма – качественно-количественный показатель, направленный на обоснование и установку безопасных для человека уровней содержания вредных веществ в природных средах – воздухе, воде, почве, а также в рукотворных объектах – производственных и жилых помещениях, пищевых продуктах, лекарственных средствах и др.

В Российской Федерации санитарный контроль осуществляет Государственный санитарно-эпидемиологический надзор (ГСЭН), деятельность которого регулируется Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, находящейся в структуре Министерства здравоохранения и социального развития. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека осуществляет деятельность по предупреждению, обнаружению и пресечению нарушений законодательства РФ в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, включающего охрану здоровья людей и среды их обитания.

Наряду с санитарно-эпидемиологическим надзором существует карантинный надзор, являющийся системой государственных или местных санитарных мероприятий, обеспечивающих:

- предупреждение распространения на определенной территории инфекционных заболеваний человека и животных путем изоляции больных;
- запрещение въезда или выезда из зоны, пораженной инфекцией;
- предотвращение проникновения нежелательных видов фауны и флоры – опасных вредителей, возбудителей болезней и сорняков.

При отсутствии должного надзора за состоянием окружающей среды может возникнуть так называемая биолого-социальная чрезвычайная ситуация (БСЧС) – состояние, при котором на определенной территории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, существования сельскохозяйственных животных, произрастания растений. В результате БСЧС возникает прямая угроза жизни и здоровью людей вследствие развития инфекционных болезней; широкого распространения эпизоотий (болезней животных); интенсивной гибели сельскохозяйственных посевов.

На основе санитарно-гигиенического контроля формируются документы, характеризующие состояние всех тех объектов, которые относятся к человеческой деятельности. Эти документы носят название санитарных свидетельств или гигиенических сертификатов и выдаются компетентным органом, который удостоверяет, что использование человеком рукотворных объектов, в частности пищевых продуктов, или же пребывание в определенной природной среде, например в водоеме, безопасно для здоровья. Ведущая роль в формировании гигиенического сертификата принадлежит санитарной микробиологии – науке, оценивающей состояние среды, окружающей человека, по микробиологическим показателям.

САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Микрофлора почвы и ее санитарно-микробиологический контроль

Почву не случайно называют биокосным телом, так как наряду с минеральной составляющей в ней находится большое количество органических соединений. Это либо составляющие живых организмов (микроорганизмов, червей, землероек, корневой системы растений), либо отмершее органическое вещество, которое в таком состоянии пребывает обычно недолго, трансформируясь в процессе малого биологического круговорота в различные вещества и соединения. Как известно, эту трансформацию в значительной степени обеспечивают почвенные микроорганизмы: для них почва является естественной средой обитания, из которой они поступают в сопредельные среды.

Помимо того что микроорганизмы участвуют в круговороте веществ, они принимают активное участие в процессах почвообразования (именно благодаря микроорганизмам бесплодные породы, покрывавшие нашу планету, превратились в плодородные почвы) и самоочищения (выделяется целая группа обитателей почвы – санитарно-показательных микроорганизмов, являющихся индикаторами самоочищения. Микроорганизмы способствовали приобретению почвой свойств живой системы и поддерживают ее в этом состоянии на протяжение миллионов, а возможно, и миллиардов лет эволюции.

Распространение микроорганизмов в различных почвах

Распределение микроорганизмов в почвах разных уголков нашей планеты неравномерно. Так, в черноземных почвах степей биомасса микроорганизмов достигает 3–5 т/га, а в нашей зоне (почвы болотно-подзолистого типа) – около 1–1,5 т/га, что связано как с природно-климатическими условиями, так и с различиями в мощности плодородного слоя почвы, в котором протекают основные биохимические процессы, в том числе образование гумуса. Для болотно-подзолистых почв этот показатель колеблется от 18 до 35 см, а для черноземов – от 60 см до 1 м и более.

Незначительное количество микроорганизмов на поверхности почвенной толщи объясняется бактерицидным действием солнечного света и подсушиванием. Отсутствие или редкое выявление микроорганизмов на глубине 2–3 м связано с целым комплексом физико-химических факторов, не способствующих развитию микрофлоры.

Следует отметить, что распространение микроорганизмов в почвенном объеме зависит от той или иной степени содружества с корневой системой растений. Существуют микроорганизмы-симбионты, микроорганизмы ризосферной зоны (живущие в зоне корней) и микроорганизмы ризоплановой зоны (предпочитающие удаление от корней растений).

Содержание микроорганизмов в почве меняется в зависимости от сезона: больше всего их обнаруживают поздней весной и в начале лета, а также осенью, меньше всего – в зимний период.

На содержании микроорганизмов в почве отражается и их гранулометрический состав, характеризующий содержание в почве зерен различной крупности и обуславливающий их отнесение к легким или тяжелым почвам. Тяжелые и легкие почвы одного и того же почвенного типа по количеству микрофлоры могут отличаться на порядок. Так, в супесчаных дерново-подзолистых почвах количество микроорганизмов в 1 г а.с.в. колеблется в пределах 0,8–1,2 млрд., тогда как в легко- и среднесуглинистых может возрасти до 3–5 млрд.

Количество почвенных микроорганизмов изменяется в зависимости от режима ее влажности, наличия органического вещества, температуры, pH. Так, микроорганизмы умеренного пояса предпочитают температуру 25 ^{0}С, микроорганизмы более жарких климатических зон способны переносить более высокую температуру – до 45 ^{0}С. При этом температурный диапазон может быть существенно расширен в обе стороны, особенно при изменении других физико-химических факторов. В супесчаных почвах, относящихся к дерново-подзолистым, преимущественно развиваются аэробные микроорганизмы, а в глинистых (увлажненных) почвах того же почвенного типа – анаэробные. Тем не менее во всех почвах развиваются самые разнообразные микроорганизмы, что связано с их высокой приспособляемостью к изменению физико-химических параметров.

Содержание микроорганизмов в почве резко изменяется при ее сельскохозяйственной эксплуатации. Практически все мелиорирующие (почвоулучшающие) мероприятия направлены на увеличение микрофлоры, полезной в агрономическом отношении. Положительно отражаются на динамике роста и развития почвенных микроорганизмов внесение оптимальных доз удобрений, почвообработка, изменение водно-воздушного режима почвы посредством ее осушения или орошения и другие сельскохозяйственные приемы.

Резидентная и аллохтонная микрофлора почвы

Постоянно обитающая в почве микрофлора называется резидентной и определяет наряду с другими факторами генетическую принадлежность почвы. Качественный состав почвенной микрофлоры весьма разнообразен

и включает: водоросли, грибы, актиномицеты, бактерии, простейшие, микоплазмы, вирусы. Кратко охарактеризуем основные микроорганизмы.

Водоросли. Считаются первыми обитателями формирующихся почв, так как крайне неприхотливы и могут расти практически на каменистой почве, заселяя в числе первых выветривающиеся горные склоны. Предпочитают водоросли поверхность почвы, где достаточно для их развития влаги и света. В почвах встречаются сине-зеленые, зеленые и диатомовые водоросли. Они отличаются большим разнообразием, но почти все почвенные водоросли одноклеточные, клеточные стенки которых покрыты либо толстым слоем клейких веществ, либо пропитаны кремнеземом. Микроскопические водоросли, как все хлорофиллосодержащие организмы, осуществляют процесс фотосинтеза, обеспечивая почву органическим веществом и обогащая кислородом, тем самым повышая ее плодородие. Многие водоросли способны фиксировать азот воздуха, такой способностью обладают сине-зеленые водоросли.

Грибы. Облигатно (строго) аэробные одно- и многоклеточные микроорганизмы, в наибольшем количестве обитающие в поверхностных слоях почвы. Грибы могут существовать только при временном отсутствии кислорода в среде их обитания. Тело гриба состоит из септированных (разделенных) или несептированных гиф (нитей). Отдельные участки грибного мицелия способны превращаться в специализированные образования, служащие для размножения или захвата пищи. Мицелий грибов образует споры, необходимые им для размножения. Споры совершенных грибов образуются в результате слияния клеток и называются половыми, споры несовершенных грибов – бесполые. У грибов, относящихся к одному и тому же роду, чаще всего встречаются оба типа спор, а следовательно, им присуще как половое, так и бесполое размножение.

Грибы способны расщеплять практически все высоко- и низкомолекулярные углеродсодержащие соединения, в том числе такие трудноразлагаемые, как лигнин и клетчатку. Кроме того, грибы используют практически все виды минеральных и органических соединений азота, за что их и называют всеядными. Грибы принимают активное участие в образовании почвенного перегноя (гумуса).

Простейшие. В эту группу почвенных микроорганизмов входят инфузории, жгутиковые, корненожки. Среди них много хищников или паразитов, регулирующих почвенно-микробиологические процессы путем поглощения других представителей почвенного микробоценоза. Простейшие хорошо приспособлены к непростым условиям жизни в почве, так как являются ярко выраженными плейоморфными микроорганизмами, а также обладают способностью образовывать цисты – кислотоустойчивые образования, сходные со спорами и способные сохранять свою жизнеспособность при полном отсутствии влаги в среде их обитания.

Актиномицеты. Одноклеточные микроорганизмы, образующие, как и грибы, разветвленный мицелий. Среди актиномицетов встречаются как аэробные, так и анаэробные формы. Обитают они в почвах с нейтральной или щелочной реакцией. Больше всего актиномицетов обнаруживается в поверхностных слоях почвы. Большинство микроорганизмов являются продуцентами антибиотиков, выделение которых в окружающую среду способствует поддержанию общего микробного равновесия в почве. Особенно много этих микроорганизмов в почвах, где происходит активное превращение органических веществ самого разнообразного состава.

Бактерии. По численности и многообразию превосходят все другие группы микроорганизмов, обитающих в почве (их общая характеристика очень подробно изложена выше). Бактерии наиболее многочисленны в верхнем почвенном слое. В почве нашей зоны они наиболее широко представлены в так называемом пахотном, наиболее плодородном слое – 0–20 см. Споры, образуемые многими бактериями, способны сохраняться в почве неопределенно долго (по данным современных наблюдений – не менее 300 лет), поэтому очень долго существует опасность патогенеза от скотомогильников.

Помимо резидентной микрофлоры в почву попадают представители нормальной микрофлоры тела человека и животных, часть которых относят к СПМ, а также патогенные микроорганизмы. Микробиологическое загрязнение почв происходит из-за попадания в них вторичных сырьевых ресурсов сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности, а также отходов различных муниципальных образований. Попавшие в почву микроорганизмы имеют общее название «аллохтонная микрофлора». Большинство этих микроорганизмов в почве длительное время не сохраняются, однако часть из них способна включаться в микробоценоз почвы, становясь ее постоянными обитателями.

Выживание патогенных микроорганизмов в почве связано с большим количеством физико-химических и биологических факторов: типом почвы, водно-воздушным режимом, степенью загрязненности, наличием микроорганизмов, способных противостоять «вторжению».

Различные патогенные микроорганизмы обладают разной способностью к сохранению в почве. По этому признаку их делят на 3 группы:

- Микроорганизмы, для которых почва является первичным резервуаром обитания, то есть природным биотопом. Среди них: Clostridium botulinum – возбудитель ботулизма, актиномицеты, вызывающие актиномикозы, а также патогенные микроскопические грибы – возбудители микотоксикозов. Отметим, что споры, образуемые клостридиями, способны сохраняться в почве неопределенно долго.
- Микроорганизмы, для которых почва становится вторичным резервуаром, поэтому они способны долго сохранять в ней свою жизнеспособность. Среди них такие патогены, как Clostridium tetani – возбудитель

столбняка, Clostridium perfringens – возбудитель газовой гангрены, Bacillus anthracis - возбудитель сибирской язвы. Все эти микроорганизмы, попадая в почву с фекалиями и трупами погибших животных, способны сохраняться в ней от нескольких недель до нескольких месяцев.

- Микроорганизмы, для которых почва является враждебной средой, поэтому они сохраняются в ней сравнительно недолго. Среди них: неспорообразующие микроорганизмы, относящиеся к родам Salmonella, Shigella, Vibrio, Leptospira, Brucella, Pseudomonas, а также энтеровирусы и вирус ящура, не способные противостоять антагонистической деятельности резидентной микрофлоры почвы.

Принципы санитарно-микробиологического обследования почвы. Краткие и полные схемы санитарно-микробиологического контроля почв

Санитарно-микробиологическое обследование почвы проводят с учетом целого комплекса показателей, определяя содержание ОМЧ, в составе которых все представители микробиоты почвы (как сапротрофы – резидентная микрофлора, так и аллохтонные микроорганизмы, среди которых СПМ и патогены). Из СПМ в обязательном порядке определяется содержание E. coli и Clostridium perfringens. Наряду с определением этих микроорганизмов в РФ принято определять наличие и других представителей БГКП, в частности клебсиелл, энтерококков и др., кроме того, считается целесообразным выявление термофилов.

Численность почвенных микроорганизмов выражают через коли-титр, перфрингенс-титр, титр энтерококка или их индексы. Если в почве на фоне большого числа сапротрофных микроорганизмов обнаруживается много СПМ, считается, что она заражена патогенными микроорганизмами. Их выявляют путем высева отобранного почвенного образца на специальные среды, адаптированные к одному из видов патогенов.

В соответствии с целями исследований в каждом конкретном случае можно использовать определенную группу показателей. При проведении текущего санитарного надзора за состоянием почвы целесообразно ограничить исследования проведением краткого санитарно-микробиологического анализа, указывающего на наличие и степень фекального загрязнения почвы (табл. 2).

Исследование почвы по полному санитарно-микробиологическому анализу (см. табл. 2) показано при осуществлении предупредительного санитарного надзора при выборе территорий для размещения населенных пунктов, отдельных объектов, при проведении научных исследований. Проведение анализа почвы по полной схеме позволяет получать наиболее полные данные о степени фекального и органического загрязнения и процессах самоочищения.

Таблица 2. Схема санитарно-микробиологического исследования почвы

Виды анализов	Содержание анализов
Краткий анализ	БГКП ОМЧ Термофильные бациллы Нитрификаторы
Полный анализ	Краткий анализ Общая численность сапротрофов Общее число и процент спор Количество актиномицетов и грибов Целлюлозоразрушающие микроорганизмы Аммонификаторы Токсичность почв к микрофлоре
Определение влияния на микрофлору химических веществ	Постановка опытов по определению влияния химических веществ на отдельные микроорганизмы Постановка экспериментальных и натурных опытов и наблюдений Определение способности микроорганизмов к метаболизму химических веществ
Индикация и выделение патогенов	Определение сальмонелл в почве Индикация и выделение патогенов р. Clostridium Определение Bacillus anthracis Санитарно-вирусологическое исследование

При определении влияния химических веществ на почвенный биоценоз предусмотрены дополнительные исследования, позволяющие дать быструю характеристику антибактериального действия химических соединений, а также их действия на активность почвенной микрофлоры. В необходимых случаях, а также по эпидемическим показаниям можно проводить индикацию и выделение из почвы патогенных микроорганизмов, в распространении которых почва играет важную роль (см. табл. 2).

На основании большого количества исследований была разработана схема оценки санитарного состояния почвы по четырем микробиологическим показателям, характеризующим содержание в почве E. coli, Cl. perfringens, нитрификаторов и термофилов (табл. 3).

Наличие E. coli в титрах 0,9 и ниже свидетельствует о несомненном фекальном загрязнении почвы, притом свежем. Одновременно могут быть зарегистрированы низкие титры Cl. perfringens и нитрификаторов. Однако следует иметь в виду, что в первое время после имевшего место органического загрязнения нитрификаторов может быть мало – необходимо время, чтобы они успели размножиться.

В процессе самоочищения, свойственного почве, на разных этапах возникают различные количественные соотношения этих показателей. Так как кишечная палочка отмирает быстрее, поэтому при сравнительно высоких ее титрах титры Cl. perfringens и нитрифицирующих бактерий низкие. Это свидетельствует, что в почве интенсивно протекают процессы самоочищения как от патогенных микроорганизмов, так и от органического загрязнения.

Таблица 3. Схема оценки санитарного состояния почвы по микробиологическим показателям

Категория почв	Титры			Количество термофилов /г
	E. coli	нитрификаторов	Cl. perfringens	
Чистая	1,0 и выше	0,1 и выше	0,01 и выше	100…1000
Загрязненная	0,1…0,01	0,09…0,001	0,009…0,0001	1001…100000
Умеренно загрязненная	0,01…0,001	-	-	-
Сильно загрязненная	0,001 и ниже	0,0009 и ниже	0,00009 и ниже	100001…4000000

Высокий титр (1,0 и выше) кишечной палочки при низких титрах остальных трех показателей характеризует почву как свободную от возбудителей кишечных инфекций, но в которой еще не закончились процессы распада и минерализации органических веществ. Следует отметить, что численность кишечных палочек является надежным индикатором фекального загрязнения почвы и при загрязнении ее химическими веществами.

Высокие титры всех показателей свидетельствуют о законченных процессах самоочищения и характеризуют почву как чистую, свободную от патогенных энтеробактерий и органических загрязнений.

Все эти моменты имеют значение не только при определении фактического санитарного состояния почвы исследуемых территорий, но и для выяснения стадий течения процесса самоочищения, установления сроков полива, удобрения почвы навозом и т.д. О загрязнении почвы навозом и компостами свидетельствует повышенное содержание в ней термофилов (более 1000 клеток в 1 г почвы).

Особо опасным в санитарном отношении является загрязнение почвы необезвреженными отходами животноводства (навоз, моча, отходы боенского производства, трупы животных). Самоочищающая способность почвы ограничена, а методы ее обеззараживания громоздки и малоэффективны. Так, для обеззараживания 1 м^2 почвы рекомендуется внесение 5 кг хлорной извести.

Обеззараживающая способность разных почв неодинаковая, и подчас почва может служить благоприятным субстратом для патогенных микроорганизмов. Почва как субстрат, состоящий из твердой фазы и воды, служит естественным местом обитания для возбудителей многих заразных болезней: клостридиозов, сибирской язвы, псевдотуберкулеза, листериоза, лептоспироза, туберкулеза, синегнойной инфекции, дерматомикозов, микотоксикозов, холеры, иерсиниоза, сальмонеллеза. Обезвреживание почвы, обсемененной патогенными микроорганизмами, проводят механической обработкой и посевом растений. Применение химических веществ приводит к утрате почвой плодородия.

Дополнительным показателем является ОМЧ почвы – один из лабораторных санитарно-гигиенических показателей. При этом отразить его удобно с помощью числа колониеобразующих единиц в 1 г или 1 мл среды (КОЕ/г, мл). Однако единого норматива этого показателя нет, так как количество микроорганизмов в почвах разных типов и климатических районов сильно варьируется. Для подзолистых почв наличие 10 млн. бактерий в 1 г почвы и более указывает на фекальное загрязнение. Для других типов почв оно может свидетельствовать о норме.

Косвенные микробиологические показатели прямо не указывают на наличие или отсутствие в почве патогенов, особо опасных для человека. Для выделения или индикации патогенных микроорганизмов необходимо проводить специальные исследования. В связи с этим санитарное состояние почвы оценивают также по наличию яиц гельминтов и специфических возбудителей инфекций.

В санитарно-бактериологических лабораториях районных санэпидстанций следует проводить исследование почв на присутствие паратифозных и сальмонеллезных возбудителей. Необходимость в проведении таких анализов возникает при расследовании вспышек инфекционных заболеваний, установлении источника заражения, а также при проведении противоэпидемических мероприятий.

Микрофлора воды и ее санитарно-микробиологический контроль

Микроорганизмы попадают в воду из почвы. В воде формируются свои, присущие ей микробоценозы, в которых преобладают микроорганизмы, адаптированные к новым (по сравнению с почвенными) условиям. Вся совокупность водных организмов объединена общим названием «микробный планктон».

Распределение микроорганизмов в воде теснейшим образом связано с физико-химическими условиями: содержанием органических и минеральных веществ, температурным фактором, степенью растворимости ки-

слорода и углекислоты, скоростью перемещения водных масс, степенью загрязнения водоемов, уровнем их освещенности.

Существует множество вод, которые имеют различное происхождение, и поэтому в них формируются специфические условия обитания для микроорганизмов. Различают: пресные поверхностные воды естественных водоемов - озер, рек, ручьев и искусственных – прудов, водохранилищ; подземные воды – почвенные и грунтовые, ключевые, артезианские, колодезные; соленые воды океанов, морей и озер; атмосферные воды, сформированные из дождя или снега. По характеру использования водные ресурсы подразделяются на питьевую воду, воду плавательных бассейнов, хозяйственный и медицинский лед. Природные воды загрязняются сточными водами муниципалитетов, пищевых и сельскохозяйственных предприятий, биотехнологических производств. Помимо этого загрязнение природных водоемов может происходить за счет попадания в них большого количества талых и дождевых вод.

Микрофлора водоемов складывается из микроорганизмов двух больших групп – автохтонных (присущих) воде и аллохтонных (привнесенных) в нее извне. Автохтонная микрофлора водоемов обычно представлена аэробными микрококками (Micrococcus roseus, Micrococcus candicans), сарцинами (Sarcina lutea), псевдомонадами (Pseudomonas fluorescens). Кроме того, в воде активно развивается вульгарный протей и сапротрофные лептоспиры. Из анаэробов выделяют бациллы (Bacillus mycoides, Bacillus cereus) и клостридии различных видов.

Микроорганизмы вод играют существенную роль в круговороте веществ в природе. Благодаря им происходит расщепление органических веществ, попадающих в водные бассейны. В свою очередь продукты жизнедеятельности микроорганизмов служат питательной средой для других организмов, обитающих в воде.

Краткая микробиологическая характеристика некоторых видов вод

Речная вода. Содержание микроорганизмов в реках тесно связано с сезонностью, то есть возрастает весной и осенью (в период половодий и дождей) за счет попадания в воду органических веществ. Кроме того, на содержании микроорганизмов в реках отражается состояние той территории, по которой протекают река и ее притоки. Так, в верховьях рек вода обычно чистая, а при протекании через крупные населенные пункты с развитой промышленностью обычно довольно сильно загрязняется.

Озерная вода. Микрофлора озер очень разнообразна по своему составу, так как в них обитают представители практически всех таксономических групп: бактерии, грибы, водоросли, простейшие. Их количество

увеличивается при попадании в озера сточных вод, а также вод естественного происхождения – при выпадении осадков и половодье.

В озерах микроорганизмы развиваются неравномерно, что напрямую связано с различной толщиной водной массы. Тем не менее существует закономерность развития микроорганизмов в озерной воде, условно разделяемой на слои, в которых преимущественно развиваются определенные микроорганизмы:

- нейстон (поверхностный вспененный слой), в котором преобладающей группой микроорганизмов являются аэробы;
- планктон (основная толща воды), в котором аэробов меньше, чем на поверхности озера, но при этом развивается очень много анаэробных микроорганизмов;
- бентос (придонный ил), в котором развивается большее количество анаэробных микроорганизмов, чем в планктоне. В этом слое обнаруживается особенно много железо- и серобактерий.

Океанская вода. В этой воде содержится большое количество светящихся видов микроорганизмов, а также галофилов. Среди последних: вибрионы, поражающие моллюсков и некоторые виды рыб.

Атмосферная вода. Характеризуется мягкостью, так как содержит очень незначительное количество солей. Микроорганизмы попадают в атмосферную воду из пылевых частиц воздуха, но их количество чаще всего невелико. Попадая на поверхность почвы или в водоемы, атмосферная вода смешивается с водной фазой почвы или водой водоема, в дальнейшем не выделяясь из общей массы.

Артезианская и ключевая вода. Очень жесткая вода, так как содержит повышенное количество солей. В эту воду микроорганизмы попадают либо при передвижении через грунт, либо из воздуха.

Обеспечение механизма самоочищения воды

Загрязнение водоемов сточными водами приводит к появлению в них нормальной, условно-патогенной и патогенной микрофлоры – постоянных обитателей кишечника человека и животных. Процесс загрязнения воды происходит также за счет попадания в водоемы талых и ливневых вод, при купании в ней людей и животных, стирке и полоскании белья. Именно поэтому в воде обычно обнаруживаются БГКП, стафилококки, грибы, дрожжи, спорообразующие бактерии, возбудители кишечных инфекций (брюшного тифа, паратифа, дизентерии, холеры) и другие условно-патогенные и патогенные микроорганизмы. Особенно опасны купающиеся бактерионосители, среди которых люди и животные, пораженные, например, сальмонеллезом (род Salmonella) или дизентерией (род Shigella).

Выделяют 3 основных зоны водоемов, характеризующиеся различной степенью общего и микробного загрязнения:

- полисапробная – зона самого сильного загрязнения, в которой активно развивается большое количество микроорганизмов – грибов, актиномицетов и бактерий, особенно анаэробных. В 1 мл воды полисапробной зоны содержится несколько миллионов микроорганизмов. Загрязнение воды этой зоны органическими соединениями приводит к активизации всего микробоценоза, потребляющего кислород, в результате чего начинают развиваться анаэробные микроорганизмы, осуществляющие процессы неполного окисления с образованием дурно пахнущих веществ – сероводорода, метана, меркаптанов;
- мезосапробная – зона умеренного загрязнения воды, 1 мл которой содержит несколько сотен микроорганизмов. В этой зоне достаточно активно протекают процессы полного окисления, поэтому в ней обнаруживается много нитрифицирующих микроорганизмов. Помимо нитрификаторов в мезосапробной зоне активно развиваются клостридии, псевдомонады, дрожжи рода Candida и др.;
- олигосапробная – зона чистой воды, в 1 мл которой содержится от 10 до 1000 микроорганизмов. Высокая степень чистоты этой воды связана с остаточным содержанием органических соединений, а процессы минерализации либо завершены, либо находятся в стадии завершения.

Патогенные микроорганизмы, попадающие в водоемы, активнее всего развиваются в полисапробных зонах, постепенно отмирают в мезосапробных и практически полностью отсутствуют в олигосапробных. Выживаемость различных представителей патогенов в воде различна. Так, возбудители лептоспироза и туберкулеза способны жить в воде до 5 мес., туляремии – до 3 мес. Некоторые возбудители инфекционных заболеваний, в частности холерный вибрион, способны размножаться в водной среде.

При попадании в водоем не свойственной ему микрофлоры немедленно запускается механизм самоочищения, связанный с активизацией автохтонных микроорганизмов. При этом лучшее самоочищение водоемов от аллохтонной микрофлоры происходит не в чистой воде, а в воде с повышенным содержанием органических веществ, которые преимущественно используются хозяевами водоемов – автохтонными микроорганизмами.

Наряду с развитием конкурентных (антагонистических) отношений между автохтонными и аллохтонными микроорганизмами водоема важнейшими факторами, способствующими его самоочищению, являются: солнечный свет, действие механических сотрясений (в проточной воде), давление водной толщи, процессы полного окисления, приводящие к обеднению водной среды, особенности роста и развития микрофлоры.

Характер оценки санитарного состояния водных бассейнов

В связи с тем что прямое обнаружение патогенных микроорганизмов в любой среде затруднено, на практике чаще всего используют методы

косвенной индикации. С этой целью в воде определяют ОМЧ и СПМ (чаще всего выявляют представителей БГКП). При необходимости выполняют анализы, связанные с выделением патогенов на элективные (избирательные) среды.

При оценке чистоты водопроводной воды учитывают следующие показатели:

- ОМЧ воды – количество клеток микроорганизмов, выросших из 1 мл воды на среде мясо-пептонный агар (МПА) при ее термостатировании в чашках Петри в течение суток при температуре 37 ^{0}С. Согласно ГОСТу ОМЧ водопроводной воды не должно превышать 100 КОЕ/л;
- коли-титр (титр кишечной палочки) водопроводной воды должен быть не меньше 300, то есть в 300 мл воды может быть обнаружена только 1 кишечная палочка;
- коли-индекс водопроводной воды не должен превышать 3, то есть в 1 л воды должно содержаться только 3 кишечных палочки;
- количество патогенов, наличие которых в чистой водопроводной воде вообще не допускается.

Помимо санитарно-микробиологической оценки водопроводной воды серьезное внимание уделяется контролю водных бассейнов, используемых для купания, так как содержание патогенных микроорганизмов (холерных вибрионов, шигелл, сальмонелл, возбудителей лептоспироза) в них не должно превышать 20 КОЕ/л. Кроме того, оценку санитарного состояния воды в последние годы принято проводить с учетом титров энтерококков и клостридий, а также индекса бактериофагов. В оценку санитарного состояния воды наряду с микробиологическими показателями входит комплекс ее физико-химических характеристик – уровни солености, жесткости и pH, концентрация растворенных веществ, трофосапробность (объем органического загрязнения). В целом оценка санитарного состояния воды направлена на выявление возможной эпидемиологической, токсикологической и радиоактивной опасности и наличие благоприятных свойств для пользователей на перспективу.

Все санитарно-микробиологические исследования воды регламентируются соответствующими ГОСТами. Для предотвращения эпидемиологической и других видов опасности, исходящих от водных ресурсов, органами Госсанэпиднадзора в обязательном порядке проводятся мероприятия:

- контролируются источники централизованного водоснабжения в больших городах и эффективность обеззараживания питьевой воды;
- подвергаются проверке артезианские скважины, индивидуальные питьевые источники (родники, колодцы), вода открытых водоемов (озер и рек) и плавательных бассейнов;
- осуществляется контроль степени очистки сточных вод;
- расследуются вспышки инфекционных болезней.

Учреждения Госсанэпиднадзора осуществляют контрольные анализы выборочно по программе и в сроки, устанавливаемые ими с учетом санитарно-эпидемической обстановки и по эпидемическим показаниям. Анализируя протоколы и отчеты, представляемые производственными лабораториями, а также результаты собственных выборочных исследований, учреждения Госсанэпиднадзора оценивают опасность и риск причинения вреда здоровью в ситуациях, связанных с потреблением воды, не соответствующей требованиям СанПиН. Прежде всего учитываются степень превышения норматива и класс опасности вещества, виды отрицательных эффектов (канцерогенный, мутагенный и др.), зависимости «доза - эффект», «доза - статус» во времени.

Выбор веществ для включения в рабочие программы, создание приоритетных перечней веществ для контроля, определение риска для здоровья населения, разработка методов определения веществ в воде и обоснование новых нормативов могут осуществляться при участии НИИ гигиены и специализированных кафедр медицинских институтов.

Гигиеническими критериями для использования альтернативного источника являются:

- постоянное определение в нем веществ 1 и 2 класса опасности, превышающих ПДК, что связано с загрязнением, которое не может быть эффективно ликвидировано;
- качество воды в источнике не соответствует требованиям ГОСТ 2761-84;
- эффективность водоподготовки недостаточна даже после изменения технологии.

Гигиеническими критериями для коррекции технологии водоподготовки являются: постоянное присутствие в очищенной питьевой воде химических соединений, остатков реагентов, продуктов трансформации природных органических веществ, связанных с процессами обеззараживания воды в концентрациях, превышающих ПДК, а также обнаружение в воде патогенных бактерий и вирусов, цист лямблий.

Лабораторный контроль качества питьевой воды по микробиологическим показателям, согласно приказу ГКСЭН России от 10.07.96 № 109 «Об утверждении примерной номенклатуры исследований и измерений для лабораторий учреждений Госсанэпидслужбы», проводится в учреждениях СЭН в соответствии с МУК 4.2.671-97 «Методы санитарно-микробиологического анализа питьевой воды», воды источников – в соответствии с МУ № 2285-81 «Методические указания по санитарно-микробиологическому анализу воды поверхностных водоемов», МУК 4.2.590-96 «Бактериологические исследования с использованием экспресс-анализатора Бак Трак 4100».

Определение патогенных микроорганизмов осуществляют в лабораториях 2–4 уровня, вирусов – в лабораториях 3–4 уровня.

В системе санитарно-микробиологического контроля качества питьевой воды различают текущий контроль, экстренный и контроль по эпидпоказаниям.

Текущий контроль питьевой воды по микробиологическим и паразитологическим показателям осуществляется в рамках государственного и ведомственного санитарно-эпидемиологического надзора за качеством питьевой воды в соответствии с разработанными региональными программами на соответствующих территориях.

Экстренный санитарно-микробиологический контроль питьевой воды осуществляется лабораториями учреждений СЭН, ведомственными и производственными лабораториями в случае каких-либо внезапных нарушений или аварий в системе водоснабжения, в результате которых происходит микробное загрязнение водопроводной воды в распределительной сети.

Контроль воды по эпидпоказаниям производят лаборатории учреждений СЭН и ведомственных служб в случае возникновения подъема заболеваемости населения кишечными бактериальными и вирусными инфекциями, уровень которой превышает среднесезонные показатели, а также при вспышке или эпидемии водного происхождения.

Экстренный контроль питьевой воды, а также контроль по эпидпоказаниям предполагают более частые микробиологические исследования, чем установлено по программе.

Анализ результатов санитарно-микробиологического контроля проводится регулярно, а также по представлении месячных, квартальных, годовых отчетов организациями, ответственными за подготовку питьевой воды.

При анализе вод источника и по этапам очистки исследуемый объем воды выбирают исходя из предполагаемого загрязнения для получения изолированных колоний и, соответственно, количественного результата. При обнаружении искомых бактерий их число пересчитывают на объем воды и выражают в числе колониеобразующих единиц (КОЕ) бактерий или бляшкообразующих единиц (БОЕ) колифагов. При наличии показаний к исследованию питьевой воды на патогенные бактерии или вирусы поиск возбудителя определяется эпидемической ситуацией и его циркуляцией в объектах окружающей среды данного региона.

Наряду с оценкой эпидемической безопасности питьевой воды в сети по индикаторным микробиологическим показателям, к приоритетным следует отнести исчезновение остаточного хлора. В питьевой воде в обязательном порядке выявляется общая или суммарная альфа- или бета-активность. Измерение суммарной альфа- и бета-активности должно проводиться на радиометрах, NRR, УМФ-2000 и на аналогичных приборах, снабженных необходимыми методиками измерений.

Микрофлора воздуха и его санитарно-микробиологический контроль

Еще два тысячелетия назад Варрон предполагал о существовании в воздухе мельчайших существ, но доказать это впервые удалось лишь Л. Пастеру в XIX веке. Колбу, в которой была питательная среда, Пастер на короткое время оставлял в открытом состоянии, после чего запаивал и взбалтывал ее содержимое. Через некоторое время питательная среда в колбе мутнела, в ней проходили процессы брожения с выделением газов. Таким путем Пастеру удалось установить наличие микроорганизмов как в воздухе закрытых помещений, так и в воздухе открытых пространств.

Микрофлора воздуха постоянно взаимодействует с микрофлорой других сред: с почвой и водой, откуда они обычно и поступают в воздух. Кроме того, микроорганизмы попадают в воздух из дыхательных путей и с каплями мокроты человека и животных, образующихся при кашле и чихании.

Микроорганизмы не способны размножаться в воздухе, что обусловлено отсутствием питательных веществ и недостатком влаги. В то же время их жизнеспособность в воздушном пространстве обеспечивается наличием взвешенных частиц воды, слизи, пыли, почвы. Именно там, где присутствует большое количество пыли, микроорганизмов особенно много, так как они адсорбируются на поверхности этих частиц.

Распространение микроорганизмов в воздухе крайне неравномерное. Больше всего их в воздушном пространстве мегаполисов, особенно над их центральной частью, меньше – на окраинах, а также в воздухе над естественными средами. Действительно, микроорганизмов становится существенно меньше вдали от цивилизации. Так, количество микроорганизмов в 1 м^3 воздуха над улицами городов достигае 5 тыс., в скотном дворе – 2 млн., в жилых помещениях – 20 тыс., а в парках – только 200.

В сосновых борах, благодаря действию фитонцидов, воздух становится практически стерильным. Не случайно планомерно проводится озеленение городов, способствующее задержанию растениями до 90 % пыли, в связи с чем численность микроорганизмов в воздухе над крупными населенными пунктами снижается в 10–20 раз. В воздухе горных районов микроорганизмов также очень мало, существенно меньше, чем над равнинами, что связано действием УФО солнца, а также с высушиванием. Очень мало микроорганизмов над морями, особенно в северных широтах (1–2 КОЕ/м^3), поэтому в этих районах Земли практически невозможно заболеть респираторными заболеваниями.

Основная масса микроорганизмов находится у поверхности земли, в тропосфере. По данным микробиолога Е.Н. Мишустина, на высоте 0,5 км над Москвой микроорганизмов насчитывается 2500 КОЕ/см^3, а на высоте 2 км – чуть больше 500. Микроорганизмы (в основном споры плесневых

грибов и бацилл) обнаруживаются в стратосфере на высоте 33 км, в облаках часто обнаруживают споры некоторых фитопатогенных грибов.

Множество микроорганизмов содержится в воздухе закрытых помещений, микробная обсемененность которых напрямую зависит от уборки помещения, уровня его освещенности, частоты проветривания, количества постоянно присутствующих людей.

Аэрозоль воздуха, ее строение, значение в распространении инфекции

Микрофлора воздуха делится на резидентную и временную. Первая обнаруживается часто и повсеместно, вторая – значительно реже, так не обладает стойкостью в отношении действия различных факторов. В составе резидентной микрофлоры, формирующейся за счет почвенных микроорганизмов, – микрококки, сарцины, бациллы, актиномицеты, плесневые грибы. Временная микрофлора воздуха также может сформироваться из почвенных микроорганизмов и из микроорганизмов, поступающих в воздух с поверхности водоемов.

Контаминация воздуха патогенными микроорганизмами происходит в основном капельным путем за счет кашля, чихания, разговора, благодаря чему образуются взвешенные в воздухе аэрозольные частицы. Размер образовавшихся аэрозольных частиц различен (от 10–100 до 2000 нм). В зависимости от размера капель, их электрического заряда, скорости движения аэрозольные частицы делятся на капельную и пылевую фазы и капельные ядрышки.

Капельная фаза. Представляет собой мелкие капли, длительно сохраняющиеся в воздухе и испаряющиеся до оседания.

Пылевая фаза. Состоит из крупных, быстро оседающих и испаряющихся капель, благодаря чему образуется пыль, поднимающаяся в воздух.

Капельные ядрышки. Это мелкие капли (до 100 нм), которые, высыхая, остаются в воздухе во взвешенном состоянии и образуют устойчивую аэродисперсионную систему, в которой частично сохраняется влага, поддерживающая жизнеспособность микроорганизмов воздуха.

Наибольшую опасность представляют микроорганизмы, заключенные в мелких аэрозольных частицах (капельных ядрышках), так как они способны глубоко проникать в дистальные отделы легких – альвеолы. В то же время более крупные частицы аэрозоля оседают в носовой полости и вместе со слизью выделяются во внешнюю среду.

В связи с этим гигиеническое требование «закрываться носовым платком при кашле или чихании» должно неукоснительно соблюдаться. Так, при чихании человека образуется до 40000 капель, которые способны образовать основу аэродисперсных систем с высоким уровнем эпидемиологической опасности для жизни людей. Пребывание рядом с больными

животными в животноводческих помещениях также довольно опасно, так как например, корова, при кашле выбрасывает слизь на расстояние не менее 3–4 м.

Экологический и гигиенический нормативы и показатели качества атмосферного воздуха

Мониторинг атмосферного воздуха включает контроль физико-химических и биологических свойств воздуха, отражающих степень его соответствия гигиеническим и экологическим нормативам. Мониторинг атмосферного воздуха направлен на получение данных, характеризующих его экологическое и гигиеническое состояние.

Экологический норматив качества атмосферного воздуха – критерий, отражающий предельно допустимое максимальное содержание загрязняющих веществ, при котором отсутствует вредное воздействие на окружающую среду.

Гигиенический норматив качества атмосферного воздуха – критерий, отражающий максимальное содержание неблагоприятных факторов, при котором отсутствует вредное воздействие на здоровье человека.

Санитарно-микробиологический контроль качества атмосферного воздуха включает определение ОМЧ и СПМ, среди которых Streptococcus pyogenes и Staphylococcus aureus – представители микрофлоры верхних дыхательных путей, имеющие общий путь выделения из организмов человека или животных с патогенными микроорганизмами и передающиеся воздушно-капельным путем.

С целью снижения микробной обсемененности воздуха проводят влажную уборку помещения в сочетании с вентиляцией и очисткой (фильтрацией) поступающего воздуха. В этих же целях применяют облучение помещений лампами УФО. Воздух жилых и производственных помещений считают чистым, если содержание микроорганизмов не превышает 500 в 1 $м^3$.

Немаловажное значение для оценки качества атмосферы населенных мест имеет разработка гигиенических нормативов ГН 2.2.6.1763-03, введенных в соответствии с Федеральным законом от 30.03.99 г., № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и «Положением о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании», № 554, утвержденным постановлением Правительства РФ от 24.07.00 г.

ГН 2.2.6.1763-03 установлены на основании комплексных токсикологических, иммунологических и бактериологических исследований и действуют на всей территории Российской Федерации, устанавливая ПДК микроорганизмов-продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов в атмосферном воздухе городских и сельских поселений. Их следует использовать для санитарной охраны атмосферного воздуха, профилакти-

ки неблагоприятного воздействия перечисленных поллютантов, а также при проектировании технологических процессов, оборудования и вентиляции.

Большую опасность представляют микроорганизмы-продуценты физиологически активных веществ, используемые в биотехнологических производствах. Большинство из них вызывают опасные аллергические заболевания, в связи с чем учреждения Госсанэпиднадзора должны отслеживать их содержание, особенно в промышленных населенных пунктах (табл. 4).

Таблица 4. ПДК микроорганизмов-продуцентов в атмосферном воздухе населенных мест

Наименование микроорганизма-продуцента, назначение	ПДК, кл./м^3
Aspergillus awamori 120/177*, синтез глюкоамилазы	200
Aspergillus terreus 44-62*, синтез ловастатина	30
Bacillus subtilis 65*, синтез нейтральной протеиназы и амилазы	4000
Bacillus subtilis 72, синтез щелочной протеазы	5000
Bacillus subtilis 103, синтез нейтральной протеазы	5000
Bacillus licheniformis 1001*, синтез бацитрацина	5000
Candida tropicalis Y- 456*, синтез ксилита	30
Penicillium canescens F- 832*, синтез ксиланазы	200
Trichoderma viride 44-11-62/3*, синтез комплекса целлюлолитических ферментов	200

*Примечание. * – Микроорганизмы, способные вызывать аллергические заболевания.*

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ С МАКРООРГАНИЗМАМИ И С ОБЪЕКТАМИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

В теле человека и организме животных живут различные виды микроорганизмов, среди которых преобладают бактерии. В нормальном состоянии микрофлора тела человека или организма животных представляет собой достаточно стабильное сообщество, так как все микроорганизмы находятся в состоянии равновесия. Нормальная микрофлора является своеобразным барьером – биологическим фактором защиты макроорганизма. Взаимодействие макро- и микроорганизмов, стабильность и нарушение равновесного состояния между ними, способствующее развитию инфекционного процесса, удобно проследить на примере организмов человека и животного.

Микрофлора тела человека

Области заселения

В человеческом организме микрофлора поселяется на его поверхности (на кожных покровах) или во внутренних полостях (на слизистых оболочках ротовой полости, в верхних дыхательных путях, желудочно-кишечном тракте – ЖКТ – и в мочеполовой системе). Здесь микроорганизмы размножаются, но их численность постоянно меняется. В здоровом состоянии микроорганизмы не обнаруживаются в легких, матке, крови, ликворе (спинно-мозговой жидкости). Обнаружение микроорганизмов в этих органах свидетельствует об инфекционном процессе. Причину инфекции можно установить, анализируя состояние крови, спинно-мозговой и синовиальной жидкости, так как их течение в организме позволяет выявить направленность и распространение инфекционного процесса.

Микрофлора тела человека по аналогии с объектами окружающей среды делится на резидентную (постоянно присутствующую в организме) и транзиторную (временную). Ее формирование у новорожденных начинается с проникновения на кожные покровы и слизистые оболочки верхних дыхательных путей. Уже спустя 3 месяца состав и численность микрофлоры тела ребенка практически не отличаются от взрослого человека.

Микрофлора кожи. На поверхность кожи микроорганизмы попадают из внешней среды. В то же время микрофлора кожи участвует в активном загрязнении окружающих объектов, что происходит вследствие постоянного, естественного шелушения кожных покровов. На 1 см^2 кожи обычно обнаруживается от 1000 до 80000 клеток микроорганизмов (стафилококков, стрептококков, дрожжей и др.), что физиологически регулируется присутствием на кожных покровах факторов неспецифической защиты

и иммунитета. Важнейшим фактором, способствующим поддержанию численности кожной микрофлоры в норме, является ее чистота. При соблюдении элементарных правил гигиены количество бактериальных клеток может снизиться на 90 %. При повышенной влажности кожи и вследствие усиленного потоотделения численность микроорганизмов может возрасти до миллиона, особенно на фоне грязи.

Дыхательная система. Заселяется микроорганизмами с первым актом дыхания при рождении. Так как полости носа и рта имеют сообщение, то и заселяются они однотипными микроорганизмами (стафилококками, стрептококками, менингококками, энтеробактериями и др.). В норме легкие, трахея и бронхи не содержат микроорганизмов, но при их контаминации патогенами в ослабленном организме может развиться инфекционный процесс, в частности человек может заболеть трахеитом, бронхитом, пневмонией и другими опасными заболеваниями. С возрастом защитные свойства организма могут возрасти вследствие совершенствования иммунной системы, поэтому снижается вероятность заболевания и передачи инфекции.

Мочеполовая система. Верхние отделы мочеполовой системы стерильны. В то же время нижние и наружные отделы мочеполовой системы обычно заселяют следующие представители микробного царства:

- нижние отделы – стафилококки (Staphylococcus epidermidis), негемолитические стрептококки, дифтероиды, микроскопические грибы родов Candida, Torulopsis, Geotrichum;
- наружные отделы – микобактерии (типичный представитель – Mycobacterium smegmatis). В норме микрофлора влагалища контаминируется бактероидами, лактобактериями, клостридиями, стрептококками. Из последних наиболее опасен для новорожденных Streptococcus agalactae, обнаруживаемый во влагалище у 15–20 % беременных женщин.

Органы пищеварения.

Практически все отделы пищеварительной системы заселены микроорганизмами. Их заселение происходит в течение первых дней жизни ребенка и поддерживается на протяжении всей жизни на определенном уровне. Рассмотрим микробиологическое состояние каждого из отделов ЖКТ в отдельности.

Ротовая полость. Контаминация ротовой полости ребенка микроорганизмами происходит в первые дни жизни, начинаясь при прохождении плода по родовым путям. Уже спустя 2–7 суток первоначальная микрофлора (энтеробактерии, стафилококки, микрококки) замещается на бактерии, обитающие в ротовой полости матери и персонала роддома.

В ротовой полости на микроорганизмы воздействует слюна, содержащая антимикробные вещества (лизоцим, иммуноглобулины). Кроме того, слюна способна механически смыть микробы. Тем не менее в самых укромных местах ротовой полости (десневых карманах, межзубных щелях)

обитает большое количество микроорганизмов – резидентов, относящихся к различным систематическим группам. Среди них: актиномицеты, стрептококки, спирохеты, лактобактерии, простейшие, дрожжи рода Candida. Через ротовую полость в пищеварительный тракт проникают и не свойственные организму человека микроорганизмы (транзиторные виды), среди которых обнаруживается немалое количество возбудителей инфекционных заболеваний.

Желудок. Так как желудочный сок имеет низкое значение pH, неблагоприятное для большинства бактерий, в желудке в основном способны обитать молочнокислые бактерии и дрожжи. В норме у здоровых людей их количество составляет 10^3/мл. При язвенной болезни желудка в нем появляются изогнутые формы бактерий Helicobacter pylori, которые считаются или самостоятельным видом, или морфологическим изменением резидентной микрофлоры.

Отделы кишечника. Желудочно-кишечный тракт новорожденных содержит незначительное количество бактерий, проникших в организм ребенка по родовым путям. У естественно вскармливаемых малышей в кишечнике доминирует Bacillus bifidum, а у «искусственников» – Bacillus acidophylum. Кроме того, в кишечнике первых обнаруживаются стафилококки, а в кишечнике вторых – клостридии. В то же время в кишечнике обеих групп детей обычно присутствуют энтерококки и E. coli.

В верхнем отделе кишечника – тонкой кишке – микроорганизмов насчитывается 10^3 КОЕ/мл, как в желудке. Здесь обычно обнаруживаются стрептококки, дрожжи рода Candida и молочнокислые бактерии. Напротив, нижние отделы кишечника, особенно толстая кишка, содержат очень много микроорганизмов (10^{12} КОЕ/г фекалий) в сравнении с другими полостями, поэтому эти отделы принято считать естественным резервуаром бактерий всего человеческого организма.

Около 95 % всех видов микроорганизмов, обитающих в кишечнике, – облигатные анаэробы. Среди представителей анаэробной микрофлоры кишечника основную часть (до 90 %) составляют неподвижные Грам$^+$ бифидобактерии, отличающиеся выраженным полиморфизмом и неустойчивостью к кислотам, и Грам$^-$ полиморфные бактероиды, у которых выделяют кокковые и ветвящиеся формы. Основной вид вызываемых этими микроорганизмами заболеваний – всевозможные абсцессы, развивающиеся в различных отделах желудочно-кишечного тракта, в дыхательной и мочеполовой системах.

В кишечнике широко представлены различные микроорганизмы семейства Enterobacteriaceae (Proteus vulgaris, Clostridium perfringens и другие представители СПМ). Во всех отделах кишечника можно обнаружить, хотя и в незначительном количестве, микроорганизмы, относящиеся к различным систематическим группам: пропионовые и фузобактерии, стафилококки, дрожжеподобные грибы, вирусы, фаги и др.

Роль микрофлоры желудочно-кишечного тракта в жизни человека

Особое значение в обеспечении нормальной жизнедеятельности человеческого организма имеет микрофлора толстой кишки. Ее роль заключается:

- в обеспечении антагонистической деятельности, связанной с продуцированием большого количества веществ (антибиотиков, кислот – молочной, пропионовой, уксусной, спиртов и прочих продуктов брожения, свойственного представителям микробоценоза, населяющего толстую кишку), отрицательно действующих на гнилостную микрофлору;
- обеспечении водно-солевого обмена;
- регуляции газового состава кишечника;
- участии в процессах метаболизма – в обмене углеводов, жирных кислот, холестерина, белков, нуклеиновых кислот;
- продуцировании витаминов – жирорастворимых (К, D) и водорастворимых, относящихся к группе В (тиамин, рибофлавин, никотиновая, пантотеновая и фолиевая кислоты);
- обеспечении детоксикации различных метаболитов, вырабатываемых организмом человека и поступающих в него извне. Эта функция микрофлоры толстого кишечника дополняет детоксикационную функцию печени. В то же время существуют примеры отрицательного действия ферментов, выделяемых микрофлорой толстой кишки, на организм человека. Происходит это чаще всего при неправильном использовании веществ, применяемых в лекарственных целях. Оказалось, что искусственный подсластитель цикламат под воздействием фермента сульфатазы способен конвертироваться в циклогексамин и далее всасываться эпителием мочевого пузыря, вызывая развитие онкозаболеваний;
- образовании биологической пленки, так называемого гликокаликса, включающего экзополисахариды микроорганизмов и способного защитить от неблагоприятных воздействий слизистую оболочку кишечника с населяющими ее микроорганизмами;
- участии в колонизационной резистентности, представляющей собой совокупность защитных факторов организма, сформированных под влиянием антагонизма анаэробной микрофлоры кишечника в отношении аэробных видов. Благодаря колонизационной резистентности посторонние микроорганизмы не способны к активной колонизации кишечника. Если это все же случается, во врачебной практике применяют прием селективной деконтаминации – избирательного удаления из пищеварительного тракта аэробных бактерий и грибов. С этой целью чаще всего назначают избирательно действующие антибиотики, например, нистатин, ванкомицин, гентамицин. Взаимное действие антибиотиков иногда усиливают, назначая их вместе;

- формировании и поддержании иммунитета, обеспечиваемого микробными антигенами.

Эубиоз, его значение для нормального функционирования человеческого организма

В нормальном состоянии (в отсутствии патологий) между микрофлорой тела человека и его организмом существует так называемое динамические равновесие, обозначаемое специальным термином «эубиоз». Состояние эубиоза может быть нарушено под воздействием самых разнообразных факторов: окружающей среды, стрессовых ситуаций, при бесконтрольном приеме антимикробных препаратов, лучевой и химиотерапии. Вследствие этого нарушается свойственная организму колонизационная резистентность, в результате чего образуются токсичные продукты (аммиак, сероводород, индол, скатол), выделяемые активно размножающейся микрофлорой кишечника. Итогом этого является развитие либо дисбактериоза, либо дисбиоза. В первом случае это состояние, характеризующееся количественно-качественными изменениями бактериальной флоры, во втором – всего микробоценоза, в том числе вирусов, грибов, простейших и других представителей микробиоты, населяющей организм человека.

С целью лечения дисбактериозов проводится предварительная диагностика инфекционной болезни, для чего необходимо сделать посевы каловых масс на диагностические среды, например на среды Эндо, Плоскирева, Левина и др. При сплошном росте микроорганизмов на одной из этих дифференциально-диагностических сред, посевы инфицированного материала повторяют из больших разведений.

При лечении дисбиозов или дисбактериозов стремятся подавить деятельность инфекционных факторов (микроорганизмов или выделяемых ими токсинов). Применяют препараты-эубиотики, приготовленные на основе микроорганизмов, являющихся представителями нормальной микрофлоры тела человека и способных подавить деятельность патогенных микроорганизмов.

Среди препаратов, регулирующих эубиоз организма, бифидумбактерин, колибактерин, лактобактерин, субтилин, бификол и др. Нетрудно заметить, что их названия в основном образованы родовым, видовым или тем и другим названиями микроорганизмов. Препараты-эубиотики представляют собой живые высушенные культуры соответствующих микроорганизмов, выпускаемые в таблетированной форме, с указанием числа микробных клеток в препарате. Чаще всего их назначают в комбинации с другими методами лечения.

Получили распространение эубиотики, используемые в составе новых пищевых продуктов, хорошо зарекомендовавших себя на рынке. Среди них: ацидофильная простокваша, «Биокефир», кефир «Бифидо». Такие

продукты питания способны быстро нормализовать деятельность микрофлоры ЖКТ и не допустить развития инфекции.

Следует отметить, что неконтролируемый (нелеченный) инфекционный процесс может привести к очень серьезным последствиям как для самого организма – источника инфекционного начала, так и для окружающей среды:

1. В организме заболевшего человека возникает и активно развивается эндогенная инфекция, характеризующаяся поражением других систем органов, развитием гнойно-воспалительных процессов, например перитонитов, активнее протекающих у лиц со слабым иммунитетом.

2. Организм человека становится источником генов лекарственной устойчивости к антибиотикам.

3. В окружающую человека природную среду (почву, воду, воздух) и на объекты производственной деятельности человека, в частности на пищевые продукты, лекарственные средства, предметы быта, проникает большое количество патогенов, вызывающих инфекционный процесс в организме человека.

Таким образом, не только окружающая среда благотворно или неблагоприятно действует на человеческий организм, но и наблюдается обратная связь.

Обязательность санитарно-гигиенических мероприятий и медицинских осмотров. Роль Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в контроле этих вопросов

Для охраны здоровья людей, предотвращения вспышек инфекционных заболеваний среди населения проводят медицинские осмотры, носящие профилактический характер. Такой осмотр обязаны пройти все поступающие на работу. В то же время некоторые категории работников проходят постоянное так называемое периодическое медицинское освидетельствование. Среди них: занятые в отдельных отраслях сельскохозяйственного производства, в частности в ветеринарии, работающие на предприятиях пищевой промышленности, заведениях общественного питания, торгующие продовольственными товарами.

В некоторых случаях это всеобщее правило нарушается, поэтому главнейшей задачей специалистов, работающих в организациях Госсанэпиднадзора, является строгий контроль выполнения требований санитарных правил и соблюдения гигиенических нормативов работниками вышеуказанных отраслей народного хозяйства. Соблюдение всех этих правил – обязанность руководителей и отдельных работников, являющаяся существенным элементом трудовой дисциплины на каждом предприятии.

Если же работниками пищевого объекта правила внутреннего трудового распорядка будут нарушены, а санитарные правила и соответствую-

щие инструкции проигнорированы, это следует квалифицировать как дисциплинарный поступок, влекущий определенное наказание. В качестве дисциплинарных взысканий могут быть применены: замечание, выговор, смещение на низкооплачиваемую должность, увольнение. Уголовная ответственность, вплоть до лишения свободы, налагается на лиц, в результате действия которых был причинен существенный вред государственным или общественным интересам, а также правам и интересам отдельных граждан. Уголовную ответственность могут повлечь:

- выпуск недоброкачественной пищевой продукции;
- продажа недоброкачественных товаров;
- нарушение ветеринарных правил;
- халатность;
- нарушение правил борьбы с эпидемической опасностью.

Микрофлора животного организма

Микрофлора кожи. На поверхность кожи микроорганизмы попадают из внешней среды. К постоянным обитателям волосяных мешочков, протоков сальных и потовых желез кожи относятся Грам$^+$ бактерии. Типичными обитателями кожи являются различные виды Staphylococcus (St. epidermidis), Micrococcus, Propionibacterium, Corynebacterium и др. Последние иногда составляют до 70 % всей кожной микрофлоры.

Большинство микроорганизмов, населяющих кожу, не представляют какой-либо опасности для хозяина, но некоторые, и прежде всего St. aureus, условно патогенны. Этот вид микроорганизмов, а также поселяющиеся на коже гемолитические и негемолитические стрептококки рассматривают как транзиторные.

Основные зоны колонизации кожных покровов: эпидермис (особенно роговой слой), кожные железы (сальные и потовые) и верхние отделы волосяных фолликулов. Микрофлора волосяного покрова идентична микрофлоре кожи. Количество микроорганизмов на коже зависит от условий содержания животных, при плохом уходе может достигать 1–2 млрд./см^2.

Микрофлора дыхательных путей. Верхние отделы дыхательных путей у новорожденных животных обычно стерильны и колонизируются в течение 2–3 суток. Исследования последних лет показали, что наиболее часто из дыхательных путей клинически здоровых животных выделяется сапротрофная микрофлора: бактерии родов Micrococcus, Bacillus, коринеформные бактерии, S. saprophiticus, негемолитические стрептококки, Грам$^-$ кокки. Наряду с этим были выделены патогенные и условно-патогенные микроорганизмы: α- и β-гемолитические стрептококки, S. aureus, энтеробактерии родов Escherichia, Salmonella, Proteus, представители рода Pasteurella, Ps. aeruginosa и в единичных случаях грибы рода Candida. Чаще

всего сапротрофов выделяли из дыхательных путей нормально развитых животных, чем слабо развитых.

Наибольшее число сапротрофов и условно-патогенных микроорганизмов обнаруживается в носовой полости животных. Трахея и бронхи заселяются аналогичными носовой полости группами микроорганизмов, но здесь их существенно меньше. Под влиянием проникших в легкие патогенных микроорганизмов у ослабленных животных могут развиться тяжелые заболевания, в частности туберкулез. Чаще всего в легких обнаруживаются β-гемолитические стрептококки, S. aureus, E. coli, микрококки и пастереллы.

Микрофлора мочеполовых органов. В норме микроорганизмы не обнаруживаются в яичниках, семенниках, матке, мочевом пузыре животного. У здоровой самки плод в матке стерилен до момента родов.

Верхние отделы мочевыводящих путей обычно стерильны; в нижних отделах доминируют S. epidermidis, негемолитические стрептококки, дифтероиды; часто выделяют грибы родов Candida, Torulopsis, Geotrichum. В наружных отделах доминирует Mycobacterium smegmatis. Постоянным обитателем слизистой оболочки влагалища животных является Bact. vaginale vulgare, обладающая выраженным антагонизмом к другим микроорганизмам. На количественно-качественный состав микрофлоры влагалища животного влияет его физиологическое состояние, при возникновении гинекологических заболеваний нормальная микрофлора претерпевает серьезные изменения.

Микрофлора желудочно-кишечного тракта

Микрофлора ротовой полости. К постоянным обитателям полости рта животных относятся разнообразные кокки, палочки, нитчатые и извитые формы микроорганизмов, в том числе Spirochaeta dentium, обуславливающая разрушение плотной ткани зубов. Во рту обнаруживаются гнилостные бактерии, дрожжевые и плесневые грибы, попавшие в него с кормами. Количественный и качественный состав микрофлоры полости рта зависит от возраста, вида животного, типа кормления. Так, особенно много микроорганизмов обнаруживается в ротовой полости свиней.

Микрофлора кишечника. У новорожденных животных желудочно-кишечный тракт не содержит бактерий. ЖКТ контаминируется микрофлорой только после принятия первых порций пищи. Через несколько дней организм животного заселяется разнообразной микрофлорой, которая в дальнейшем может более или менее изменяться, но в основном сохраняется до конца жизни животного.

Микрофлору желудочно-кишечного тракта животных принято делить на облигатную (молочнокислые бактерии, энтерококки, Cl. perfringens, Cl. sporogenes, E. coli, и др.), которая адаптировалась к условиям этой среды и стала постоянной, и факультативную, изменяющуюся в зависимости от вида корма и воды.

В самом раннем возрасте, пока животное питается молоком, в его кишечнике обитают главным образом молочнокислые бактерии. Если корм взрослого животного содержит много углеводов, в микрофлоре кишечника увеличивается количество кислотообразующих бактерий. Попадая в кишечник с кормом, микрофлора подвергается здесь большим изменениям. Часть видов микроорганизмов погибает, часть же, приспосабливаясь к новым условиям, начинает постепенно размножаться.

Содержимое кишечника – благоприятная среда обитания для микроорганизмов. Однако здесь действует и ряд неблагоприятных факторов, способствующих адаптации и специализации микроорганизмов. Так, в толстом кишечнике накапливаются желчные кислоты до концентраций, которые способствуют угнетению роста некоторых бактерий. Бактерицидные свойства по отношению к микрофлоре кишечника также проявляют масляная и уксусная кислоты.

В составе кишечной микрофлоры различных животных содержится большое количество бактерий, способных разрушать целлюлозу, гемицеллюлозы, пектины. К ним относятся представители родов Bacteroides и Ruminococcus. В кишечнике лошадей, коров, овец, крыс, обезьян был обнаружен B. succinogenes, а в кишечнике лошадей, коров и кроликов – активно разрушающий клетчатку R. albus. Роды Bacteroides и Eubacterium, обнаруженные в кишечнике млекопитающих животных, способны к разрушению белковых субстратов.

Состав кишечной микрофлоры разных животных различен. Так, в кишечнике собак выявляется относительно много стрептококков и клостридиев.

В кишечнике, рубце жвачных животных и других органах представители нормальной микрофлоры распределены определенным образом. Часть форм приурочена к поверхности клеток, другие находятся на некотором удалении от ткани. Состав прикрепленных форм может изменяться при ослаблении или заболевании хозяина и даже при стрессе. При нервных стрессах, например, за счет активизации протеаз происходит разрушение белка на поверхности глоточного эпителия, что позволяет прикрепляться клеткам условно-патогенной бактерии Pseudomonas aeruginosa, которые начинают здесь активно размножаться вместо безвредных представителей нормальной микрофлоры. Образовавшаяся популяция Ps. aeruginosa в дальнейшем может вызвать поражение легких.

Рубец жвачных обильно заселен большим числом видов бактерий и простейших. Анатомическое строение и условия в рубце почти идеально отвечают требованиям жизнедеятельности микроорганизмов. Расщепление кормов и синтез важных органических соединений для животного организма осуществляют различные виды бактерий, дрожжей, актиномицетов и простейших. Видовой состав рубцовых микроорганизмов со временем претерпевает изменения. В среднем количество бактерий со-

ставляет 10^2 –10^3 клеток в 1 г рубцового содержимого, количество инфузорий достигает 3–4 млн.

В молочный период в рубце у телят преобладают молочнокислые и определенные виды протеолитических бактерий. Полное становление рубцовой микрофлоры завершается при переходе животных на грубые корма.

У взрослых жвачных видовой состав рубцовых бактерий постоянен и существенным образом не изменяется в зависимости от кормления, времени года и ряда других факторов. В функциональном плане наиболее важное значение имеют виды бактерий: Bacteroides succinogenes, Butyrivibrio fibrisolvens, Ruminococcus flavefaciens, R. albus, Cillobacterium cellulosolvens, Clostridium cellobioparus и др.

Основными продуктами сбраживания клетчатки и других углеводов являются масляная кислота, углекислота и водород.

В связи с наличием в рубце анаэробных условий углеводы в клетках рубцовых микроорганизмов окисляются не полностью, конечными продуктами брожения являются органические кислоты, углекислота, этанол, водород, метан. Часть продуктов гликолиза (молочная, янтарная, валериановая кислоты и некоторые другие вещества) используется самими бактериями в качестве источника энергии и для синтеза клеточных соединений. Конечные продукты углеводного обмена в рубце жвачных (летучие жирные кислоты) используются в обмене веществ животного-хозяина. Один из основных продуктов рубцового метаболизма – ацетат – становится предшественником жира молока и источником энергии для животных, а пропионат и бутират используются животными для синтеза углеводов.

В содержимом рубца широко представлены виды бактерий, утилизирующих различные моносахара. Кроме описанных выше, обладающих ферментами, разрушающими полисахариды и дисахариды, в рубце жвачных находится целый ряд видов бактерий, предпочтительно использующих моносахара, главным образом глюкозу. К ним относятся: Lachnospira multiparus, Selenomonas ruminantium, Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium bidum, Bacteroides coagulans, Lactobacillus fermentum и др.

В настоящее время известно, что белок в рубце расщепляется под действием протеолитических ферментов микроорганизмов с образованием пептидов и аминокислот, которые в свою очередь подвергаются воздействию дезаминаз с образованием аммиака. Дезаминирующими свойствами обладают микроорганизмы, относящиеся к видам: Selenomonas ruminantium, Megasphaera eisdenii, Bacteroides ruminicola и др.

Большая часть потребляемого с кормом растительного белка превращается в рубце в белок. Как правило, процессы расщепления и синтеза белка идут одновременно.

Значительная часть рубцовых бактерий, являющихся гетеротрофами, для синтеза белка использует неорганические соединения азота. К наиболее важным в функциональном отношении рубцовым микроорганизмам

принадлежат Bacteroides ruminicola, Bacteroides succinogenes, Bacteroides amylophilus и др., использующие для синтеза азотистых веществ своих клеток аммиак.

Тонкий отдел кишечника содержит сравнительно небольшое количество микроорганизмов. В этом отделе кишечника чаще всего находятся устойчивые к действию желчи энтерококки, кишечная палочка, ацидофильные и споровые бактерии, актиномицеты, дрожжи и др.

Толстый отдел кишечника наиболее богат микроорганизмами. Основные его обитатели: энтеробактерии, энтерококки, термофилы, ацидофилы, споровые бактерии, актиномицеты, дрожжи, плесени, большое количество гнилостных и некоторых патогенных анаэробов (Cl. sporogenes, Cl. putrificus, Cl. perfringens, Cl. tetani, Fusobacterium necrophorum).

Роль нормальной микрофлоры. Как и в организме человека, нормальная микрофлора играет важную роль в защите организма животного от патогенов, стимулируя иммунную систему и принимая участие в реакциях метаболизма. В то же время она способна привести к развитию инфекционных заболеваний.

Нормальная кишечная микрофлора играет огромную роль в метаболических процессах организма и поддержании их баланса. Так, метаболизм некоторых веществ включает печеночную экскрецию (в составе желчи) в просвет кишечника с последующим возвратом в печень. Эти продукты экскретируются, как правило, в форме глюкуронидов и сульфатов, не способных в этом виде к обратному всасыванию. Всасывание обеспечивают кишечные бактерии, вырабатывающие соответствующие ферменты – глюкуранидазы и сульфатазы. Известна ведущая роль нормальной микрофлоры в обеспечении организма ионами Fe^{2+}, Ca^{2+}, витаминами К, D, группы В.

Значение микрофлоры было установлено после того, как были получены безмикробные животные (мыши, крысы, морские свинки, цыплята, поросята и др. виды) и стала успешно развиваться новая отрасль биологии – гнотобиология (от греч. gnotos – познание, bios – жизнь).

У гнотобиотов вследствие отсутствия антигенного раздражения иммунной системы возникает недоразвитие иммунокомпетентных органов (тимуса, лимфоидной ткани кишечника), ряда витаминов. Как следствие у гнотобиотов нарушаются физиологические функции: уменьшается масса внутренних органов, объем крови, в тканях понижается содержание воды. Исследования с использованием гнотобиотов позволяют изучать роль нормальной микрофлоры в механизмах инфекционной патологии и иммунитета, в процессах синтеза витаминов, аминокислот. При заселении организма гнотобиотов сообществами микроорганизмов удается выявлять физиологические функции этих сообществ.

Большую ценность для развития животноводства представляют СПФ-животные (от англ. spezifisch patogen frei), свободные только от пато-

генных видов микроорганизмов и имеющие все необходимые виды микроорганизмов в своем теле для проявления физиологических функций. СПФ-животные растут быстрее обычных, реже заболевают и могут служить ядром для племенных ферм, свободных от инфекционных заболеваний. Для их организации необходим высший уровень ветеринарно-санитарных мероприятий.

Сущность инфекционного процесса и эпидемиология

Между человеком и животным миром, с одной стороны, и объектами окружающей среды, с другой, существуют сложные взаимоотношения, которые в значительной степени обеспечиваются развитием микроорганизмов, способных сосуществовать с теми и другими. Это свойство микроорганизмов тесно связано с их делением на две большие группы – автотрофов и гетеротрофов, последние из которых делятся на сапротрофов и паразитов. Именно это деление предполагает их вездесущность, при этом сосуществование микроорганизмов с любым объектом биосферы тесно связано с возможностью легко приспосабливаться и выживать в самых разнообразных условиях.

Считается, что эволюционно первыми появились сапротрофы (обитатели почв, воды, воздуха, поселяющиеся на органических остатках отмерших животных и растений). Позже сапротрофы, попадая на органы живых макроорганизмов и питаясь их выделениями, могли дать формы, у которых постепенно выработалось свойство органотропности – приспособленности к жизни в макроорганизме и за его счет. Так, наряду с сапротрофами, попадающими внутрь тела макроорганизма, появлялись и паразиты, выделяющие в органы и ткани хозяина токсичные продукты своей жизнедеятельности, способствуя тем самым возникновению патологии или инфекционного процесса.

Инфекция, ее основные характеристики. Причины возникновения и развития инфекций

Под инфекцией понимают совокупность биологических процессов, возникающих в результате взаимодействия патогенов с восприимчивым макроорганизмом и зависящих от факторов окружающей среды.

При проникновении инфекции в макроорганизм постоянство внутренней среды организма (гомеостаз) нарушается. Если сопротивляемость организма (иммунитет) снижена, развивается инфекционная болезнь со всеми ее клиническими проявлениями.

Название развивающейся болезни чаще всего включает название вида, рода или семейства вызвавшего ее возбудителя: сальмонеллез, бруцеллез, риккетсиоз и т.п.

Инфекционная болезнь обычно протекает в 4 стадии:

- инкубационная, протекающая с момента заражения до начала первых клинических проявлений болезни, длящаяся от нескольких часов до нескольких месяцев и даже лет в зависимости от природы возбудителя и иммунитета макроорганизма;
- продромальная, характеризующаяся появлением первых клинических симптомов общего характера (слабость, утомляемость, потеря аппетита), неспецифичных для данной болезни;
- острых проявлений – собственно болезнь, сопровождающаяся проявлением типичных для нее симптомов, например, появлением характерных сыпи и температурной кривой;
- рековалесценции – исчезновение типичных симптомов, постепенное клиническое выздоровление.

Биологический объект (организм человека или животного) при поражении инфекционным началом называют инфицированным, а предметы окружающей среды с попавшими на них возбудителями – загрязненными (контаминированными).

Течение инфекционного процесса и исход болезни тесно связаны с тремя основными факторами: с состоянием микроорганизма-возбудителя, состоянием макроорганизма-хозяина, состоянием окружающей среды.

1. Влияние на развитие инфекционного процесса состояния микроорганизма-возбудителя

Основными характеристиками микроорганизма, определяющими течение инфекционного заболевания, являются патогенность и вирулентность.

Патогенность – генотипический признак, отражающий способность микроорганизма проникать в макроорганизм, размножаться в нем и вызывать развитие патологии. Патогенность, будучи закрепленной в геноме микроорганизма, передается по наследству, она свойственна определенному виду микроорганизмов.

Вирулентность – фенотипический признак, характеризующий степень патогенности определенного штамма в определенных условиях. Таким образом, вирулентность – это мера патогенности, называемая минимальной летальной дозой – Dosis letalis minima (DLM).

Вирулентность – переменная величина, которая может быть изменена естественным или искусственным путем. В естественных условиях это может произойти за счет попадания микроорганизма в неблагоприятные для него условия существования, например, без доступа влаги или под прямой солнечный свет. Искусственным путем снижение вирулентности достигается при выращивании и пересеве культур микроорганизмов на питательных средах при повышенной температуре или использовании в составе среды различных антисептиков, в частности фенола. Благодаря ос-

лаблению вирулентности получают микроорганизмы, составляющие основу живых вакцин.

Вирулентность патогенных микроорганизмов обуславливают три основных фактора: наличие капсулы, агрессивность и токсичность.

Наличие капсулы у патогенных микроорганизмов определяет не только защитную функцию, но и его вирулентность. Так, возбудитель сибирской язвы в организме животного или человека образует предохраняющую его капсулу и способен очень быстро вызывать летальный исход. В то же время из штамма Bacillus anthracis, лишенного капсулы и тем самым ослабленного, готовят вакцину, введение которой в макроорганизм сообщает ему невосприимчивость к этому опасному патогену.

Вирулентность микроорганизма определяется и его агрессивностью – способностью патогенных микроорганизмов размножаться в макроорганизме даже при неблагоприятных условиях, активно подавляя иммунитет хозяина, препятствуя фагоцитозу и продуцируя специфические ферменты, в частности протеазы, разрушающие иммуноглобулины, и коагулазы, свертывающие плазму крови.

Токсичность патогенного микроорганизма связана с его способностью образовывать ядовитые вещества – токсины двух видов (эндо- и экзотоксины).

Эндотоксины обнаружены у возбудителей сальмонеллеза, туберкулеза, колибактериоза и др. Они выделяются из клетки патогенного микроорганизма только после его гибели (лизиса), поэтому ядовиты в меньшей степени, чем экзотоксины. Эндотоксины весьма устойчивы к температуре, поэтому способны выдерживать стерильный режим (120 ^{0}С) в течение 30 мин.

В отличие от эндотоксинов экзотоксины чувствительны к действию солнечного света, мгновенно разрушаются, за исключением энтеротоксина патогенных стафилококков, при кипячении, при температуре 60–80 ^{0}С в течение часа. Очень хорошо переносят низкую температуру и недостаток влаги. Экзотоксины избирательно действуют на органы и ткани макроорганизма, поэтому их делят на 4 типа:

- цитотоксины, способные блокировать рибосомальный синтез белка в клетках хозяина;
- мембранотоксины, разрушающие клетки крови за счет увеличения проницаемости их мембран;
- функциональные блокаторы, препятствующие жизнедеятельности отдельных тканевых систем макроорганизма. Среди них: ботулинический токсин, вызывающий поражение черепномозговых нервов, расстройство зрения, паралич дыхания, нарушение акта глотания и т.д. К этой же группе относится столбнячный токсин, вызывающий поражение двигательных нейронов спинного мозга;

- эритрогенины, выделяемые некоторыми штаммами золотистого стафилококка и лизогенными штаммами скарлатинозного стрептококка, что сопровождается появлением высыпаний и лихорадкой.

Отметим, что некоторые виды патогенных микроорганизмов, в частности холерный вибрион и гемолитические штаммы E. coli, способны к образованию ядовитых веществ сразу двух видов: экзо- и эндотоксинов.

2. Влияние на развитие инфекционного процесса состояния макроорганизма-хозяина

Как известно, патогенные микроорганизмы попадают в макроорганизм через так называемые входные ворота инфекции, к которым в равной степени относятся пищеварительный тракт, слизистые оболочки дыхательных путей, поврежденные кожные покровы, мочеполовые пути.

Различают три вида поражений организма инфекцией, вызванных различными способами ее проникновения:

- проникнув в макроорганизм и попав в кровяное русло, патогенные микроорганизмы способны вызывать в нем бурный инфекционный процесс, протекающий в форме *септицемии*, чаще всего приводящей к смертельному исходу;

- при проникновении в ткани различных органов из кровяного русла, в котором нет условий для размножения, патогены начинают в них усиленно размножаться, вызывая инфекционный процесс, протекающий в форме *бактериемии*;

- в некоторых случаях микроорганизмы, проникнув в макроорганизм, остаются только в какой-то одной инфицированной ими ткани, но, размножаясь, выделяют токсины, проникающие в кровяное русло, вследствие чего инфекционный процесс развивается по типу *токсемии*.

Существенное значение в развитии инфекционного процесса имеют состояние макроорганизма, его способность сопротивляться инфекционному началу. Развитие заболевания обычно затруднено при наличии у макроорганизма развитого иммунитета, что связано с присутствием в нем так называемых стерилизующих (бактерицидных) факторов – иммуноглобулинов, лизоцима, трансферрина и других, а также с отсутствием повреждений кожных покровов и слизистых оболочек тех систем и органов, которые служат естественными воротами инфекции.

Развитие инфекционного процесса тесно связано и с возрастом больного. Так, у детей с неразвитой иммунной системой течение инфекционного процесса зачастую оказывается тяжелым. С возрастом в организме укрепляется иммунитет, что сопровождается накоплением соответствующего количества бактерицидных факторов, способных активно противостоять инфекции.

Следует отметить, что в развитии инфекционного процесса немалая роль принадлежит фактору утомления, поэтому уставший организм быстрее заболевает и практически не способен сопротивляться инфекции.

3. Роль в развитии инфекционного процесса состояния окружающей среды

Иммунный ответ макроорганизма на инфекцию теснейшим образом связан с питанием. Если пища человека или кормовой рацион животного содержит недостаточное количество питательных веществ с высоким энергетическим содержанием, витаминов, макро- и микроэлементов, сопротивляемость организма инфекции снижается, так как нарушаются обменные процессы и происходит соответственное уменьшение в организме иммуноглобулинов.

Так, при дефиците в питании витамина А (каротина) нарушаются окислительные процессы и снижается защитная функция кожных покровов и слизистых оболочек. Повреждение слизистых оболочек происходит и при дефиците в пищевом или кормовом рационе макроорганизма витамина С (аскорбиновой кислоты). Дефицит в пище витаминов группы В отражается на фагоцитарной функции макроорганизма, именно поэтому понижение защитной деятельности лейкоцитов способствует более легкому распространению инфекции по всему организму.

В последние годы даже в самых благополучных европейских странах, в том числе в России, наблюдается рост числа заболевших туберкулезом. Известно, что развитие данного заболевания происходит даже при очень хорошем питании, но при снижении поступления с пищей солей кальция и фосфора.

Развитию инфекционного процесса может способствовать и дефицит воды в организме. Так, путем искусственного водного голодания удалось ослабить организм подопытных животных (собак) и заразить их сибирской язвой, тогда как в обычных условиях эти животные малочувствительны к этой инфекции.

В развитии инфекционного процесса большое значение имеют все физико-химические факторы окружающей среды (температура, влажность, световой поток, вентиляция и др.), при этом интенсивность инфекционного процесса тесно связана с их серьезным отклонением от принятой нормы. Известно, что куры, как и собаки, невосприимчивы к сибиреязвенной бацилле, но их заражение сибирской язвой было легко достигнуто при ослаблении иммунитета смачиванием оперения.

Интенсивность эпидемического процесса

Эпидемиология – это наука, занимающаяся изучением условий возникновения и распространения эпидемического процесса, а также разработкой противоэпидемических мероприятий, направленных на предупреждение и снижение инфекционных заболеваний. Основными элементами – объектами изучения этой науки – являются источники инфекции, меха-

низмы ее передачи и восприимчивость к ней человеческого общества и каждого конкретного коллектива.

В качестве источников инфекции эпидемиология рассматривает того или иного заболевшего или носителя инфекционного начала (человека или животного), а также инфицированные объекты окружающей природной среды (почву, водные ресурсы, воздух) и рукотворные объекты, в частности некачественные пищевые продукты и лекарственное сырье.

Если источником инфекции является человек, инфекционную болезнь относят к антропонозам, если животное – к зоонозам, если объекты природной среды – к сапронозам.

Механизм передачи инфекции от инфицированного организма к неинфицированному может протекать по-разному, включая пути:

- фекально-оральный (дизентерия, холера);
- аэрогенный (корь, дифтерия);
- трансмиссивный – через укус кровососущих насекомых (сыпной тиф, малярия);
- контактный (гонорея, сифилис);
- искусственный – введение инфекции в кровь через шприцы и плохо стерилизованные медицинские инструменты;
- вертикальный – передача инфекции плоду через зародышевые клетки.

В рамках одного из приведенных механизмов передачи инфекции, например фекально-орального, может действовать несколько путей: пищевой, почвенный, водный. В то же время в рамках пищевого пути могут рассматриваться отдельные факторы передачи инфекции: инфицированные молоко, мясо, яйца и т.п.

Большое значение в распространении инфекции в человеческом обществе имеет восприимчивость к ней того или иного конкретного коллектива. Коллективная невосприимчивость к инфекционным заболеваниям обусловлена большим количеством людей, обладающих иммунитетом, хорошим питанием, достойными социальными условиями, благоприятными физико-химическими факторами, присущими окружающей среде.

Эпидемиологи выделяют три степени эпидемического процесса, характеризующие его интенсивность:

- спорадическая заболеваемость, представляющая собою обычный уровень заболевания на данной территории в определенный период времени;
- эпидемия – уровень заболевания, резко превышающий уровень спорадической заболеваемости;
- пандемия – уровень заболевания на данной территории, резко превышающий уровень эпидемий.

Многие болезни, вызывающие эпидемии, не укладываются в существующие географические границы, поэтому без принятия соответствую-

щих мер легко распространяются по планете. Среди таких заболеваний грипп и холера. Особому контролю подлежат наиболее опасные, быстро распространяющиеся болезни (чума, холера, оспа, желтая лихорадка), носящие название конвенционных (карантинных), так как система информации и профилактические меры в этих случаях обусловлены специальными международными соглашениями – конвенциями.

Противоэпидемические и профилактические мероприятия

Противоэпидемические и профилактические мероприятия обычно направлены на все элементы эпидемической цепи. С этой целью в отношении возможного источника инфекции проводятся раннее выявление и диагностика инфекционного заболевания изоляция больных в стационарных или домашних условиях и активные карантинные мероприятия, например, дератизация – уничтожение грызунов или дезинсекция – уничтожение насекомых – переносчиков инфекции.

Осуществляются мероприятия, способные предотвратить передачу инфекционного начала: дезинфекция в очаге болезни, дезинфекция питьевой воды, обеззараживание нечистот, организация санитарно-противоэпидемического режима в медучреждениях, отпугивание и уничтожение членистоногих – переносчиков болезней – с помощью применения инсектицидов, репеллентов, противомоскитных сеток и т.п.

В отношении восприимчивого коллектива людей, находящегося в эпидемическом очаге, проводится активная, экстренная или плановая иммунизация в зависимости от эпидемических показаний.

Во многих случаях медицинская служба делает упор на противоэпидемические мероприятия в отношении определенного звена противоэпидемической цепи. Так, при борьбе с дифтерией основные усилия медицинских работников направлены на массовую вакцинацию, а при большинстве кишечных инфекций основное внимание уделяется предотвращению механизма их передачи от инфицированных членов коллектива к здоровым.

Инфекционный процесс, протекающий в макроорганизме, сопровождается выделением патогенов в окружающую среду естественным путем: со слюной, мокротой, мочой, каловыми массами, молоком, выделениями из родовых путей. Некоторые люди или животные даже после выздоровления могут оставаться бактерионосителями, что может продолжаться или незначительное время, или в течение всей их жизни. Поэтому выявление и своевременное лечение таких больных – одна из важнейших задач, стоящих перед органами Государственной санитарно-эпидемиологической службы.

Лекарственные средства.
Микробиологический контроль качества

Лекарственные средства – это химические соединения природного или синтетического происхождения или их сочетания, употребляемые для лечения и предупреждения заболеваний человека и животных.

Единого общепринятого принципа классификации лекарственных средств нет, а в основе существующих классификаций лежит системный принцип построения, в соответствии с которым лекарственные средства подразделяют на группы в зависимости от их преимущественного влияния на функции отдельных систем и органов, например, для лечения органов дыхания, пищеварения, нервной системы и т.д.

В данном учебном пособии важным является не изучение самих лекарственных средств, а изучение сырьевых источников и методов, отражающихся на качестве полученного лекарственного средства, которое должно подвергаться обязательному санитарно-микробиологическому контролю и в соответствии с этим проходить процедуру стандартизации и сертификации.

Характеристика лекарственного сырья

Лекарственное сырье – это различные природные материалы минерального, животного и растительного происхождения, служащие источниками получения лекарственных средств.

1. Лекарственное сырье минерального происхождения. При получении лекарственных средств используют минеральные ресурсы:

- рудные и нерудные ископаемые;
- минеральные кислоты и щелочи, получаемые химической промышленностью (HCl, H_2SO_4, HNO_3, H_3PO_4, $NaOH$, KOH, $Ca(OH)_2$);
- растворы солей из морских, озерных и подземных источников.

Перечисленные сырьевые ресурсы служат основой для получения лекарственных средств, главным образом неорганических, среди которых препараты K, Mg, Ca, бромиды, йодиды и т.д. Получение всех этих препаратов основано на реакциях химического синтеза.

При получении лекарственных средств зачастую проводят химическую переработку природного сырья органического происхождения. В этом плане наиболее ценными сырьевыми ресурсами являются уголь, нефть и сланцы, из которых получают ароматические вещества (бензол, толуол, нафталин, фенолы и др.), имеющие большое значение в производстве лекарств.

2. Лекарственное сырье животного происхождения. Этот вид лекарственного сырья включает органы и ткани животных (железы внутренней секреции, слюнные железы, легкие и др.), из которых получают либо

собственно лекарственные препараты, либо продукты, необходимые для производства полусинтетических лекарств. Таким образом, из сырья животного происхождения лекарственные средства получают с применением тех или иных химических реакций по определенной технологической схеме. Безусловно, получению таких лекарств предшествуют строгий санитарно-микробиологический контроль животных тканей и органов и выбраковка инфицированных, а в случае дефицита животного сырья – необходимое обеззараживание.

К лекарствам, получаемым на основе тканей животного происхождения, относят иммунные сывороточные препараты (иммуноглобулины), анатоксины, препараты тромбина, фибриногена и др., получаемые из крови животных или людей. Очищение сыворотки крови от балластных белков происходит различными путями: спиртовой экстракцией, ферментативной очисткой, аффинной хроматографией, ультрафильтрацией.

3. Микроорганизмы, как сырьевые ресурсы, при производстве лекарственных средств. Одним из лучших примеров лекарственных средств, полученных при использовании различных систематических групп микроорганизмов или продуктов их жизнедеятельности, являются вакцины. Возможность искусственного ослабления вирулентности многих микроорганизмов была установлена еще Луи Пастером. На основании наблюдений с учетом опыта оспопрививания, предложенного английским врачом Эдвардом Дженнером еще в XVIII веке, было создано учение о предохранительных прививках.

Действующее начало вакцин – антигены, в том числе живые или инактивированные микроорганизмы (бактерии, вирусы). Вакцины делятся на живые и неживые. Живые вакцины получают путем ослабления штаммов микроорганизмов, потерявших вирулентность, но сохранивших присущие им антигенные свойства. Неживые вакцины получают за счет инактивации культур патогенных микроорганизмов физическими (температура, УФО) или химическими (дезинфектанты) способами.

Примерами лекарственных препаратов, полученных на основе микроорганизмов, могут служить эубиотики и фаги. Первые, способные ликвидировать дисбаланс в кишечнике, готовятся на основе различных бактериальных культур, вторые – на основе бактериальных вирусов.

В основе получения антибиотиков – особого класса лекарственных средств – лежат самые различные биоматериалы. Наибольшее по разнообразию и практическому применению количество антибиотиков получают за счет культивирования микроорганизмов на специальных питательных средах. Так, микроскопические грибы являются продуцентами антибиотика пенициллин, актиномицеты – продуцентами стрептомицина, эритромицина, левомицетина и многих других, бактерии (Bacillus polymyxa) – продуцентами полимиксинов.

Среди антибиотиков существуют и такие, которые получают из сырья животного (эктерицид из рыбьего жира) или растительного происхождения (фитонциды, в силу своей нестойкости действующие только в период контакта, например, в сосновом бору).

Некоторые антибиотики можно получать и путем химического синтеза (например, левомицетин). Существуют комбинированные (полусинтетические) антибиотики, среди которых антибиотики тетрациклинового ряда, к ядру которых, полученному биологическим (за счет культивирования микроорганизмов) способом, добавляют различные радикалы.

4. Лекарственное сырье растительного происхождения. Особое место среди сырьевых ресурсов, служащих основой для производства лекарственных средств, занимает растительное сырье, являющееся очень хорошей средой для развития микроорганизмов. Причинами поражения растительного сырья, направляемого на лекарственные нужды, являются: наличие на растениях нормальной прижизненной микрофлоры и фитопатогенов (возбудителей болезней растений), а также процесс получения лекарств, в ходе которого микроорганизмы могут быть занесены из нестерильных воды, посуды, воздуха и с рук персонала фармацевтического учреждения.

Нормальную микрофлору растений иначе называют эпифитной. Она развивается на поверхности органов растения, фактически не принося ему вреда, так как использует, как все сапротрофы, выделения растений и органические загрязнения, обычно имеющиеся на растительной поверхности. Эпифитные микроорганизмы живут с растениями в своеобразном симбиозе, препятствуя проникновению в ткани растений фитопатогенов и усиливая их иммунную способность. Так, обитающие на растениях бактерии рода Erwinia, в частности E. herbicola, являются антагонистами возбудителей мягкой гнили овощей.

Эпифитные микроорганизмы обнаруживаются практически на всех органах растений, при этом их количество регулируется видом и возрастом растения и физико-химическими факторами окружающей среды, в частности температурой и влажностью воздуха, характером почвы и многими другими. Наибольшее количество микроорганизмов (спорообразующих бактерий, актиномицетов, грибов и других) обитает в зоне ризосферы (околокорневой зоне растений). На поверхности корней растений обнаруживается обычно большое количество псевдомонад, в том числе Ps. fluorescens.

Большое значение для заселенности поверхности растений различной микрофлорой имеет та или иная степень антропогенной эксплуатации рассматриваемой зоны. В меньшем количестве микроорганизмы обнаруживаются на растениях, произрастающих в лесах и на лугах. Наибольшее количество микроорганизмов обычно обнаруживают в нижней прикорневой зоне окультуренных почв, вблизи ферм, на свалках, пастбищах, полях

орошения. В связи с этим при сборе растительного лекарственного сырья этих зон следует избегать.

Фитопатогенные микроорганизмы, как и представители нормальной микрофлоры растений, относятся к самым различным систематическим группам – бактериям, вирусам, грибам.

Фитопатогенные бактерии, среди которых особенно выделяются представители псевдомонад, микобактерий, коринебактерий, агробактерий, вызывают у растений общие или местные бактериозы.

Общие бактериозы способны проявляться в сосудистой системе растения или на его корнях, вызывая корневые гнили, гибель либо отдельных органов или всего растения. Местные бактериозы не столь опасны, так как поражают лишь паренхимные ткани на отдельных участках растительного организма. Некоторые бактерии (коринебактерии) способны вызывать как общие, так и местные бактериозы, а агробактерии способствуют формированию на растениях своеобразных опухолей (корончатых галлов), образованных онкогенной плазмидой.

Передача возбудителей бактериозов осуществляется при соприкосновении поврежденных участков поверхности здорового растения, его открытых устьиц или нектарников с пораженными инфекцией участками больного растения, а также через зараженные семена, почву, воду и воздух и путем переноса патогенного материала насекомыми, червями, моллюсками, контактирующими со здоровыми и больными растениями одновременно. В случае масштабного распространения общих бактериозов, обусловленных проникновением бактерий в сосудистые пучки растений и вызывающих вследствие выделения токсинов их увядание, сборщики лекарственного сырья обязаны такие растения сразу же выбраковывать. В противном случае за очень короткий период времени собранное лекарственное сырье может стать некондиционным.

Среди наиболее распространенных и опасных вирусных болезней растений различают мозаичную болезнь, с характерной пятнистой окраской пораженных органов, а также желтуху, сопровождающиеся в первом случае отставанием растений в росте, а во втором – карликовостью.

Микроскопические грибы родов Fusarium, Penicillium, Aspergillus развиваются на растениях в условиях повышенной влажности и при пониженных температурах окружающего воздуха и почвы. Они вызывают большое количество заболеваний практически всех частей растения. Пораженные грибными болезнями растения опасно употреблять и как основу для получения лекарственных препаратов, и особенно в пищу, так как они способны вызывать очень тяжелые пищевые отравления.

Многие фармакологические средства до сих пор получают при переработке лекарственного растительного сырья. В связи с этим их либо выращивают на специальных плантациях, либо в специально отведенных для этого местах, в которых принимаются соответствующие меры, направлен-

ные на борьбу с распространением фитопатогенных микроорганизмов. Среди таких мер выделяют: предпосевную обработку семян, возделывание выносливых видов, обеззараживание почвы, своевременное удаление пожнивных остатков, отпугивание и уничтожение переносчиков возбудителей.

Преимущества получения лекарственных средств методами биотехнологии

Наряду с получением лекарственных средств традиционными методами в последние десятилетия разрабатываются и активно внедряются биотехнологические методы, основанные на достижениях генной и клеточной инженерии. Одно из важнейших направлений клеточной инженерии, дающее большой народнохозяйственный эффект, – микроклональное размножение растений, основанное на способности любой соматической клетки некоторых растений давать начало целому растению. Это наиболее эффективный метод для получения вегетативного потомства растений, обладающего всеми признаками исходной формы, позволяющий в 3–4 раза ускорить сроки размножения многолетних растений. Так, в настоящее время метод клеточной инженерии используется при получении важнейшего лекарственного растения – женьшеня.

Большой спектр самых разнообразных лекарственных средств получают при помощи генетической инженерии, связанной с конструированием in vitro функционально активных генетических структур (рекомбинантных ДНК) и наследственно измененных организмов (клеток микроорганизмов, соматических клеток растений, животных и человека, а также зародышевых клеток). Наряду с традиционными вакцинами получают новые эффективные вакцины, конструирование которых основано на точном знании тех иммунных механизмов, которые необходимо привести в действие для достижения желаемого результата.

Методы биотехнологии, используемые для получения лекарственных средств, являются предпочтительными, по сравнению с традиционными, по нескольким причинам:

1. Получение некоторых лекарственных препаратов основывается на встраивании необходимых генов из растительных, животных или микробных клеток, не способных культивироваться на искусственной питательной среде, в клетки микроорганизмов, в частности бактерий или дрожжей – излюбленных генетических объектов, легко культивируемых на ней. Культивирование генетически измененных бактериальных клеток направлено на создание вакцин или диагностикумов. Таким путем была получена вакцина против гепатита В за счет встраивания гена гепатита в дрожжевую клетку, образующую в ней соответствующий HBs-антиген – основу вакцины.

2. Иногда микроорганизмы, на основе которых планируют получение лекарственных средств, высоко патогенны и весьма опасны при промышленном производстве. Поэтому их напрямую не используют, а необходимые антигены получают методом генетической инженерии. Так, при производстве вакцин и диагностических препаратов на основе ВИЧ с целью снижения эпидемической опасности его гены встраивают в плазмиду (спирально закрученную ДНК) бактерий.

3. В некоторых случаях биотехнологические методы позволяют избежать дефицита исходного дорогостоящего сырья, используемого для получения лекарственных препаратов классическими способами. Так, вместо использования крови при получении лейкоцитарного интерферона используют рекомбинантные штаммы E. coli, в плазмиду которых встраивают ген человеческого α-интерферона.

Санитарно-микробиологический контроль лекарственных средств

Обсеменение лекарственного сырья посторонней микрофлорой, в том числе патогенными микроорганизмами, может происходить на всех этапах его заготовки и при хранении. При этом микроорганизмы, размножившиеся на поверхности лекарственного сырья, вызывают изменение его фармакологических свойств. В этой связи наибольшей опасности, как уже было отмечено, подвергается растительное сырье, особенно собранное в условиях повышенной влажности.

Практически на все виды лекарственных препаратов микроорганизмы могут попасть из окружающей среды и от людей, занятых их сбором (лекарственные препараты растительного происхождения) и изготовлением (все остальные виды лекарственных средств). Именно поэтому необходимо строгое соблюдение санитарного режима на предприятиях, занятых их производством, хранением и реализацией.

Санитарно-микробиологическому контролю подлежат как отдельные объекты предприятия, так и каждая серия выпускаемых производством лекарственных форм.

В целом лекарственные средства делятся на абсолютно стерильные и на не требующие стерилизации. К первому типу относят глазные капли, мази, инъекции для парентерального введения. Контроль их стерильности проводят путем посевов на тиогликолевую среду (контроль анаэробов) и на среду Сабуро (контроль дрожжей рода Candida). Кроме того, используют метод мембранной фильтрации, после проведения которой фильтр делят на две части и вносят для подращивания задержанных микроорганизмов в жидкие питательные среды. Лекарственный препарат считается стерильным при отсутствии их роста.

Лекарственные препараты, не требующие стерилизации, обычно содержат микроорганизмы, поэтому в них определяют общее количество жизнеспособных бактерий и грибов, а также СПМ и патогенов (энтеробактерий, золотистого стафилококка, синегнойной палочки и др.), содержание которых в лекарственных средствах этого типа не допускается.

В лекарственных препаратах, выпускаемых в таблетированной форме, наличие патогенных микроорганизмов не допускается, а общая обсемененность должна составлять 10 000 клеток на таблетку. В лекарственных средствах, применяемых местно (полость уха, носа), ОМЧ допускается на уровне 100 клеток/г или мл, а в лекарственных средствах, применяемых внутрь, содержание бактерий допускается в количестве 1000 клеток/г или мл, а дрожжей и плесеней – не более 100.

Микрофлора кожевенно-мехового сырья и шерсти и санитарный контроль их качества

Общая характеристика кожевенно-мехового сырья

Шкура животных состоит из наружного слоя (эпидермиса) и внутреннего слоя, разделяющегося на дерму и подкожную клетчатку, которые носят название «мездра». Шкуру после удаления волос и соответствующим образом обработанную называют кожей. Наиболее ценная часть шкуры – дерма. Шкура содержит до 70 % воды, белковые вещества (альбумины, глобулины, кератин), жиры, минеральные вещества. Таким образом, в составе шкуры имеются все вещества, необходимые для питания микроорганизмов, особенно если шкура хранится при повышенной температуре и щелочной реакции.

После убоя животного его шкура практически сразу контаминируется большим количеством микроорганизмов, относящихся к разным родам и видам, среди которых выделяют протей, кишечную палочку, стафилококки, дрожжи, гнилостные бактерии и многие др.

Пути загрязнения шкур животных могут быть разнообразными: с поверхности при разрезе, с рук и инструментария, во время удаления лишней ткани (подкожной клетчатки), из воздуха.

Процессы разложения шкуры начинаются при температуре не ниже 10–12 ^{0}С, причем активнее прочих портятся так называемые тощие шкуры в связи с преобладающим в их составе содержанием белков, разлагающихся быстрее жиров. Кроме того, также быстро портятся густошерстные шкуры, что связано с их меньшей плотностью и толщиной и, следовательно, с более высоким уровнем кислородообеспечения, а также с наличием в шерсти большого количества микроорганизмов.

Виды порчи кожевенно-мехового сырья

Выделяют три вида порчи кожевенно-мехового сырья:

1. Гниение. Этот вид порчи состоит из трех последовательных этапов. На первом этапе видимых изменений кожевенно-мехового сырья не происходит. Тем не менее в подкожной клетчатке очень быстро размножаются бактерии, которые затем проникают в эпидермис и волосяные сумки. Второй этап характеризуется проникновением микроорганизмов вглубь шкуры, при этом мездра темнеет, ослизняется, приобретает зеленоватый оттенок, появляется запах аммиака, волосы шкуры легко выпадают из волосяных сумок. На третьем этапе загнивания происходит разложение собственно кожи (ткани дермы): она темнеет, становится дряблой и ослизлой, почти полностью выпадают волосы, ощущается явный запах аммиака и сероводорода (продуктов разложения белков), шкура легко поддается разрыву.

Гнилостный процесс начинается с развития гнилостных (аммонифицирующих) бактерий, способных выделять протеолитические ферменты и при ограниченном доступе кислорода разлагать белки. Впоследствии в процесс активно включаются аэробные бактерии. В результате совместной жизнедеятельности тех и других процесс разложения углубляется, проходя ряд последовательных реакций: белки – аминокислоты – аминосоединения – NH_3. На последнем этапе загнивания, на котором шкура портится окончательно, в процесс разрушения включаются анаэробные бактерии.

2. Плесневение. Процесс обычно начинается со стороны мездры, образующиеся пятна постепенно распространяются по поверхности всей шкуры и могут заразить соседние. Возбудители данного вида порчи – плесневые грибы родов Penicillium, Aspergillus, Mucor, Trichoderma. Порок кожи, вызванный распространением плесневых грибов, называется «мушиные пятна».

3. Образование солевых пятен. Этот вид порчи кожевенно-мехового сырья обычно возникает на мокросоленых шкурах. Часть исследователей считают, что они возникают из-за наличия в применяемых солях химических примесей, другие полагают, что солевые пятна – это результат развития галофилов.

Солевые пятна развиваются по схеме: несколько небольших пятнышек величиной с просяное зернышко сливаются, образуя довольно крупные пятна желтого или оранжевого цвета, которые проникают внутрь шкуры и снижают ее сортность.

Чтобы данный порок предотвратить, посол кожевенно-мехового сырья следует проводить при температуре ниже 10 ^{0}С и влажности не выше 80–85 %, а к общему объему используемой соли добавлять 3–5 % кальцинированной соды. Кроме того, следует помнить, что для посола кожевен-

но-мехового сырья предпочтительнее использовать каменную соль в связи с ее невысокой обсемененностью микроорганизмами.

Развитие микрофлоры на шерстном покрове. Виды порчи

Большое народно-хозяйственное значение имеет шерсть, получаемая при стрижке сельскохозяйственных животных, но и она подвержена разрушению при несоблюдении правил хранения. Волокна шерсти разрушают микроорганизмы, относящиеся к различным систематическим группам, путем аммонификации за счет выделения ими протеолитических ферментов. Активными разрушителями шерстяных волокон являются актиномицеты Act. globisporus vulgaris, спорообразующие бактерии рода Bacillus и плесневые грибы родов Penicillium и Aspergillus.

Выделяют несколько видов пороков шерстяного волокна, среди них:

- обугливание (даже воспламенение), происходящее при сильном разогреве шерстяных тюков во время хранения;
- гниение, опрелость, сопровождающиеся потерей цвета и блеска, происходят обычно при слабом нагреве шерсти и плотном сложении;
- распад – вяло текущий процесс, длящийся несколько месяцев;
- синее окрашивание, проявляющееся из-за развития пигментообразующего микроорганизма Pseudomonas indofera.

В целях недопущения порчи шерстяного волокна его рекомендуется хранить в тюках, а также на деревянных брусьях в хорошо вентилируемых сухих помещениях при 60 %-ной влажности и температуре не ниже 16–17 ^{0}С.

Способы консервирования кожевенно-мехового сырья

Сущность консервирования кожевенно-мехового сырья сводится либо к высушиванию, либо к обработке солью. В обоих случаях создаются неблагоприятные условия для жизнедеятельности большинства микроорганизмов из-за недостатка влагообеспечения.

Различают несколько способов консервирования кожевенно-мехового сырья: тузлучный (комбинированный), мокросоленый, сухосоленый, пресный, замораживание.

1. Тузлучный способ. Название способа имеет единый корень с названием бессточного солевого озера Туз в Турции, которое, пересыхая, обнажает огромное количество соли. Тузлукование осуществляется следующим образом. Чисто вымытые шкуры животных кладут в 26 %-ный раствор соли на 12 ч, затем вынимают, дают стечь жидкости и солят врасстил. Спустя 3–4 суток шкуры складывают, послойно пересыпая солью, и связывают. Данный способ обеспечивает равномерное и быстрое проникновение соли в шкуру, удаление воды, разрушение и вымывание белковых соеди-

нений, что создает неблагоприятные условия для существования микрофлоры.

2. Мокросоленый способ. Шкуры животных последовательно расстилают на выпуклой покрытой солью поверхности шерстью вниз, образуя штабель высотой 1,5 м. Мездру шкур обильно натирают солью. Примерно через неделю соль со шкур стряхивают, а их свертывают в пакеты и закладывают на хранение при температуре 5–8 ^{0}С и влажности 80–85 %. Мокросоленое кожевенно-меховое сырье запрещается хранить при температуре 25–28 ^{0}С и влажности 90–95 %.

3. Сухосоленый способ. Шкуры солят и высушивают на воздухе, развешивая на шестах шерстью внутрь, мездрой наружу. Отрицательные стороны метода: качество шкур невысокое и, если их хранят в сыром помещении, они отсыревают и быстро портятся.

4. Консервирование пресной сушкой. Способ заключается в высушивании кожевенно-мехового сырья, оставляя в нем не более 10–12 % влаги. Отрицательные стороны этого метода: при отсыревании законсервированных таким образом шкур в них может возобновиться деятельность микрофлоры; кроме того, этот способ не позволяет высушивать кожевенно-меховое сырье на солнце, так как под действием его лучей коллагеновые волокна превращаются в клей, вызывая ороговение и дальнейшую непригодность шкур для выделки.

5. Консервирование замораживанием. Шкуры замораживают под навесом или на открытом воздухе. Способ применяется довольно редко, так как при оттаивании шкуры быстро портятся.

Инфекции, передаваемые через кожевенно-меховое сырье. Необходимость санитарно-ветеринарного контроля

Все отходы (шкуры, кожа, овчина, мех, шерсть, щетина, рога, копыта, волосы и др.), остающиеся после убоя животных, могут оказаться источниками инфекционных заболеваний, опасных для людей и животных. Поражение этих сырьевых ресурсов может быть как прижизненным (болезнь животного), так и посмертным за счет убоя здоровых и больных животных одновременно, при совместном хранении зараженных и здоровых шкур, контакте сырья с пылевыми частицами, содержащими инфекционное начало, и грызунами-бактерионосителями.

Человек может заразиться как при съеме шкуры и дальнейшей ее обработке, так и через воздух. Через кожевенно-меховое сырье передается большой спектр опаснейших заболеваний: бруцеллез, сибирская язва, сап, оспа, туляремия, ящур, рожа свиней, лептоспироз. Споры сибирской язвы могут неопределенное время сохраняться как на поверхности шкур, так и в их толще. Поэтому шкуры, пораженные сибирской язвой, уничтожают, а имевшие с ними соприкосновение дезинфицируют препаратом ОКЭБМ

(смесью окиси этилена с бромистым метилом), соблюдая особые меры предосторожности.

Все выше упомянутые виды сырья животного происхождения подлежат обязательному ветеринарно-санитарному осмотру. Кожевенно-меховое сырье от убойных животных, при подозрении на сибирскую язву, исследуют по реакции термоиммунопреципитации (Асколи реакция). Для получения экстракта патологический материал измельчают, заливают 25–50-кратным объемом физраствора, кипятят 5–10 мин., фильтруют через фильтровальную бумагу или асбестовую вату. Прозрачный фильтрат используют как антиген. Техника постановки: в преципитационные пробирки пастеровской пипеткой вносят по 0,2–0,3 мл преципитирующей сыворотки, а затем на нее по стенке наклоненной пробирки осторожно (для предупреждения смешивания) наслаивают такое же количество исследуемого экстракта. В положительном случае в опытной пробирке через 1–15 мин на границе соприкосновения сыворотки и экстракта появляется преципитат в виде молочно-белого кольца.

Вывоз животного сырья из регионов, не благополучных по некоторым заболеваниям: сибирской язве, оспе, ящуру и другим, запрещен. Такое сырье следует немедленно уничтожить. Исключением из правила является лишь кожевенное сырье, полученное от овец, инфицированных ящуром или оспой.

Чтобы избежать распространения заболеваний животных, чрезвычайно опасных для человека, разработаны и совершенствуются меры профилактики, включающие согласованные действия персонала сельскохозяйственных учреждений и ветеринарной службы:

- своевременная уборка трупов животных, для перевозки которых рекомендовано использование специальных повозок, в которые затруднен доступ мух. Повозку необходимо дезинфицировать после перевозки каждого трупа или их партии. Трупы животных подлежат сжиганию или захоронению в специально подготовленных скотомогильниках. В некоторых случаях их разрешено обезвреживать для последующей переработки на специальных заводах с целью получения технических жиров и мясокостной муки;
- своевременный вывоз навоза в навозохранилища и его компостирование по возможности термическим способом, позволяющим уничтожить патогенные микроорганизмы;
- борьба с переносчиками инфекционных заболеваний – насекомыми и грызунами;
- постоянная просветительская работа среди населения.

ПИЩЕВАЯ ИНДУСТРИЯ – ОСНОВА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ. САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В ПИЩЕВОЙ ОТРАСЛИ

Пища, ее значение в жизни человека. Основные источники белка. Новые виды белковой пищи и кормов для животных. Возросшая необходимость санитарно-гигиенического контроля качества пищевой продукции

С гигиенической точки зрения качество пищевых продуктов характеризуется их питательной и биологической ценностью, а также безвредностью для организма. Питательная ценность продукта определяется комплексом входящих в него пищевых факторов, количеством энергии, вкусовыми качествами, усвояемостью. Биологическую ценность пищевых продуктов связывают с наличием в них биологически активных веществ, к которым относятся незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, фосфатиды, витамины и большинство минеральных солей.

Особое значение в жизни человека имели и имеют белковосодержащие продукты. В настоящее время более половины потребляемого человечеством белка дают зерновые культуры. В странах с развитым животноводством зерновые культуры играют столь же важную роль и в кормлении скота.

В результате многовековой эволюции зерновые культуры не только приспособились к различным условиям возделывания и стали основным источником пищи для человека и разводимых им животных, но и приобрели ряд ценных свойств: характерный нежный вкус, приемлемые размеры, простота кулинарной обработки, отсутствие каких-либо факторов, снижающих питательную ценность продукта, стойкость при хранении, необходимый набор минеральных солей и витаминов и достаточная калорийность.

И все же проблема удовлетворения потребностей населения белковой пищей вряд ли в ближайшем будущем потеряет актуальность, что связано не только с ростом населения, но и с недостаточной урожайностью зерновых культур – основного поставщика растительных белков. Получение белковой продукции тесно связано с созданием высокопродуктивных сортов растений и пород животных.

В настоящее время в составе сырьевых ресурсов, направляемых на получение белковой продукции, рассматриваются:

- сырье растительного происхождения;
- сырье животного происхождения;

- сырьевые ресурсы нетрадиционного происхождения и разнообразные отходы, используемые в процессах биоконверсии, в том числе в микробном синтезе (табл. 5).

Продовольственное законодательство в большинстве европейских стран было принято еще в XIX в. Именно в это время во многих странах были приняты нормативы, действующие на местном, региональном и национальном уровнях. В то же время в некоторых государствах нормативы на пищевые продукты были введены несколько столетий назад (правила хлеботорговли в Англии были введены еще в средние века).

Таблица 5. Сырьевые ресурсы для получения белковосодержащей продукции

Сырье	Источники белковой продукции
Растительного происхождения	Традиционный белок сельскохозяйственных растений (зерновых, бобовых, масличных), белок водорослей (спирулина)
Животного происхождения	Белок различных сельскохозяйственных животных и рыбы, белок яиц
Используемое при биоконверсии	Углеводы, углеводороды, отходы сельскохозяйственного производства, пищевой промышленности и т.п.

В связи с различием нормативов, действующих на государственном уровне, в международной торговле могут возникать конфликты, обусловленные этими различиями, поэтому были созданы многочисленные организации для согласования нормативов на пищевые продукты.

Такой орган создан в рамках ЕЭС, этой же проблемой занимается Международная организация по стандартизации, структуры, созданные при ООН, в частности организация по вопросам продовольствия и сельского хозяйства (ФАО), и Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). Содружество этих организаций привело к тому, что ими в контакте с правительствами стран – производителей пищевой продукции был учрежден «Пищевой кодекс» («Codex Alimentarius»), имеющий много комитетов и контролирующий производимые в различных странах продукты питания.

Невсегда белки, полученные традиционным путем, безопасны для здоровья. Причем загрязнение посторонними токсическими примесями и уменьшение питательной ценности продуктов питания могут происходить на всех этапах их хранения и переработки (табл. 6).

Хорошим примером действия профилактических мероприятий на производстве может служить опыт изучения хранения земляных орехов (арахиса). Известно, что оно сопряжено с их пораженностью плесневыми

грибами, вызывающими накопление афлатоксинов. Вентиляция помещений, сушка сырья и вовремя выполненный санитарно-микробиологический контроль позволяют полностью исключить распространение плесеней и использовать арахис для дальнейшей полноценной переработки и употребления без вреда для здоровья.

Таблица 6. Изменение биологической ценности белковосодержащей продукции при хранении и переработке и меры профилактики

Этапы	Воздействие на продукцию	Меры предотвращения
I	Образование токсинов в результате развития плесени	Санитарно-микробиологический контроль и улучшение условий хранения
II	Остатки растворителя после экстракции и химическое взаимодействие с перерабатываемыми компонентами	Тщательный подбор растворителей и температурный контроль
	Случайное загрязнение тяжелыми металлами, радионуклидами, пестицидами и т.п.	Правильное ведение хозяйства, соблюдение нормативов и требований
	Уменьшение питательной ценности (при нарушении технологического процесса – изменение режимов t^o, P, W и др.)	Строгий контроль технологического процесса

Примечание. Этапы технологической схемы: I – хранение; II – переработка.

В последние десятилетия большое внимание уделяется получению ферментацией пищевого и кормового белка из такого сырья, которое раньше относили либо к разряду отходов и отбросов (белки листьев и внутренности рыб), либо рассматривали как непищевые субпродукты (перья птиц, шерсть и использованные в быту и технике шерстяные вещи и др.).

Исследования последних десятилетий показали, что хорошей потенциальной биологической ценностью обладают белки, полученные из листьев. Их чаще всего используют в качестве кормов для животных. Существует определенный интерес к листьям, особенно бобовых культур. По данным многих исследователей, их вполне можно использовать и в качестве пищи для человека, так как в препаратах, полученных из листьев, со-

держатся не только белковые соединения, но и липиды, и различные физиологически активные вещества.

Особое значение имеют белки, полученные микробной конверсией. Обычно их используют на корм скоту в качестве полноценного рациона или в качестве премикса.

Следует отметить, что белки, полученные биоконверсией, на практике очень трудно классифицировать, так как в производстве для их получения используются разные штаммы микроорганизмов и различные сырьевые ресурсы:

- сахар, крахмал и другие вещества, полученные из высококачественных субстратов растительного происхождения;
- углеводороды, полученные из нефти;
- отходы промышленности и сельского хозяйства.

Так как интерес к белкам, полученным нетрадиционным способом, возрос во всем мире, важно оценить их питательную ценность и разработать меры безопасного использования (табл. 7). Расхождения при получении белков из разного рода источников и отсутствие единой стратегии при их получении не будут способствовать их одобрению.

Таблица 7. Источники токсичности нетрадиционного белка и способы ее предотвращения

Токсичные вещества		Меры предотвращения и контроль на производстве	
I	Углеводороды (полициклические ароматические вещества)	Тщательный отбор исходного материала	Химический контроль сырья
	Целлюлоза и другие отходы	Экстракция получаемых продуктов	
II	Нуклеиновые кислоты (НК)	Удаление НК экстракцией или ферментативным путем	Проверка наличия НК
	Прочие токсичные компоненты	Тщательный выбор микроорганизмов и условий брожения	Проверка наличия токсинов в полученных продуктах

Примечание. Источники токсичности: I – сырье; II – продукты жизнедеятельности микроорганизмов.

Возникнут вполне обоснованные недоразумения при использовании их даже на корм скоту, не говоря уже о применении в качестве пищевых

компонентов. С другой стороны, питательная ценность дрожжей (продукта микробиологического синтеза) сомнения не вызывает.

Предполагается, что в будущем будут активно использоваться и белки других микроскопических существ, в частности грибов, обладающих огромным потенциалом в связи с высокой эффективностью их ферментативных систем.

Санитарные нормы на пищевых производствах, в том числе специализирующихся на использовании потенциала микроорганизмов, были заложены еще в работах Пастера. Впоследствии были разработаны комплексы методов, направленных на обнаружение в пищевой продукции различных видов загрязнения, вызываемого биологическими объектами.

В настоящее время общий контроль за производством и состоянием пищевых продуктов осуществляется по предложенной в табл. 8 схеме.

Таблица 8. Контроль производства и качества пищевой продукции

Цели	Способы осуществления контроля
Предотвращение обмана потребителя	- контроль за указанием массы - контроль за добавлением и разведением -выявление фактов подмены компонентов - контроль за сокрытием загрязнения
Охрана здоровья путем осуществления санитарно-микробиологического контроля	- введение нормативов, устанавливающих максимально допустимую численность специфических микроорганизмов – мезофильных и факультативно-анаэробных БГКП, условно-патогенных, патогенных - контроль за плесенью
Охрана здоровья путем устранения из продуктов токсичных веществ	- выявление токсинов биологического происхождения - обнаружение случайных загрязнений пищи веществами, попадающими из окружающей среды - контроль применения различных химических добавок
Сохранение питательной ценности	- контроль качества исходных сырых материалов - соблюдение стандартов при переработке и хранении пищевого сырья и пищевых продуктов

Кроме того, в связи с получением наряду с классическим пищевым белком белка, создаваемого микробной конверсией, следует обращать осо-

бое внимание на соблюдение нормативов на пищевые продукты, что должно делаться с целью охраны интересов потребителей. Под охраной такого рода интересов обычно понимается предотвращение обмана потребителя, сохранение здоровья населения путем осуществления санитарно-микробиологического контроля и устранения из продуктов токсичных веществ, а также разработка нормативов на сохранение питательной ценности пищевых продуктов, полученных тем или иным способом.

Характеристика лабораторий по контролю пищевой продукции. Обоснование их создания

Ухудшение качества продуктов питания. Общие предпосылки создания специализированных лабораторий по их контролю

К настоящему времени человек своей экономической деятельностью настолько изменил окружающую среду, что поставил под вопрос возможность существования самого человечества как биологического вида. Из-за развития современной экономики в почве, воде и воздухе всех континентов обнаружены канцерогенные вещества, действующие на генетический аппарат человека и вызывающие раковые заболевания.

За последние десятилетия выявлено более 30 видов новых инфекционных заболеваний: гепатиты В и С, лихорадка эбола, более заразная, чем СПИД и другие.

По мнению члена-корреспондента РАН Е.С. Северина, человечество может остаться без защиты от инфекционных болезней, так как все успехи в производстве антибиотиков даже нового поколения могут оказаться временными вследствие способности большинства микроорганизмов изменять свой метаболизм, становясь не уязвимыми для лекарств.

Следует подчеркнуть, что если до недавнего времени социальными болезнями считались такие, как туберкулез и сифилис, то в настоящее время к таковым относят все болезни. Это и понятно, если вспомнить определение болезни, данное корифеями отечественного здравоохранения С.П. Боткиным и И.П. Павловым, рассматривавшими болезнь как реакцию организма на вредное воздействие внешней среды, сохранение которой – проблема исключительно социальная, вернее социально-экономическая.

Отказ нашей страны от централизованной экономики во многих случаях способствовал ухудшению качества продуктов питания. На рынке появились пищевые продукты частных предприятий и фирм, в которых нередко обнаруживается повышенное содержание:

- тяжелых металлов и других токсичных элементов – ртути, свинца, кадмия, меди, цинка, хлора, фтора, мышьяка и т.д.;
- нитратов;

- радионуклидов;

- антибиотиков, содержание остатков которых зачастую превышено в продуктах животноводства (крупный рогатый скот) и птицеводства;

- микотоксинов.

Большинство перечисленных элементов и компонентов, обнаруживаемых в пищевой продукции, способствует нарушению работы сердечно-сосудистой системы организма человека, расстройству центральной нервной системы, ухудшению работы желез внутренней секреции, а также развитию различных инфекционных болезней.

С импортированными в нашу страну продуктами питания также не все благополучно, так как с пугающей периодичностью выявляются радиоактивное или инфицированное мясо различных сельскохозяйственных животных и птицы, разнообразные продукты питания с высоким уровнем гормонов роста канцерогенного характера, зараженные пиво, мука, сахар и другие пищевые продукты, не благополучные в санитарном отношении.

Следует отметить, что ситуация усугубляется за счет так называемой индустриализации производства, обуславливающей добавление в ежедневный рацион нашего питания искусственной генетически модифицированной и рафинированной пищи с введением в нее различных красителей, стабилизаторов и других химических добавок. Поэтому совсем не случайно, что 30 % детей, поступающих в инфекционные стационары, попадают в них вследствие употребления продуктов длительного хранения с высоким содержанием разного рода стабилизаторов и других добавок.

Основной причиной увеличения случаев появления некачественных продуктов питания является отсутствие соответствующего контроля за исполнением законодательства, позволяющего в судебном порядке преследовать тех, кто предлагает подобную продукцию. Помимо органов санитарно-эпидемиологического контроля разрешить эту проблему могут специализированные лаборатории по контролю продуктов питания, которые наравне с СЭС должны обладать широкими полномочиями.

Лаборатории по контролю продуктов питания – это жизненно важный элемент при внедрении программы контроля за продуктами питания на местах. Такие лаборатории должны существовать в рамках:

- работающего законодательства, которое устанавливает стандарты безопасности продуктов питания;

- твердой власти, которая гарантирует, что закон будет действительно неукоснительно соблюдаться.

Решающая роль контроля за продуктами питания и взаимодействие между различными компонентами показаны на диаграмме, представленной на рис. 4.

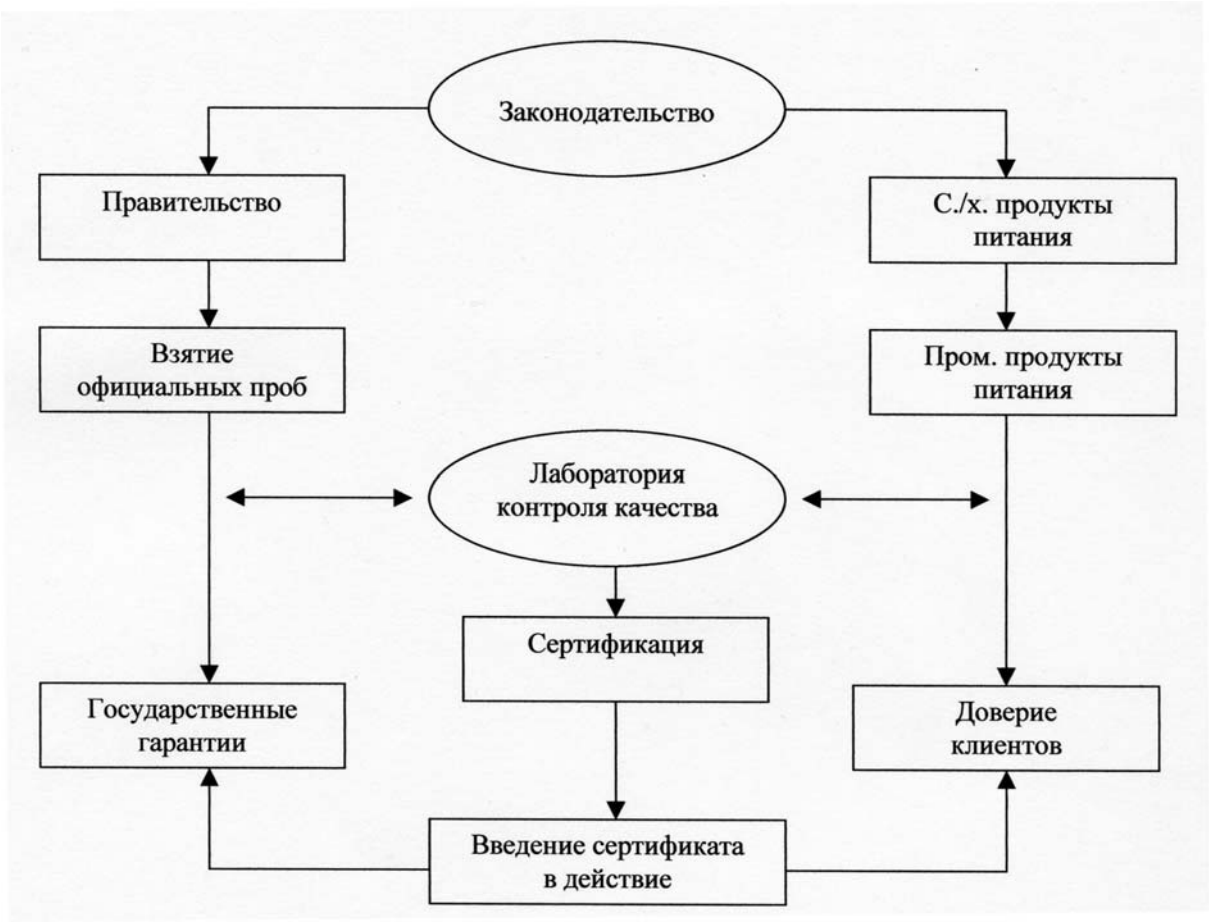

Рис. 4. Схема функционирования лаборатории по контролю продуктов питания (законодательство и его выполнение).
С/х. – сельскохозяйственные,
Пром. – промышленные.

Перечень исследований, проводимых лабораториями контроля пищевой продукции

Так как программа контроля продуктов питания и качества питьевой воды является системой, направленной на обеспечение поставок потребителям безопасных и качественных продуктов питания, международные организации, в том числе Европейский Союз, предпринимали и предпринимают серьезные шаги по введению всеохватывающей программы, обеспечивающей необходимый уровень контроля.

В Российской Федерации состояние и качество пищевых продуктов и воды регламентируются «Гигиеническими требованиями к качеству и безопасности сырья и пищевых продуктов», утвержденными постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 24.10.96 г., правопреемником которого в системе Министерства здравоохранения и социального развития с 2004 г.

является Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Предусмотренный этим документом перечень включает исследования:

1. Санитарно-химические исследования выпускаемых и реализуемых продуктов на соответствие ГОСТу, ТУ и т.д. по показателям, определяемым местными органами санэпидслужбы.

2. Исследования пищевых продуктов в арбитражных случаях по показателям, имеющим гигиеническое и эпидемиологическое значение.

3. Исследование внедряемых пищевых продуктов в связи с изменением рецептуры, технологии изготовления по санитарно-гигиеническим показателям.

4. Определение качества термической обработки пищевых продуктов (пастеризация, варка, обжарка и др.).

5. Исследование пищевых продуктов на правильность вложения компонентов, предусмотренных рецептурой, количественное определение витаминов, йодистого калия и др.

6. Определение в продуктах пищевых добавок: консервантов, красителей, антиокислителей и др.

7. Исследование фритюрных жиров.

8. Установление энергетической ценности и химического состава рационов и блюд при изучении питания отдельных групп населения.

9. Исследование продуктов детских молочных кухонь на соответствие нормативам по раскладке и рецептуре.

10. Определение химических веществ (мышьяка, солей тяжелых металлов, пестицидов и др.) в продуктах, остатках пищи, выделениях больных при расследовании пищевых отравлений.

11. Санитарно-химические исследования изделий из полимерных и синтетических материалов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами (тара, упаковочный материал, посуда и др.).

12. Определение активного хлора в растворах и концентраций дезинфицирующих растворов, применяемых для мытья посуды, обработки инвентаря и оборудования.

13. Исследование пищевых продуктов на наличие микотоксинов (афлатоксина, фузариотоксина, патулина и др.).

14. Исследование пищевых продуктов на наличие нитратов и нитритов.

15. Санитарно-химическое исследование питьевой воды на соответствие ГОСТу по показателям, установленным органами санитарно-эпидемиологической службы.

16. Исследование физико-химических свойств воды источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Контроль качества воды ведут учреждения и организации, в ведении которых находятся системы централизованного водоснабжения. Перед по-

ступлением в сеть проводят контроль качества воды по микробиологическим, химическим и органолептическим показателям. Перечень показателей и частоту отбора проб обычно согласовывают с органами санитарно-эпидемиологической службы.

Государственный санитарный надзор за качеством воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения осуществляется по программе и в сроки, устанавливаемые местными органами СЭС.

Основными показателями химического состава воды, подлежащими определению, являются: жесткость, железо, марганец, медь, бериллий, сульфаты, хлориды, цинк, алюминий, молибден, мышьяк, нитраты, свинец, стронций, фтор и т.д. Методики определения каждого из этих показателей соответствуют специальным ГОСТам.

В Великобритании продукты питания контролируются Департаментом здравоохранения совместно с Министерством сельского хозяйства, рыбопродуктов и продовольствия, которые отвечают за соблюдение не только директив Европейского Союза, но и действующего национального законодательства, принятого Парламентом.

В России основная ответственность за безопасность продуктов питания возложена на Федеральную службу по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, входящую в состав Министерства здравоохранения и социального развития, которое обладает полномочиями по составлению и вводу в действие новых законов, диктуемых жизнью.

Контроль продуктов питания является мерой первостепенной важности, направленной на защиту интересов потребителя. Наличие строго определенного закона и соответствующих ему процедур обеспечивает существование стандарта, которому должны следовать все производители и переработчики продуктов питания.

В разработке полной программы контроля за продуктами питания заинтересованы прежде всего:

- правительство, которое получает гарантии соблюдения качества продуктов;
- пищевая промышленность (предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции). Заинтересованность фирмы-производителя в сохранении своего имиджа и наличии стабильной прибыли.

Создание лабораторий контроля пищевой продукции, предоставляющих аналитическое обслуживание, является существенным дополнением к реализации программы такого контроля на местах. При этом должно предусматриваться адекватное выполнение процесса сертификации, гарантирующее, что функционирование лаборатории способствует получению потребителями безопасных, цельных и годных к употреблению продуктов питания.

Особенности функционирования лабораторий по контролю продуктов питания

Лаборатория, обеспечивающая контроль состояния пищевой продукции, выполняет функции:

- предоставляет аналитические возможности;
- дает возможность руководству лаборатории сосредоточить внимание на безотлагательных вопросах контроля продуктов питания;
- предоставляет доказательства для обеспечения более строгого соблюдения существующего законодательства в области продуктов питания;
- способствует осуществлению программы надзора за продуктами питания, действующей в регионе;
- своевременно извещает органы контроля за продовольствием о проблемах безопасности и качества продуктов питания;
- оказывает поддержку коммерческим предприятиям по вопросам контроля качества;
- предоставляет возможности для обучения специалистов других лабораторий по контролю продуктов питания;
- предоставляет экспертные услуги для разработчиков законодательства по контролю продуктов питания;
- предоставляет промышленности возможности для достижения новых стандартов контроля.

При создании лаборатории во внимание принимаются факторы:

- минимализация расходов;
- проектирование лаборатории как независимого предприятия, действующего на коммерческой основе;
- необходимость обучения персонала для осуществления аналитической деятельности и более широкого спектра функций;
- возможность обслуживания закупленного оборудования внутри страны;
- будущий объем развития производства продуктов питания, их переработки и распределения по региону.

В качестве примера необходимости создания лабораторий по контролю пищевой продукции приведем данные о создании одной из них, функционирующей на территории Московской области. До создания такой лаборатории надзор за продуктами питания осуществлялся одной из региональных организаций СЭС. Анализ продуктов питания также проводился в Московском центре государственной сертификации и в частной лаборатории.

В ходе исследования выяснилось, что данные организации не способны адекватно обслуживать потребности региона и обеспечивать неукоснительное соблюдение существующего в стране продовольственного законодательства. Следовательно, создание лаборатории контроля пище-

вой продукции было необходимо. Очевидно, что такая лаборатория могла бы гарантировать благополучие не только местного населения, но и обеспечивала бы соответствующую продовольственную безопасность за пределами региона.

Регион, в котором планировалось создание высококвалифицированной лаборатории контроля пищевой продукции, характеризуется преимущественно развитой сельскохозяйственной экономикой и поставляет около 20 % овощей (за исключением картофеля) на рынки Московской области. Кроме того, город, в котором планировалось создание такой лаборатории, создавался как «город науки». Поэтому местному высокообразованному населению лучше, чем кому-либо, было известно об опасностях, которые могут возникнуть от беспечного использования пестицидов или потребления продуктов питания, содержащих тяжелые металлы и другие вредные составляющие, такие как патогенные бактерии. Горожане имели заинтересованность в организации подобного контроля продуктов питания.

Кроме того, в городе уже существовала базовая лаборатория, которую необходимо было лишь модернизировать, чтобы она отвечала требованиям организации контроля продуктов питания. В лаборатории работали ученые с соответствующей подготовкой в области методик аналитических работ, что также создавало благоприятные условия для обучения персонала лаборатории и организации ее функционирования.

Дополнительным фактором, способствующим созданию лаборатории контроля пищевой продукции, был значительный интерес российских средств массовой информации к вопросам безопасности продуктов питания и большое количество публикаций, иллюстрирующих ухудшение стандартов качества, оказавшее воздействие на экспорт продуктов питания. Такое внимание средств массовой информации подчеркивало необходимость проверки качества продуктов питания и создания для этих целей лаборатории по контролю продуктов питания.

Характер работы лабораторий по контролю качества пищевой продукции

Санитарный врач или государственный эксперт в области контроля продуктов питания, используя данные осмотра партии на месте, результаты лабораторного исследования образцов продуктов и располагая всеми необходимыми документами, должен дать аргументированное (с гигиенических позиций) заключение о партии пищевой продукции. Врач или эксперт является лицом, ответственным при решении вопроса о возможности и условиях реализации продукта для пищевых целей или о его запрещении.

При окончательном оформлении результатов гигиенической экспертизы заключение дается в форме дополнения к акту первичной экспертизы, составленному до лабораторного исследования продукта.

Это дополнение может проводиться в акте первичной экспертизы или в отдельном акте. В заключении суммируются результаты осмотра партии с данными лабораторного анализа и на основании этого делается общий вывод о партии продукта. Заключение должно быть конкретным и обоснованным, его содержание должно исключать возможность различного толкования.

Качество пищевых продуктов

1. Продукт, пригодный для питания без ограничений, – это полноценный пищевой продукт, имеющий хорошие органолептические свойства, безвредный для здоровья и отвечающий всем требованиям стандарта или технических условий по гигиеническим показателям.

2. Продукт, пригодный для питания, но пониженного качества – это продукт, имеющий какой-либо недостаток или не полностью отвечающий требованиям стандарта или технических условий по отдельным гигиеническим показателям. Однако эти недостатки не ухудшают органолептических свойств пищевого продукта и не делают его опасным для здоровья человека. К таким относят, например, сметану с пониженным содержанием жира, картофель с высоким процентом отходов и т.п. Подобный продукт допускается к употреблению с условием, что потребитель будет осведомлен о его пониженной ценности, а предприятие общественного питания компенсирует пониженную пищевую ценность увеличением данного продукта в раскладке. Продукты пониженной пищевой ценности не рекомендуется использовать в пищу людей на общих основаниях. Потребление таких продуктов ограничивают и их не рекомендуют использовать в пищу определенных контингентов населения (например, в детских садах, больницах, интернатах для престарелых).

3. Условно годный продукт – это продукт, обладающий пороками, которые делают невозможным его использование в питании населения без предварительной обработки с целью улучшения органолептических свойств или обезвреживания. Разрешая применение условно годного продукта, врач указывает способ его обработки или переработки, определяет лиц, ответственных за ее проведение. Условно годные продукты могут использоваться в пищу при соблюдении определенных требований (тепловая обработка, использование лишь для приготовления первых блюд, поштучный, побаночный контроль, срочная реализация, реализация при условии особого контроля, реализация ограниченного количества в определенных местах и т.д.).

4. Недоброкачественный продукт – это продукт, имеющий недостатки, не допускающие его использование в питании населения (например, низкие органолептические свойства, загрязнение патогенными микроорганизмами или их токсинами, пестицидами или другими ядовитыми вещест-

вами). Недоброкачественные пищевые продукты по согласованию с ветеринарно-санитарной службой могут скармливаться животным или передаваться на техническую утилизацию. Для указанных целей может использоваться пищевая продукция, которая не является опасной в санитарно-эпидемиологическом отношении.

В таких случаях санитарный врач в акте указывает, на кого персонально (организация, должность, фамилия, инициалы) возлагаются контроль и ответственность за выполнение условий хранения, реализации, обработки некачественного продукта, а также предприятие, на котором это будет осуществляться. При направлении забракованной партии на обработку в накладной должны четко оговариваться условия хранения, переработки и порядок реализации продукта, полученного при этом. На основании данных экспертизы главный санитарный врач административной территории выносит постановление о запрещении использования данной партии продуктов. Во всех случаях руководитель организации обязан представить в СЭС официальную справку о сдаче пищевой продукции с указанием даты, количества продуктов и наименования организации, которой эти продукты сданы.

Если продукты признаны непригодными в пищу и они не направляются на корм животным или техническую утилизацию, тогда их уничтожают, предварительно оформив постановление главного санитарного врача города (района) об уничтожении забракованных продуктов. В нем указываются порядок, способ и срок уничтожения продукции, а также порядок обжалования постановления.

В случае принятия решения об уничтожении партии продуктов питания по санитарно-эпидемиологическим показаниям санитарный врач или, по его поручению, помощник санитарного врача присутствуют при уничтожении продуктов лишь в том случае, если они представляют опасность для здоровья людей. В остальных случаях санитарный врач требует лишь акт (копию) об уничтожении партии, которое проводится силами и средствами организации – производителя пищевой продукции в присутствии комиссии, создаваемой приказом по предприятию.

5. Фальсифицированный пищевой продукт – продукт, натуральные свойства которого изменены с целью обмана потребителя (например, разбавление молока водой, добавление в него соды, подслащивание продуктов сахарином). Фальсифицированные продукты не подлежат реализации, а используются после согласования с ветеринарно-санитарными службами на корм животным или направляются на техническую переработку. Лица, виновные в фальсификации продукта, подлежат уголовному наказанию.

6. Продукты-суррогаты – это пищевые продукты, вырабатываемые для замены натуральных. Они внешне не отличаются от последних ни вкусом, ни видом, ни цветом, но уступают натуральным продуктам в пищевой ценности (например, кофе, полученный при использовании ячменя). Сур-

рогаты разрешаются к употреблению, если они не вредны для здоровья, а потребитель осведомлен об их составе и происхождении.

В настоящее время в продукты питания вводятся биологически активные добавки, являющиеся источниками пищевых, минорных, про- и пребиотических природных (идентичных природным) биологически активных веществ (компонентов) пищи. Биологически активные вещества, компоненты пищи и продукты, являющиеся их источниками, используемые при изготовлении биологически активных добавок к пище, должны обеспечивать их эффективность и не оказывать вредного воздействия на здоровье человека.

Биологически активные вещества, компоненты пищи и продукты, являющиеся их источниками, представляющие по данным современных научных исследований опасность для жизни и здоровья человека, не допускаются к использованию при изготовлении биологически активных добавок к пище. Среди них выделяют (СанПиН 2.3.2.1078-01):

1. Растения, содержащие сильнодействующие, наркотические или ядовитые вещества.

2. Вещества, не свойственные пище, пищевым и лекарственным растениям.

3. Неприродные синтетические вещества – аналоги активно действующих начал лекарственных растений (не являющиеся эссенциальными факторами питания).

4. Антибиотики.

5. Гормоны.

6. Потенциально опасные ткани животных, их экстракты и продукты, в том числе:

- материалы риска передачи агентов прионовых заболеваний (бычья губчатая энцефалопатия) – череп, включая мозг и глаза, небные миндалины, спинной мозг и позвоночный столб быков (коров) старше 12 мес., коз (козлов), овец (баранов) старше 12 мес. или имеющих коренные резцы, прорезывающиеся сквозь десны; селезенка овец (баранов) и коз (козлов);

- объекты животного происхождения – скорпион (Scorpiones L.) – все тело; шпанская мушка (Cantharis) – все тело; божья коровка семиточечная (Coccinella septempunctata L.) – все тело.

7. Ткани и органы человека.

8. Спороносные микроорганизмы (B. subtilis и т.п.); представители родов и видов микроорганизмов, среди которых распространены условно-патогенные варианты микроорганизмов (Enterococcus faecalis, Enterococcus faecium, Escherichia, Candida и т.п.); живые дрожжи.

С учетом увеличивающихся объемов производства и поставки продукции, полученной из генетически модифицированных источников, и в целях реализации положений Федерального закона № 52-ФЗ от 30.03.99 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», а также Фе-

дерального закона № 86-ФЗ от 05.07.96 г. «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности» и Федерального закона № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» от 02.01.00 г. в гигиеническую характеристику продукции, подлежащей санитарно-эпидемиологической экспертизе в ГУ НИИ питания РАМН, введена микробиологическая и молекулярно-генетическая экспертиза генетически модифицированных микроорганизмов. Обязанности по проведению микробиологической и молекулярно-генетической экспертизы пищевой продукции, полученной с использованием генетически модифицированных микроорганизмов, в том числе пробиотиков, возложены на ГУ НИИ питания РАМН и ГУ НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи РАМН.

Примерный перечень продукции, полученной с использованием генетически модифицированных микроорганизмов, подлежащей обязательной санитарно-эпидемиологической экспертизе:

1. Сыры, полученные с использованием дрожжевых затравок, экспрессирующих рекомбинантный химозин.
2. Пиво, полученное с использованием генетически модифицированных дрожжей.
3. Молочная продукция, полученная с использованием «стартерных» культур.
4. Копченые колбасы, полученные с использованием «стартерных» культур.
5. Пищевые продукты, технология приготовления которых предусматривает использование кисломолочных бактерий – продуцентов ферментов.
6. Пробиотики, содержащие генетически модифицированные штаммы.

Биологически активные добавки и пищевые продукты, полученные при их использовании, не должны причинять вреда жизни и здоровью человека. Учреждениям санитарно-эпидемиологической службы при возникновении сложных ситуаций, связанных с решением вопроса о качестве пищевой продукции и путях ее реализации, следует, с одной стороны, особо тщательно проводить гигиеническую экспертизу с целью снижения уровня опасности для здоровья человека, с другой, – принимать конкретные меры, направленные на бережное отношение к продовольственному сырью и продуктам питания с целью максимального снижения их потерь.

Обеспечение процесса сертификации

Сертификация – это процесс, с помощью которого потребители могут установить, что продукты питания достигли по меньшей мере предварительно установленного минимального стандарта. В лаборатории контроля продуктов питания может потребоваться проведение определенных

анализов для оценки сертификации. Например, в случае содержания в продуктах питания свинца требуется провести химический анализ для того, чтобы убедиться, что содержание свинца ниже допустимой концентрации, предотвращая таким образом нанесение ущерба потребителям. Очень важно, чтобы каждая лаборатория контроля продуктов питания в соответствии со своим назначением осуществляла беспристрастное и качественное обслуживание всех клиентов. Наилучшим образом это достигается при соответствующих управлении и контроле, которые гарантируют предоставление независимого обслуживания на высочайшем уровне.

Лаборатории, занимающиеся оценкой качества пищевой продукции, должны быть аккредитованы, а не аттестованы. Каждая такая лаборатория должна стремиться к непредвзятой и компетентной работе, соблюдая требования официальной национальной аккредитации, а в последующем и международной аккредитации.

Последнее обстоятельство особенно важно, если имеющиеся и вновь созданные лаборатории контроля пищевой продукции играют существенную роль в сертификации импортных и экспортируемых на международный рынок продуктов. Четкие рамки аккредитации таких лабораторий обеспечивают потребителям уверенность:

- что подтвержден уровень лаборатории и ее специалистов;
- соблюдаются наивысшие возможные стандарты;
- поступающие на рынок продукты питания безопасны.

Контроль качества лабораторных исследований

Подразделяется на внутренний (внутри лаборатории) и внешний (со стороны контролирующих органов).

Цели контроля:

- определить, насколько достоверные, надежные и сравнимые результаты выдает лаборатория или конкретный лабораторный работник;

- выяснить, на каких этапах исследования допущены ошибки, приведшие к получению некачественных результатов, и каковы природа и причины ошибок;

- предложить пути устранения ошибок.

Принципы контроля:

- осуществление контроля на всех этапах лабораторного исследования – от забора материала до выдачи результата;

- включение в проверяемые серии анализов стандартных контрольных образцов;

- систематическая проверка всех лабораторий и всех сотрудников, особенно тех, показатели которых вызывают сомнения. Проверке подлежат точность и правильность результата, например, идентификации микробной культуры, величины коли-титра, титра антител;

- сравнимость и воспроизводимость – сопоставимость и величина разброса результатов, выполненных в разных лабораториях или разными лабораторными работниками.

Методы контроля:

- рассылка в лаборатории контрольных стандартных образцов (пробы, мазки, штаммы, сыворотки и др.), количественные и качественные показатели которых не известны контролируемым лабораториям или лицам и известны контролирующим. Лаборатории должны дать ответ на образцы в строго ограниченные сроки;
- одновременное проведение исследований контролируемым и контролирующим лицами;
- проверка правильности выполненной работы (питательной среды, раствора, реактива, разведения сыворотки, плотности бактериальной суспензии и др.);
- систематическое ведение графика распределения результатов каждого типа анализов в каждой лаборатории.

Виды заболеваний, передаваемых через пищевые продукты

Потребительская стоимость продовольственных товаров представляет собой сумму свойств, удовлетворяющих определенные потребности людей. Одной из существенных ее составляющих является качество пищевых продуктов, зависящее от ряда факторов, в первую очередь – от свойств и качества исходного сырья, условий производства, хранения, транспортировки и реализации. Качество же собственно пищи определяется такими слагаемыми, как физико-химические, биохимические, санитарно-гигиенические и некоторые другие свойства, причем на все эти параметры активно влияет микрофлора.

Количественный и видовой состав микроорганизмов пищевых продуктов, загрязняемых из разных источников (рис. 5), может служить одним из важных критериев оценки качества пищевых продуктов. Более того, микробиологические нормы совместно с данными технологии пищевых продуктов позволяют судить о возможных недостатках в технологических режимах их производства, изготовления, хранения, реализации и о нарушениях при транспортировке, а также сделать прогноз о возможном возникновении пищевых отравлений и других заболеваний, что имеет очень большое значение для человеческого общества, так как пищевые инфекции в большинстве заразны и быстро принимают характер эпидемии.

Потребление человеком контаминированных микроорганизмами пищевых продуктов способствует развитию пищевых отравлений (пищевых интоксикаций и токсикоинфекций).

Рис. 5. Основные пути загрязнения пищи
токсичными штаммами микроорганизмов.

Пищевые интоксикации

Пищевые интоксикации вызывает токсин, продуцируемый микроорганизмом, который попадает и развивается в продуктах. Типичными примерами пищевой интоксикации (токсикоза) являются стафилококковое отравление и ботулизм.

Пищевые интоксикации (токсикозы) можно условно подразделить на бактериальные токсикозы и микотоксикозы.

Бактериальные токсикозы. В качестве примера можно привести стафилококковое пищевое отравление. Вызывается энтеротоксином, который продуцируется St. aureus в период роста этой бактериальной культуры в пищевых продуктах. Идентифицировано шесть энтеротоксинов, присущих стафилококку: A, B, C, D, E и F. Выделены и получены две формы энтеротоксина C: C_1 и C_2.

Бактерия St. aureus устойчива к нагреванию, сохраняет активность при 70 ^{0}С в течение 30 мин., при 80 ^{0}С – 10 мин. Еще более устойчивы к нагреванию энтеротоксины St. aureus, окончательная инактивация которых наступает только через 2,5–3 ч кипячения. St. aureus обладает устойчивостью к высоким концентрациям поваренной соли и сахара. Жизнедеятельность бактерии прекращается при концентрации натрия в воде более 12 %, сахара – около 60 %, что и учитывается при консервировании пищевых продуктов. Оптимальная температура для размножения стафилококков 22–37 ^{0}С, их размножение прекращается при температуре до 4–6 ^{0}С.

У человека стафилококки локализуются на кожных покровах, в носоглотке, кишечнике, других органах и тканях. Источником стафилококкового пищевого отравления могут быть люди с гнойничковыми поражениями кожи (фурункулы, абсцессы и др.), а также сырье и продукты, полученные от сельскохозяйственных животных.

Попадая в продовольственное сырье, пищевые продукты и кулинарные изделия, стафилококки продуцируют токсины с различной интенсивностью, что зависит от уровня обсеменения, времени и температуры хранения, особенностей химического состава объекта загрязнения (содержание белков, жиров, углеводов, витаминов, pH среды и т.д.). Наиболее благоприятной средой для жизнедеятельности бактерий являются натуральные и переработанные молочные и мясные продукты, поэтому именно они чаще всего становятся источниками стафилококкового отравления.

Загрязнение молока стафилококками может происходить от коров, больных маститом, при контакте с кожными покровами больных животных и человека, занятого переработкой молока. Отмечено, что стафилококки размножаются и продуцируют энтеротоксины в сыром молоке слабее, чем в пастеризованном. Этим объясняется отсутствие энтеротоксинов и стафилококков в кисломолочных продуктах, для закваски которых используются активные молочные культуры. Кроме того, молочная кислота, образующаяся в процессе изготовления этих продуктов, тормозит размножение микроорганизмов.

Попадая в молоко, стафилококк продуцирует энтеротоксины при комнатной температуре через 8 ч, при 35–37 ^{0}С – в течение 5 ч. При обсеменении молодого сыра стафилококками энтеротоксины выделяются на 5-й день его созревания в условиях комнатной температуры. По истечении 47–51 дня хранения сыра происходит гибель стафилококков, энтеротоксины же сохраняются еще в течение 10–18 дней.

В других молочных продуктах энтеротоксины можно обнаружить, если эти продукты были изготовлены из молока и молочных смесей, обсемененных стафилококками.

Контаминация мяса стафилококками происходит во время убоя животных и переработки сырья. Как и в сыром молоке, конкурирующая микрофлора не дает возможности для быстрого размножения этих бактерий в

сыром мясе. При определенных технологических условиях, особенно при ликвидации антагонистической микрофлоры, стафилококки могут активно размножаться в мясопродуктах и продуцировать энтеротоксины.

В мясном фарше, сыром и вареном мясе стафилококки продуцируют токсины при оптимальных условиях (22–37 ^{0}С) через 14–26 ч. Добавление в фарш белого хлеба увеличивает скорость образования токсических метаболитов в 2–3 раза. Росту стафилококков при определенной температуре способствует и копчение колбас. Высокая концентрация соли, используемая для посола мяса, не ингибирует деятельность St. aureus. В готовых котлетах, после их обсеменения, энтеротоксины образуются уже через 3 ч, в печеночном паштете – через 10–12 ч.

Развитие стафилококков способна ингибировать повышенная кислотность мяса и мясных продуктов (не выше 4,8). То же самое наблюдается при помещении мясопродуктов в вакуумную упаковку.

Следует отметить, что стафилококки не способны проникать и тем более развиваться в свежем яйце. При тепловой обработке яиц их бактерицидные свойства снижаются, и они могут контаминироваться стафилококками в результате тепловой мойки и хранения.

Благоприятной средой для размножения St. aureus являются и другие продукты, в том числе мучные кондитерские изделия с заварным кремом. При обсеменении крема в условиях благоприятной температуры (22–37 ^{0}С) образование токсинов наблюдается через 4 ч. Концентрация сахара в таких изделиях составляет менее 50 %. В то же время при содержании сахара в большем количестве (60 % и выше) образование стафилококковых энтеротоксинов ингибируется.

Меры профилактики:

1. Не следует допускать к работе с продовольственным сырьем и пищевыми продуктами людей – носителей стафилококков (с гнойничковыми заболеваниями, острыми катаральными явлениями верхних дыхательных путей, заболеваниями зубов, носоглотки и т.д.).

2. Обеспечивать строжайший санитарный порядок на рабочих местах.

3. Соблюдать технологические режимы производства пищевых продуктов, обеспечивающих гибель стафилококков. Определяющее значение при этом приобретают тепловая обработка и температура хранения сырья и готовой продукции.

К тяжелым пищевым отравлениям, вызываемым экзотоксинами, продуцируемыми Cl. botulinum, относится ботулизм. Возбудитель ботулизма имеет палочковидную форму размерами 0,6–1 х 3–9 мкм, подвижен (перитрих), капсулу не образует, Грам+ (в старых культурах Грамвариабелен), строгий анаэроб. Образует эндоспоры овальной формы, расположенные субтерминально и превышающие диаметр бактерии-спорангия, на основании чего внешний вид Cl. botulinum сравнивают с теннисной ракеткой.

Вегетативные формы растут на специальных жидких и плотных средах в условиях глубокого анаэробиоза (3–10 мм рт. ст.) при 25–35 ^{0}С. Активно ферментируют белки (желатину, свернутый яичный белок, кусочки мяса) и углеводы (глюкозу, левулезу, фруктозу, мальтозу, декстрин, адонит и др.).

Возбудитель ботулизма обитает в кишечнике животных, человека, в почве, воде. Может размножаться в органических субстратах внешней среды, особенно в пищевых продуктах, где в анаэробных условиях и при 22–25 ^{0}С продуцирует экзотоксины 7 сероваров: A, B, C_{1-2}, D, E, F, G, среди которых наиболее токсичны A и E. Ботулинический токсин обладает чрезвычайно высокой ядовитостью для человека (1 г кристаллического токсина содержит 20 тыс. смертельных человеческих доз), хорошо всасывается через кишечную стенку в лимфу и кровь в неизмененной или активированной (тип E) форме и обуславливает длительную токсинемию.

Cl. botulinum попадает в почву в виде спор при удобрении ее навозом. Поэтому продукты растительного происхождения загрязняются Cl. botulinum через почву. Споры, по сравнению с вегетативной формой Cl. botulinum, устойчивы к воздействию физико-химических факторов окружающей среды. При 100 ^{0}С споры некоторых серотипов Cl. botulinum сохраняют жизнеспособность в течение 6 ч, при 120 ^{0}С – 25 мин. Споры возбудителя ботулизма прорастают при концентрации хлорида натрия до 6–8 %. Оптимальной для их жизнедеятельности является температура 30–37 ^{0}С. Размножение бактерий прекращается при pH ~ 4.4 и температуре 12–10 ^{0}С и ниже.

Токсины ботулизма характеризуются высокой устойчивостью к действию протеолитических ферментов, кислот и низких температур, а также к копчению, однако, сравнительно быстро инактивируются под влиянием высокой температуры: при 80 ^{0}С – через 30 мин., при 100 ^{0}С – через 15–20 мин.

Свойства вегетативных форм, спор и токсинов Cl. botulinum должны учитываться в технологии изготовления пищевых продуктов, чтобы не допустить массового отравления населения. Особое внимание следует обратить на то обстоятельство, что, несмотря на выполнение санитарно-технических требований в консервной промышленности, увеличилось количество пищевых продуктов, получаемых домашним консервированием, а также продуктов, хранящихся в газовых смесях и в пленках в вакууме.

Меры профилактики:

1. Предупреждение загрязнения туш сельскохозяйственных животных частицами земли, навоза, а также в процессе их разделки – содержимым кишечника; посол в условиях холода; соблюдение режимов термической обработки.

2. Использование свежего растительного сырья; предварительная мойка и тепловая обработка; стерилизация продукта с целью предупреж-

дения прорастания спор, размножения вегетативных форм и образования токсинов.

Микотоксикозы. Микотоксины в пищевых продуктах. Микотоксины представляют собою вторичные метаболиты микроскопических плесневых грибов. Из продуктов питания выделено около 30 тыс. видов плесневых грибов, большинство из которых продуцирует высокотоксичные метаболиты, в частности более 120 микотоксинов.

В продуктах питания и продовольственном сырье наиболее распространены высокотоксичные микотоксины: афлатоксины, охратотоксины, рубратоксины, патулин, исландитоксин, зеараленон, цитриовиридин и др.

Патулин, продуцируемый пенициллами и аспергиллами, обнаруживается преимущественно в продуктах, полученных из заплесневелых фруктов и ягод. Во фруктовых и овощных соках и пюре для взрослых ПДК патулина – 50 мкг/кг, для детей – 20 мкг/кг.

Наиболее распространенные и хорошо изученные микотоксикозы – афлатоксикоз, фузариотоксикоз и эрготизм.

Афлатоксикоз. Заболевание, вызываемое грибами, способными продуцировать афлатоксины, носит название афлатоксикоз. При этом в организме человека происходят нарушение проницаемости мембран субклеточных структур и подавление синтеза ДНК и РНК, нарушается синтез белков. Наряду с общетоксическим действием проявляются ярко выраженная канцерогенная и мутагенная активность афлатоксинов.

Наиболее изученными являются афлатоксины, продуцируемые грибами рода Aspergillius, оптимальными условиями развития которых являются $t = 20–30\ ^0C$ и $W = 85–90\ \%$.

Большое количество афлатоксинов обнаруживается в молоке животных после употребления ими зараженного корма. Развитие аспергилл и продуцирование ими в большом количестве афлатоксинов присуще орехам арахиса, злаковым и бобовым культурам, мясу, яйцам.

Согласно данным ВОЗ, человек потребляет в сутки не более 0,19 мкг афлатоксинов, что не оказывает отрицательного воздействия на его организм. Допустимый же уровень (ПДК) афлатоксина для человека массой 60 кг находится в пределах 0,3–0.6 мкг/кг массы тела.

Фузариотоксикозы. Согласно принятой в нашей стране классификации, к фузариотоксикозам относят заболевания:

1. Алиментарно-токсическая алейкия, которую вызывают продуценты микроскопических грибов Fusarium sporotrichioides. Болезнь поражает как людей, так и сельскохозяйственных животных, затрагивая кроветворные органы. При этом у человека количество лейкоцитов снижается до 1000 и менее в 1 $мм^3$, что служит наиболее ранним объективным показателем алиментарно-токсической алейкии. Вспышки этого заболевания наблюдались у людей после употребления хлеба, изготовленного из пораженного зерна.

2. Отравление «пьяным хлебом». Болезнь обусловлена воздействием на организм токсического продуцента гриба Fusarium graminearum. Токсины гриба обладают нейротропным действием, сходным с действием алкоголя. Отсюда и название болезни.

3. Уровская болезнь (болезнь Кашина–Бека). Впервые заболевание выявлено в 1860 г. Н.И. Кашиным у населения, проживающего в долине р. Уровы (Восточная Сибирь). В 1906 г. болезнь была повторно зарегистрирована и изучена Е.В. Беком. Предполагают, что болезнь вызывается токсинами гриба Fusarium sporotrichiella, который поражает злаковые культуры. Токсин, выделяемый этим видом грибов, термостабильный и сохраняется даже в выпеченном хлебе. Уровская болезнь проявляется в нарушении остеогенеза у детей, подростков и юношей, в задержке роста отдельных костей, деформации скелета. Существует и другая гипотеза, связывающая возникновение уровской болезни в определенных географических зонах с высоким содержанием стронция на фоне низкого содержания кальция.

4. Эрготизм. Возникает при употреблении изделий из зерна, зараженного спорыньей. Последняя представляет собой склероции гриба Claviceps purpurea, содержащие высокотоксичные алкалоиды (эрготоксин, эрготамин, эргометрин) и биогенные амины (гистамин, тирамин и др.). Эти соединения могут поражать нервную систему (судорожная форма) или нервно-сосудистый аппарат (гангренозная форма). Ядовитые соединения спорыньи устойчивы при термической обработке и хранении хлебопродуктов. Гигиенические нормы допускают содержание спорыньи в муке не более 0.05 %.

Пищевые токсикоинфекции

Этот тип пищевого отравления вызывают бактерии, риккетсии, вирусы, плесени и другие микроорганизмы, попавшие в пищевые продукты в большом количестве.

Среди возбудителей пищевых токсикоинфекций – Clostridium perfringens, широко распространенный в природе вследствие своей стойкости к различным воздействиям.

Clostridium perfringens вызывает тяжелое острое поликлостридиальное заболевание людей и животных, осложняющее течение травм (ранений, отморожений, ожогов и др.), – анаэробную раневую газовую инфекцию (газовую гангрену, клостридиальный миозит). Clostridium perfringens способен выделять группу летальных и некротических токсинов, на основании антигенной структуры которых различают 6 сероваров: A, B, C, D, E, F. Серовар A – основной возбудитель газовой гангрены человека, вырабатывает а-токсин (лецитиназу С), обладающий летальным, некротическим и гемотоксическим действием, а также коллагеназу, гиалуронидазу, ДНК-

азу и менее постоянно ряд других токсических субстанций. Из последних следует назвать энтеротоксин, вызывающий профузный понос. Серовары B, C, D, E и F также могут быть причиной анаэробной раневой газовой инфекции при условии выделения лецитиназы C.

Пищевую токсикоинфекцию вызывают главным образом серотипы Cl. perfringens A и Д. Токсикологическую картину при этом определяет токсин, выделяемый сероваром A. Cl. perfringens развивается при температуре от 15 до 50^0 C и pH = 6,0–7,5. Оптимальная температура – 45 ^{0}C и pH = 6,5 обеспечивают продолжительность генерации этих микроорганизмов за рекордно короткое время – около 10 мин. Энтеротоксины высвобождаются из вегетативных клеток в период образования из этих клеток зрелых спор. Это может происходить как в пищевых продуктах, так и в кишечнике человека. После попадания Cl. perfringens в организм инкубационный период продолжается от 5 до 22 ч. Характерные признаки заболевания – понос, спазмы и боли в животе.

Источником заболевания служат в основном продукты животного происхождения – мясные и молочные, обсеменение которых происходит как при жизни животных (больных и бактерионосителей), так и после убоя (при нарушении санитарно-гигиенических норм переработки и хранения сырья). Источниками инфекции могут быть рыба и морепродукты, бобовые, картофельный салат, макароны с сыром и др.

Патогенные штаммы Escherichia coli, способные размножаться в тонком кишечнике, вызывают один из видов токсикоинфекции, основным симптомом которой является водянистый понос. Источником патогенных штаммов бактерий этого вида могут быть как люди, так и животные. При этом обсеменяются и становятся опасными продукты как растительного, так и животного происхождения. Пути заражения этим видом токсикоинфекции такие же, как при сальмонеллезах.

Меры профилактики:

1. Выявление и лечение работников пищевых предприятий – носителей патогенных серотипов кишечной палочки.

2. Осуществление ветеринарного надзора за животными. Мясо животных, больных колибациллезом, считается условно годным и подлежит специальной тепловой обработке.

1. Выполнение санитарных норм и режимов технологии изготовления и хранения пищевых продуктов.

2. Соблюдение санитарно-гигиенического контроля на предприятии.

Бактерии рода Proteus, включающие 5 видов, также способны стать возбудителями пищевых токсикоинфекций. Среди возбудителей – виды Pr. mirabilis и Pr. vulgaris. Оптимальное условие для развития этих бактерий – температура 25–37 ^{0}C. Выдерживают нагревание до 65 ^{0}C в течение 30 мин., pH – в пределах 3,5–12, отсутствие влаги до 1 года, высокую концентрацию поваренной соли – 13–17 % в течение двух суток, повторное

замораживание и оттаивание. Все это свидетельствует об устойчивости возбудителя данной токсикоинфекции к воздействию внешних факторов среды.

Причины возникновения вызванных протеем токсикоинфекций: наличие больных сельскохозяйственных животных, антисанитарное состояние пищевых предприятий, нарушение принципов личной гигиены. Основные продукты, через которые передается это заболевание: мясные и рыбные изделия, реже – блюда из картофеля и другие кулинарные изделия. Нередки случаи заражения и других пищевых продуктов.

Среди энтерококков потенциально патогенными штаммами являются Ent. faecalis, Ent. faecium, Ent. durans. Устойчивы к высушиванию, свету, воздействию низких температур, способны выдержать нагревание в течение 30 мин. при 60 ^{0}С, погибают при 85 ^{0}С в течение 10 мин. Источники инфекции – человек и животные. Пути обсеменения пищевых продуктов такие же, как и при других видах токсикоинфекций.

Энтерококки в ослабленном организме способны вызывать заболевания самых различных органов и систем. Основное значение в патологии человека имеет вид E. faecalis. Он может быть причиной сепсиса, различных форм внутрибольничных инфекций, особенно в урологическом, гинекологическом, проктологическом и хирургических отделениях, воспалительных заболеваний мочеполовых, респираторных, желчных, пищеварительных путей и органов, кожи и подкожной клетчатки, полостей глотки, рта, носа, носовых пазух, уха и др.

Сальмонеллезы

К возбудителям пищевых инфекций, протекающих по типу пищевой токсикоинфекции, относятся бактерии рода Salmonella. ВОЗ исключила сальмонеллы из рубрики «Пищевые токсикоинфекции» и отнесла их к самостоятельной нозологической единице «Сальмонеллезы».

Сальмонеллезы – острые кишечные заболевания человека, вызванные сальмонеллами, кроме антропонозов – брюшного тифа и паратифов А и В. Протекают в виде гастроэнтерита и токсико-септического заболевания детей первых лет жизни. Сальмонеллезный гастроэнтерит может быть обусловлен сотнями сероваров, относящихся к самым разным подродам и видам, но чаще вызывается представителями серогрупп B, C, D, E: S. typhimurium, S choleraesuis, S. enteritidis и др.

Изучено более 2000 серологических типов сальмонелл. Эти бактерии представляют собой Грам$^-$ палочки, не образующие спор, длиной от 2 до 3 мкм и шириной около 0,6 мкм.

Сальмонеллы характеризуются устойчивостью к воздействию различных физико-химических факторов. Годами могут выживать в высушенном состоянии, особенно в сухом навозе, пыли, кормах, пищевых про-

дуктах. Растут при температуре от 5,5 до 45 ^{0}С, оптимальная температура для их жизнедеятельности – 37 ^{0}С. Нагревание продуктов питания, содержащих клетки сальмонелл, до 60 ^{0}С приводит к гибели этих микроорганизмов уже через 1 ч, при 70 ^{0}С – через 15 мин., при 75 ^{0}С – через 5 мин., мгновенная гибель наступает при кипячении.

Основными факторами передачи сальмонеллезной инфекции являются мясо и мясопродукты, обсеменение которых осуществляется как при жизни животных, так и после их убоя. Заражение пищевых продуктов сальмонеллами может происходить как через животных, так и через человека. Кроме того, в распространении сальмонеллезов большое значение имеют молоко и молочные продукты. Особую роль в этиологии сальмонеллеза играют прижизненно зараженные пищевые продукты: яйца и мясо уток, гусей, кур, индеек (особенно яйцо водоплавающей птицы). Переносчиками сальмонелл могут оказаться работники пищевых предприятий, болеющие скрытыми формами сальмонеллезов или являющиеся бактерионосителями.

Меры профилактики:

1. Работа ветеринарно-санитарной службы непосредственно в хозяйствах по выявлению животных и птицы, больных сальмонеллезом.

2. Проведение санитарно-ветеринарной экспертизы во время первичной переработки сырья и приготовления продуктов питания. Необходимо соблюдать санитарные требования по размораживанию мяса, хранить сырье и полуфабрикаты при температуре не выше 4–8 ^{0}С, использовать холод на всех этапах производственного процесса, включая транспортировку сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, соблюдать сроки реализации, установленные для каждого продукта, а также режимы тепловой обработки. Последнее имеет принципиальное значение в предупреждении сальмонеллезов, учитывая губительное действие температуры (не ниже 80 ^{0}С) на эти бактерии. Не разрешается реализация населению некипяченого и непастеризованного молока.

3. Осуществление систематической борьбы с грызунами как источником обсеменения сырья и продуктов на пищевых предприятиях.

4. Соблюдение соответствующих санитарных требований в отношении воды, льда, инвентаря, посуды и оборудования.

5. На предприятиях пищевой промышленности и общественного питания:

- необходимо выявлять и направлять на лечение работников, болеющих сальмонеллезом или являющихся бактерионосителями;
- не допускать таких людей к работе до полного выздоровления;
- ставить на учет хронических бактерионосителей.

Пункты 3–5 имеют значение и в профилактике заражения сальмонеллами продуктов растительного происхождения, хотя такие случаи встречаются крайне редко.

Зооантропонозные инфекции

Заражение людей инфекционными болезнями может также произойти при уходе за больными животными и при переработке убойных животных, инфицированных патогенными микроорганизмами, вызывающими зооантропонозные болезни – общие для животных и человека. Зооантропонозы передаются от одного вида животного к другому и от животного к человеку. Роль человека в передаче возбудителей этих болезней животным и человеку незначительна.

Сибирская язва – острая, особо опасная инфекция сельскохозяйственных животных и человека, вызываемая Bacillus anthracis. Сибирской язвой болезнь названа в связи с широким распространением на Урале в конце XVIII века. Возбудитель в окрашенных мазках из питательных сред имеет вид прямых с обрубленными концами палочек размерами 1–1,5 х 5–8 мкм, располагающихся длинными цепочками. В мазках из свежего патологического материала палочки окружены капсулой, локализуются одиночно или короткими цепочками. Хорошо растет на основных питательных средах при 37 ^{0}С, pH = 7,2–8, давая в бульоне придонный рост в виде комочка ваты, на плотных средах - крупные, с неровным краем, шероховатой и матовой поверхностью колонии. Ферментирует глюкозу с образованием кислоты, а также сахарозу, мальтозу, крахмал, инулин; характеризуется протеолитической и липолитической активностью. Содержит групповой соматический полисахаридный и видовой белковый капсульный антиген.

Вирулентные штаммы в организме восприимчивых животных синтезируют большое количество капсульного вещества, обладающего выраженной антифагоцитарной активностью, и сложный экзотоксин. Эти 2 фактора и определяют вирулентность возбудителя. Заражение людей сибирской язвой происходит при уходе за больными животными, вскрытии трупов, на предприятиях по обработке животного сырья, ношении изделий из него, употреблении мясных продуктов.

Микробиологическую диагностику проводят с соблюдением правил техники безопасности. В процессе исследования разлагающихся трупов и кожевенного сырья ставят реакцию термоиммунопреципитации. Материалом для выделения культуры или биопробы при кожной форме сибирской язвы являются содержимое карбункула и пузырьков, при легочной и кишечной – соответственно мокрота и испражнения, при септических явлениях – кровь и моча.

Вегетативные формы Bacillus anthracis погибают при температуре 60 ^{0}С за 10–15 мин. Споры во время кипячения погибают за 70 мин., в сухожаровом шкафу при 140 ^{0}С – через 3–4 ч. Вегетативные и особенно споровые формы Bacillus anthracis весьма устойчивы к холоду.

Во внешней среде при доступе кислорода возбудитель переходит в фазу споры овальной формы, располагающейся центрально. Споры сибирской язвы сохраняют жизнеспособность в почве неопределенно долгое время. Наиболее опасные по сибирской язве участки – вдоль скотопрогонных дорог, в местах, где когда-то располагались бойни, кожевенные заводы, салотопки. Человек заражается сибирской язвой при уходе за больным животным, убое и разделке туш, кулинарной обработке мяса, контакте с сырьем животного происхождения. Возбудитель проникает в организм через микротравмы на коже или наружные слизистые оболочки. Инкубационный период длится от нескольких часов до 8 дней, чаще – 2–3 дня. Как правило, у 95–97 % заразившихся сибирской язвой заболевание протекает в виде локализованной (кожной) формы, при этом летальность не превышает 2–3 %. При поражении легких и кишечника (генерализованная форма) летальность достигает 100 %, причем больные погибают через 2–3 дня вследствие инфекционно-токсического шока.

Больные и подозрительные на заболевание сибирской язвой животные к убою не допускаются. Если при убое животных устанавливают наличие этого заболевания, туши вместе со шкурой и внутренностями перерабатывают в специальных аппаратах или сжигают вне территории мясокомбината с соблюдением необходимых санитарных мер предосторожности. Туши и субпродукты, заподозренные в загрязнении бациллами сибирской язвы в ходе технологического процесса, стерилизуют не позднее 6 ч с момента убоя (во избежание образования спор).

Туберкулез – первично-хроническое заболевание человека и животных. Для современного периода характерно увеличение заболеваемости, утяжеление течения, повышение летальности, появление множественно устойчивых к химиопрепаратам форм возбудителя.

Возбудители туберкулеза - различные виды микобактерий, среди которых основное этиологическое значение имеют Mycobacterium tuberculosis и M. africanum, выделяемые от человека (последний является возбудителем туберкулеза у населения тропической Африки); на втором месте стоит M. bovis (бычий тип), выделяемая от крупного рогатого скота и других домашних животных, и лишь единичные случаи заболевания людей обусловлены M. avium (птичий тип).

M. tuberculosis – прямые или слегка изогнутые Грам+ палочки размером 0,2–0,6 х 1–10 мкм, иногда образуют кокковидные или мицеллярные формы. Кислото- и спиртоустойчивы. Медленно (2–4-я неделя и позднее) растут на сложных питательных средах при температуре 37 ^{0}С и pH = 6,4–7, давая толстые зернистые выпуклые с шероховатой поверхностью и неровным краем колонии, которые часто окрашиваются в светло-желтый цвет. В жидких средах образуют складчатую пленку. Рост стимулируется глицерином. Кроме человека, могут вызывать заболевания у контактиро-

вавших с ним обезьян и собак; при экспериментальном заражении высоковирулентны для морских свинок, менее – для кроликов и мышей.

M. bovis характеризуется признаками, большинство из которых аналогично M. tuberculosis, но палочки короче и толще, еще медленнее растут на средах, рост на них стимулируется сниженной концентрацией кислорода в среде, а также пируватами, но не глицерином. В естественных условиях высокопатогенны для скота, кроликов и других животных. У человека чаще вызывают внелегочные формы туберкулеза.

Туберкулезные бациллы устойчивы к холоду и солевым растворам, но чувствительны к высокой температуре, в жидкой среде при 100 ^{0}С погибают моментально. Однако при варке колбас не гарантируется гибель этих микроорганизмов. Важное эпидемиологическое значение имеет способность микобактерий сохраняться в молоке и масле до 10 месяцев, в твердом сыре - более 8 месяцев, в замороженном мясе – до года.

При убое животных с наличием открытого процесса туберкулеза, а также при истощении животного и любой форме туберкулезного поражения органов и лимфатических узлов туши и органы направляют на техническую утилизацию. При отсутствии истощения животного и наличии поражения в одном из органов или одном лимфатическом узле туши и непораженные органы направляют на обезвреживание действием высокой температуры, а пораженные органы – на техническую утилизацию.

Бруцеллез. Хроническое или остро-хроническое заболевание человека и животных, обусловленное бактериями рода Brucella. В зависимости от вида возбудителей и их природных хозяев различают несколько близких по патогенезу, клинике, но различных по эпидемиологии и тяжести болезни форм бруцеллеза: мелкого рогатого скота (мелитензис), крупного рогатого скота (бовис), свиней, овец, собак, крыс. В патологии человека имеют значение две первые формы. Возбудители бруцеллеза проникают в организм человека с молоком, молочными продуктами, мясом, при контакте кожи и слизистых оболочек с абортированными плодами, последом, выделениями больных животных. Заболевание людей протекает постепенно, иногда – остро, со временем переходит в хроническую форму с периодическими очаговыми поражениями различных органов и систем. Летальность – не более 22 %.

К роду Brucella принадлежат облигатно-аэробные эубактерии из группы Грам$^-$ аэробных микроаэрофильных палочек и кокков; неподвижные, аспорогенные. Размеры клеток 0,5–0,7 х 0,6–1,5 мкм, располагаются одиночно, иногда короткими цепочками. Хорошо растут на сложных органических питательных средах, содержащих биотин, тиамин, никотиновую кислоту, пантотенат кальция, некоторые аминокислоты. Содержат каталазу и оксидазу. Температурный оптимум – 37 ^{0}С, pH = 6,6–7,4.

Бруцеллы проявляют высокую устойчивость во влажной среде. В воде они сохраняются 10–16 дней, в брынзе – 45–60 дней, в сухой почве – до

60, во влажной – до 72 дней, а в шерсти и на коже животных – до 3–4 месяцев. Посол почти не влияет на их жизнеспособность.

Чувствительны к дезинфектантам и антисептикам: погибают в течение 5 мин. от воздействия лизола, хлорамина, хлорной извести, содержащей 25 % активного хлора, а также фенола (2–3 %).

Бруцеллы устойчивы к низким температурам, поэтому в замороженном мясе и субпродуктах очень долго сохраняют жизнеспособность. В то же время при температуре 60 ^{0}С они погибают в течение 30 мин., при кипячении – моментально. В связи с этим уничтожение бруцелл обеспечивается строгим соблюдением термического режима при производстве пищевой продукции.

Человек заражается бруцеллезом через загрязненные возбудителем сырое молоко и молочные продукты, мясо, шерсть, кожу, плаценту и выделения больных животных, а также загрязненные руки.

Бруцеллез распространен на всех континентах с преимущественной заболеваемостью в странах с развитым животноводством. Эпидемиологические особенности заболеваемости в значительной мере зависят от видовой принадлежности возбудителя, активности и массивности эпизоотического очага.

Тушу и внутренние органы всех видов животных, имеющих клинические или патологические признаки бруцеллеза, обезвреживают под действием высокой температуры. Вымя направляют на техническую утилизацию. Туши говядины и свинины, положительно реагирующие на бруцеллез, но не имеющие клинических признаков или патологических изменений, выпускают без ограничения, а мясо овец обычно перерабатывают на вареные и варено-копченые колбасные изделия. Субпродукты от бруцеллезных животных проваривают.

Листериоз – острое или хроническое септическое заболевание человека и животных, вызываемое Listeria monocytogenes. Патогенное действие связано главным образом с эндотоксином. Болезнь сопровождается ангиной, конъюнктивитом, сепсисом, менингоэнцефалитом.

Listeria – род палочковидных перитрихиальных аспорогенных Грам$^+$ факультативно-анаэробных бактерий. Клетки имеют форму коротких прямых палочек размерами 0,4–0,5 х 0,5–2 мкм, с закругленными концами, иногда овоидной формы. Располагаются одиночно, короткими цепочками, реже – в виде длинных нитей. Капсулу не образуют. Подвижны при 20–25 ^{0}С. Оптимальная для роста температура – 30–37 ^{0}С. На питательных средах дают плоско-выпуклые колонии, полупрозрачные, голубовато-серые в проходящем свете и зеленые при косом освещении. Ферментируют глюкозу. Тест на каталазу положительный, на оксидазу отрицательный. Есть цитохромы.

Листерии длительное время сохраняются во внешней среде, способны размножаться в мертвых тканях при низкой температуре, остаются

жизнеспособными в сене и мясокостной муке до 134 дней. Длительное время выживают в соленом мясе при низкой температуре. Погибают при температуре 70 ^{0}С через 30 мин., а при 100 ^{0}С – через 15 мин. Чувствительны к тетрациклинам, ампициллину, аминогликозидам, а также к широко применяемым дезинфектантам и антисептикам: хлорной извести, лизолу, NaOH и др.

Род Listeria включает патогенные и непатогенные для человека и животных виды: L. ivanovii, L. grayi, L. innocua, L. murrayi, L. seeligeri, L. welshimeri. L. monocytogenes – возбудитель листериоза человека – содержит антигены, по которым разделяется на 7 сероваров и субсеровары. Род Listeria фаголизабелен, делится на 8 фаговаров. (Фаговар – вариант вида бактерий, отличающийся от других вариантов этого же вида по спектру чувствительности к типовым фагам.)

Листерии широко распространены в окружающей среде. Человек заражается от животных контактно-бытовым, алиментарным, реже – трансмиссивным путем, а также через воду и сырые овощи.

Естественная восприимчивость людей не очень высока. Заболевают в основном лица пожилого возраста, а также сотрудники цехов первичной переработки мясо- и птицекомбинатов. Особенно тяжело листериоз протекает у новорожденных, что обусловлено возникновением тяжело протекающего септического гранулематоза в результате внутриутробного заражения плода. Летальность достигает 50 %.

Распространение болезни носит повсеместный характер. Листериоз животных зарегистрирован в более чем 50 странах мира, где он наносит весьма существенный экономический и эпидемиологический ущерб. Тушу и пораженные внутренние органы направляют на техническую утилизацию. При наличии истощения или дегенеративных изменений в мускулатуре тушу и все внутренности направляют на техническую утилизацию или уничтожают.

Лептоспирозы – острые заболевания человека и многочисленных видов млекопитающих и птиц, вызываемые Leptospira interrogans. Резервуаром в природе и источником инфекции для человека являются животные (лесная мышь, полевка, водяные крысы, землеройки, крысы, собаки, свиньи, крупный рогатый скот и др.), которые переносят заболевание без каких-либо проявлений и длительное время с мочой выделяют лептоспиры. Заражение человека происходит при контакте поврежденной кожи, слизистых оболочек с водой, загрязненной выделениями животных, употреблении этой воды или загрязненных выделениями животных продуктов. Больной человек опасности для окружающих не представляет. В организм человека лептоспиры проникают через малейшие нарушения целостности кожи, слизистые оболочки ротовой полости, носа, глаза, желудочно-кишечного тракта. Попадая в кровь, лептоспиры разносятся в различные ткани и органы. Там происходит их размножение и поражение мышц, особен-

но икроножных, почек с нарушением мочеобразования, печени, эритроцитов (красных кровяных шариков) и нервной системы. После перенесенного заболевания развивается длительная невосприимчивость, но только к определенному возбудителю.

Род Leptospira – факультативно-анаэробные бактерии из отряда Spirochaetales. Клетки нитевидные, спиралевидно извитые, имеют 5–20 мкм в длину и 0,05–0,1 мкм в диаметре. Подвижны, тип движения – вращательно-поступательный.

Лептоспиры культивируют на жидких солевых средах, содержащих нативную сыворотку крови молодых животных и Твин-80, pH = 7,2–7,6, при температуре 30–37 ^{0}C. Рост появляется через неделю или позднее и редко достигает большой плотности, так что его регистрируют микроскопией в темном поле, с помощью которой спирохету можно легко отнести к этому роду.

Различают более 180 сероваров, патогенных для человека, млекопитающих и птиц. Многие лептоспиры способны долгое время выживать в воде. Чувствительны к высыханию, солнечному свету, дезинфектантам, пенициллиновым препаратам.

Меры профилактики:

- охрана источников водоснабжения от загрязнения;
- обеззараживание воды;
- запрещение купания в открытых непроточных водоемах;
- строгий контроль над проводимыми работами по строительству колодцев и водопроводных систем;
- изоляция больных животных;
- использование в пищу только кипяченого молока;
- использование резиновых сапог при работе на заболоченной местности;
- запрет употребления воды из открытых водоемов;
- защита продуктов питания от грызунов.

Микрофлора кормов. Влияние на появление заболеваний у сельскохозяйственных животных

После скашивания растений вследствие механического повреждения их тканей эпифитная, и прежде всего гнилостная, микрофлора, интенсивно размножаясь, проникает в толщу растительных тканей и вызывает их разложение. Именно поэтому продукцию растениеводства (зерно, грубые и сочные корма) от разрушительного действия эпифитной микрофлоры предохраняют различными методами консервирования.

В растениях имеется связанная вода, входящая в состав химических веществ и свободная – капельно-жидкая. Микроорганизмы могут размножаться в растительной массе только при наличии в ней свободной воды.

Наиболее распространенными и доступными методами удаления из продуктов растениеводства свободной воды, а следовательно, их консервирования являются высушивание и силосование.

Высушивание кормов предусматривает удаление из них свободной воды. Микроорганизмы на таких кормах размножаться не могут до тех пор, пока они будут сухими. В свежескошенной неперестоявшей траве воды содержится 70–80 %, а в высушенном сене только 12–16 %. Оставшаяся в сене влага находится в связанном состоянии с органическими веществами и микроорганизмами не используется.

Во время сушки сена теряется около 10 % органических веществ, главным образом при разложении белков и сахаров. Значительные потери сухого вещества происходят в зерне в процессе самосогревания. Этот процесс обусловлен термогенезом – созданием тепла в результате жизнедеятельности микроорганизмов, так как термофильные бактерии используют только 5–10 % энергии потребляемых ими питательных веществ, а остальная энергия в виде тепла выделяется в окружающую их среду – зерно или сено.

Силосование кормов состоит в том, что в заложенной в емкости измельченной зеленой массе интенсивно размножаются молочнокислые микроорганизмы, разлагающие сахара с образованием молочной кислоты, накапливающейся до 1,5–2,5 % к массе силоса. Одновременно размножаются уксуснокислые бактерии, превращающие спирт и другие углеводы в уксусную кислоту, содержание которых достигает 0,4–0,6 % к массе силоса. Молочная и уксусная кислоты являются сильным ядом для гнилостной микрофлоры, поэтому ее размножение прекращается.

В хорошем состоянии силос сохраняется до трех лет, пока в нем содержится не менее 2 % молочной и уксусной кислот, а pH составляет 4–4,2. Если размножение молочнокислых и уксусных бактерий ослабевает, то концентрация кислот снижается. В это время одновременно начинают размножаться дрожжи, плесени, маслянокислые и гнилостные бактерии, именно поэтому силос портится.

Пороки силоса микробного происхождения:

1.Гниение – порок, сопровождающийся значительным самосогреванием. Бурному развитию гнилостных и термофильных микроорганизмов способствует находящийся в силосе воздух. В результате разложения белка силос приобретает гнилостный, аммиачный запах и становится непригодным к скармливанию. Гниение силоса происходит вследствие подавления жизнедеятельности молочнокислых микроорганизмов Er. herbicola, E. coli, Ps. aerogenes. P. vulgaris, B. subtilis, Ps. fluorescens, а также плесневых грибов. Чтобы прекратить их развитие, pH в силосе необходимо снизить до 4,2–4,5.

2. Прогоркание силоса обусловлено накоплением в нем масляной кислоты, обладающей резким горьким вкусом и неприятным запахом. В хо-

рошем силосе масляная кислота отсутствует, в силосе среднего качества ее обнаруживают до 0,2 %, а в непригодном к скармливанию – до 1 %. Возбудители маслянокислого брожения в силосе – Ps. fluorescens, Cl. pasteurianum, Cl. felsineum – способны превращать молочную кислоту в масляную, а также вызывать гнилостный распад белков, что усугубляет их отрицательное действие на качество силоса. Маслянокислое брожение проявляется при медленном развитии молочнокислых бактерий и недостаточном накоплении молочной кислоты при pH выше 4,7. При быстром накоплении молочной кислоты в силосе до 2 % и pH = 4–4,2 маслянокислого брожения не происходит.

3. Перекисание силоса наблюдается при энергичном размножении в нем уксуснокислых, а также гнилостных бактерий, способных продуцировать уксусную кислоту. Уксуснокислые бактерии особенно интенсивно размножаются при наличии в силосе этилового спирта, накапливаемого дрожжами, вызывающими спиртовое брожение. Дрожжи и уксуснокислые бактерии – аэробы, поэтому значительное содержание уксусной кислоты в силосе и, следовательно, его перекисание отмечают при наличии в силосе воздуха.

4. Плесневение силоса происходит при наличии в нем воздуха, что благоприятствует интенсивному развитию плесеней и дрожжей. Эти микроорганизмы всегда обнаруживают на растениях, поэтому при благоприятных условиях начинается их быстрое размножение. Ризосферная и эпифитная микрофлора может играть и негативную роль.

Корма для сельскохозяйственных животных с нарушением технологии их приготовления быстро подвергаются порче и могут стать причиной разных болезней. Определенную опасность представляет спорынья, развивающаяся на вегетирующих растениях и вызывающая заболевание эрготизм. Возбудитель ботулизма Cl. botulinum, попадая в корм с почвой и фекалиями, вызывает у животных тяжелый токсикоз, нередко с летальным исходом.

Чаще всего на вегетирующих растениях и кормах размножаются грибы родов Aspergillus, Penicillium, Mucor, Fusarium, Stachybotrys, способные выделять токсины. Попадая вместе с кормом в организм животного, они вызывают незаразные заболевания – острые или хронические микотоксикозы. Отравление вызывают продукты метаболизма, образующиеся в грибах в период их жизнедеятельности и накапливающиеся в кормах.

Так, при употреблении животными кормов, контаминированных грибами рода Fusarium, отравление нередко заканчивается смертельным исходом (птицы и свиньи – до 100 % , лошади – до 85 %), что связано с поражением органов кроветворения, ЦНС и сердечно-сосудистой системы. Все микотоксикозы характеризуются внезапностью и массовостью, но после изъятия из рациона пораженного корма появление новых больных прекращается.

Методическое обеспечение санитарно-микробиологического контроля пищевой продукции

Пищевые продукты обычно не бывают стерильными, так как полностью освободить их от микроорганизмов и не ухудшить присущие им питательные, вкусовые или другие свойства практически невозможно. Но это и не нужно, потому что естественная и безвредная для человека микрофлора пищи является одновременно и естественной биологической защитой ее от нежелательных микроорганизмов. Вместе с тем она, представляя сложный биоценоз, в котором могут преобладать отдельные виды и группы микроорганизмов, играет свою роль и по-своему влияет на качество пищевых продуктов.

Обычно в подавляющем большинстве случаев в пищевых продуктах выявляются микроорганизмы, используемые при их приготовлении. Кроме того, там могут оставаться и микроорганизмы, находившиеся в исходном растительном или животноводческом сырье, а также попавшие в продукт в процессе его переработки, изготовления, хранения, транспортировки и реализации. Нарушения этих режимов и санитарно-гигиенических условий могут направить развитие микробного ценоза по такому пути, который приведет к потере пищевыми продуктами товарных свойств и порче, а также будет способствовать их поражению возбудителями пищевых отравлений и заболеваний.

Представление о микрофлоре пищевых продуктов может дать количественное и качественное исследование их общей микробной популяции. Но при этом необходимо учитывать, что оценка роли конкретного вида микроорганизма в популяции должна даваться после всестороннего изучения составляющих биоценоза в совокупности с анализом качества самих продуктов. Так, в некоторых случаях фекальный стрептококк может быть виновником пищевой токсикоинфекции, хотя в ряде технологических процессов отдельные виды энтерококков применяются для приготовления диетической простокваши, сыра «чеддер», лактобациллина; а широко используемые в пищевой промышленности молочнокислые бактерии могут явиться причиной порчи мяса, вина, пива.

В некоторых случаях возникает необходимость выявить наличие в пищевом продукте технологической микрофлоры (участвующей в технологическом процессе). Так, анализ свежести кисломолочных продуктов осуществляется путем микроскопии мазков из хорошо гомогенизированной пробы, окрашенных метиленовым синим. Применение комбинированного фиксатора позволяет сократить этот процесс. При микроскопии кисломолочных продуктов констатируют наличие молочнокислых бактерий, кефирных зерен или выявляют присутствие посторонних дрожжей, обрывков мицелия и других, не свойственных продукту микроорганизмов. Если в приготовленном мазке видна только технологическая микрофлора, то

продукт считается доброкачественным. Если же кроме этого имеются посторонние включения, то исследуемый молочнокислый продукт определяется как несвежий.

Эпидемиологическая характеристика продуктов и их безопасность оцениваются по двум основным показателям. Наиболее простым методом определения потенциальной эпидемической опасности объектов является их исследование на наличие и степень обсемененности санитарно-показательными микроорганизмами. Более точным, но и более трудоемким считается прямое выявление патогенных микроорганизмов, что используется, например, в процессе первичной переработки скота, в ряде анализов молока, мяса и продуктов из них, при санитарно-технологическом контроле консервного производства, а также при эпидемиологических показаниях.

Микробиологический анализ, играя важную роль в оценке качества пищевых продуктов, представляет собой одну из частей их товарной и технологической характеристики и может преследовать три основные цели:

- контроль производственных и технологических процессов с оценкой санитарно-гигиенических условий их проведения;
- контроль технологических условий хранения и оценка санитарных условий транспортировки и реализации;
- контроль обеспечения эпидемической безопасности пищевых продуктов.

При этом следует отметить, что сама по себе идея санитарно-бактериологического контроля продуктов появилась в связи с организацией надзора за качеством пастеризованного молока и, пройдя ряд этапов развития, оформилась в систему санитарно-микробиологического нормирования и контроля подавляющего большинства пищевых продуктов.

Методические особенности изучения общей микрофлоры пищевых продуктов определяются как характером и свойствами последних, так и задачами, стоящими перед анализом. В некоторых случаях целью анализа может быть только количественная характеристика микробоценоза, обсеменившего продукт питания. Чаще всего такой вид анализа требуется при плановой проверке. Качественный санитарно-микробиологический анализ проводится с целью идентификации возбудителя инфекции.

Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов имеют особое значение для общества, заботящегося о своих гражданах. Пищевые продукты – благоприятная среда обитания для многих микроорганизмов, в том числе патогенных, так как в них, в отличие от объектов окружающей среды, они способны размножаться и, попав в организм человека, вызывать быстрое развитие инфекционных заболеваний. В связи с этим разработаны и с 24 октября 1996 г. действуют на территории РФ новые правила, обеспечивающие полное со-

блюдение требований гигиенической сертификации к качеству продовольственного сырья и пищевой продукции.

Эти требования включают в себя гигиенические нормативы и по микробиологическим показателям. При оценке качества пищевых продуктов исследуется развитие следующих групп микроорганизмов:

- санитарно-показательные, к которым относятся мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы (МАФАнМ), бактерии группы кишечных палочек – БГКП (колиформы), бактерии семейства Enterobacteriaceae, энтерококки;
- условно-патогенные микроорганизмы, к которым относятся E. coli, S. aureus, бактерии рода Proteus, B. cereus и сульфитредуцирующие клостридии, Vibrio parahaemolyticus;
- патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы и Listeria monocytogenes, бактерии рода Yersinia;
- микроорганизмы порчи – дрожжи и плесневые грибы, молочнокислые микроорганизмы;
- микроорганизмы заквасочной микрофлоры и пробиотические микроорганизмы (молочнокислые микроорганизмы, пропионовокислые микроорганизмы, дрожжи, бифидобактерии, ацидофильные бактерии и др.) – в продуктах с нормируемым уровнем биотехнологической микрофлоры и в пробиотических продуктах.

Определение мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (бактерий, дрожжей и плесневых грибов) осуществляют по ГОСТ 10444.15-94 методами посева в агаризованные питательные среды и наиболее вероятного числа (НВЧ). Метод определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) посевом в агаризованные питательные среды предназначен для пищевых продуктов, содержащих в 1 г твердого продукта более 150 или в 1 $см^3$ жидкого продукта более 15 колониеобразующих единиц (КОЕ) мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. Метод основан на высеве продукта или разведения навески продукта в питательную среду, инкубировании посевов, подсчете выросших видимых колоний.

При определении КМАФАнМ этим методом из продукта и (или) из каждого соответствующего разведения по 1 $см^3$ высевают в две параллельные чашки Петри. Посевы заливают по ГОСТ 26670 одной из питательных сред (глюкозо-триптонный агар, мясо (рыбо)-пептонный агар, мясо (рыбо)-пептонный агар с глюкозой и др.) Нормативные и технические документы на питательные среды, предназначенные для контроля микробиологических показателей безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов, подлежат санитарно-эпидемиологической экспертизе в установленном порядке. Если ожидают ползучий рост микроорганизмов из родов Bacillus и Proteus, посевы заливают по ГОСТ 26670 вторым слоем питательной среды

или голодного агара (~4 $см^3$). Посевы инкубируют при температуре 30±1 ^{0}С в течение 72±3 ч в аэробных условиях. После инкубирования посевов подсчитывают количество колоний, выросших на чашках Петри. Для подсчета отбирают чашки, на которых выросло 15–300 колоний. Результаты подсчета количества колоний пересчитывают согласно ГОСТ 26670. При необходимости из выросших колоний готовят мазки, окрашивают по Граму, микроскопируют и определяют наличие каталазы.

Метод определения НВЧ мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов предназначен для пищевых продуктов, содержащих в 1 г твердого продукта менее 150 или в 1 $см^3$ жидкого продукта менее 15 КОЕ этих микроорганизмов. Сущность метода – в высеве продукта и (или) разведений навески продукта в жидкую питательную среду, инкубировании посевов, учете видимых признаков роста микроорганизмов, пересеве, при необходимости, культуральной жидкости на агаризованные питательные среды для подтверждения роста микроорганизмов, подсчете их количества с помощью таблицы НВЧ (ГОСТ 26670).

При определении КМАФАнМ по методу НВЧ высевают три последовательные навески продукта и (или) его разведения, отличающиеся по количеству высеваемого продукта в 10 раз. Каждую навеску продукта и (или) его разведения в трехкратной повторности высевают в пробирки или колбы с одной из жидких питательных сред, приготовленных идентично агаризованным, но без внесения агара (например вместо мясо (рыбо)-пептонного агара применяют мясо (рыбо)-пептонный бульон). Посевы инкубируют идентично первому методу. В средах отмечают наличие или отсутствие видимых признаков роста (газообразование, появление мути, осадок). Если рост микроорганизмов выражен недостаточно четко, проводят микроскопирование посевов методом раздавленной или висячей капли с одновременным подтверждением возможности роста микроорганизмов путем пересева культуральной жидкости внутрь или на одну из агаризованных сред. Из выросших колоний, как и в первом случае, готовят мазки, окрашивают по Граму, микроскопируют и определяют наличие каталазы.

К колиформным бактериям относят аэробные и факультативно-анаэробные не образующие спор Грам$^-$ палочки, сбраживающие лактозу с образованием кислоты и газа. Колиформы определяют по ГОСТ Р 50474-93 тремя методами: метод НВЧ и методы посева в (или на) агаризованные селективно-диагностические среды. Для проведения испытаний применяют среды: агар лактозный с бриллиантовым зеленым и феноловым красным, бульон лактозный с бриллиантовым зеленым и желчью, бульон Мак-Конки, среда Кесслера, среда Эндо. Посевы на агаризованных и жидких средах инкубируют при температуре 36±1 ^{0}С в течение 24–48 ч. Положительными считают посевы в жидкие среды, в которых имеет место интенсивный рост микроорганизмов, проявляющийся в помутнении среды, образовании газа, подкислении среды (изменении цвета). На агаризованных

средах отмечают рост характерных колоний. Так, на среде Эндо колиформы образуют бледно-розовые или красные с металлическим блеском колонии.

Выявление всех микроорганизмов, входящих в состав микрофлоры того или иного продукта, – задача исключительно трудная. В то же время лабораториями Госсанэпиднадзора РФ помимо приведенных выше показателей в пищевых продуктах в обязательном порядке определяются условно-патогенные микроорганизмы – E. coli (ГОСТ 30726-2001), S. aureus (ГОСТ 10444.2-94), B. cereus (ГОСТ 10444.8-88), бактерии рода Proteus (ГОСТ 28560-90), сульфитредуцирующие клостридии (ГОСТ 29185-91); патогенные – бактерии рода Salmonella (ГОСТ Р 50480-93) и Licteria monocytogenes (ГОСТ Р51921-2002), а также микроорганизмы порчи – дрожжи, плесневые грибы (ГОСТ 10444.12-88).

Регламентирование по показателям микробиологического качества и безопасности пищевого сырья и продуктов питания осуществляется для большинства групп микроорганизмов по альтернативному принципу, то есть нормируется масса продукта, в которой не допускаются БГКП, большинство условно-патогенных микроорганизмов, а также патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы и листерии. В других случаях разработанный норматив отражает количество колониеобразующих единиц в 1 г (мл) продукта (КОЕ/г, мл).

Если в гигиенических нормативах для пищевых продуктов массового потребления не указаны ограничения по микробиологическим показателям, следует помнить, что в таких продуктах патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, не допускаются в 25 г.

Во всех видах доброкачественной рыбной продукции патогенный микроорганизм Vibrio parahaemolyticus не допускается в количестве более 10 КОЕ/г, а контроль по этому показателю проводится при общем эпидемиологическом неблагополучии региона. В салатах и смесях из сырых овощей, готовых к употреблению, наличие бактерий рода Yersinia не допускается в 25 г продукта, а контроль за этим показателем также осуществляется в случае неблагоприятной эпидемиологической обстановки.

При получении неудовлетворительных результатов хотя бы по одному из микробиологических показателей проводят повторный анализ удвоенного объема выборки, взятого из той же партии. Результаты повторного анализа распространяются на всю партию.

Помимо того что в пищевых продуктах не допускается наличие патогенных микроорганизмов и их токсинов, вызывающих инфекционные и паразитарные болезни или представляющих опасность для здоровья человека и животных, в мясе и мясных продуктах не допускается наличие возбудителей паразитарных болезней: финн (цистицерков), личинок трихинелл и эхинококков, цист, саркоцист и токсоплазм; в рыбе, ракообразных, моллюсках, земноводных, пресмыкающихся и продуктах их переработки –

живых личинок паразитов, опасных для здоровья человека; в свежих и свежезамороженных зелени, овощах, фруктах и ягодах – яиц гельминтов и цист кишечных патогенных простейших. При этом гигиенические нормативы по паразитологическим показателям безопасности питьевой воды определяются в соответствии с гигиеническими нормативами, установленными для воды централизованных систем питьевого водоснабжения.

Микробиологические показатели качества пищевой продукции являются лишь частью полномасштабного санитарного обследования, проводимого специализированными лабораториями и заключающегося в оценке практически всех свойств продуктов питания: органолептических, физико-химических и биологических, дающих наиболее полное представление о их состоянии.

Органолептические свойства пищевых продуктов определяются показателями вкуса, цвета, запаха и консистенции, характерными для каждого вида продукции, и должны удовлетворять традиционно сложившимся вкусам и привычкам населения. Органолептические свойства пищевых продуктов не должны изменяться при их хранении, транспортировке и в процессе реализации. Кроме того, пищевые продукты не должны иметь посторонних запахов, привкусов, включений, отличаться по цвету и консистенции, присущих данному виду продукта.

Определение показателей безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов смешанного состава, в том числе биологически активных добавок к пище, производится по основным видам сырья как по массовой доле, так и по допустимым уровням нормируемых контаминантов.

В пищевых продуктах контролируется содержание основных химических загрязнителей, представляющих опасность для здоровья человека.

Гигиенические требования к допустимому уровню содержания токсичных элементов предъявляются ко всем видам продовольственного сырья и пищевых продуктов. Содержание микотоксинов – афлатоксина В1, дезоксиниваленола (вомитоксина), зеараленона, Т-2-токсина, патулина – контролируется в продовольственном сырье и пищевых продуктах растительного происхождения, афлатоксина М1 – в молоке и молочных продуктах. Основными загрязнителями являются: для зерновых продуктов – дезоксиниваленол; для орехов и семян масличных – афлатоксин В1; для продуктов переработки фруктов и овощей – патулин. В продуктах детского и диетического питания присутствие микотоксинов не допускается. Во всех видах продовольственного сырья и пищевых продуктов контролируются пестициды: гексахлорциклогексан (альфа-, бета-, гамма-изомеры), ДДТ и его метаболиты; в зерне и продуктах переработки – также ртутьорганические пестициды, 2,4-Д-кислота, ее соли и эфиры; в рыбе и продуктах переработки – 2,4-Д-кислота, ее соли и эфиры, полихлорированные бифенилы. Контроль содержания бенз(а)пирена осуществляется в зерне, копченых

мясных и рыбных продуктах. В продуктах детского и диетического питания присутствие бенз(а)пирена не допускается.

В продуктах животного происхождения контролируются остаточные количества стимуляторов роста животных (в том числе гормональных препаратов), лекарственных средств (в том числе антибиотиков), применяемых в животноводстве для целей откорма, лечения и профилактики заболеваний скота и птицы. В мясе, мясопродуктах, субпродуктах убойного скота и птицы контролируются как допущенные к применению в сельском хозяйстве кормовые антибиотики – гризин, бацитрацин, так и лечебные антибиотики, наиболее часто используемые в ветеринарии, – антибиотики тетрациклиновой группы, левомицетин. В молоке и молочных продуктах контролируются пенициллин, стрептомицин, антибиотики тетрациклиновой группы, левомицетин; в яйцах и яйцепродуктах – бацитрацин, антибиотики тетрациклиновой группы, стрептомицин, левомицетин. Контроль содержания стимуляторов роста животных (в том числе гормональных препаратов), лекарственных средств (в том числе антибиотиков), препаратов, применяемых в животноводстве для целей откорма, лечения и профилактики заболеваний скота и птицы, основывается на информации, представляемой изготовителем (поставщиком) продукции, об их использовании при ее изготовлении и хранении.

В отдельных пищевых продуктах контролируется содержание азотсодержащих соединений: гистамина – в рыбе семейств лососевых и скумбриевых (в том числе группа тунцовых); нитратов – в плодоовощной продукции; N-нитрозаминов – в рыбе и рыбопродуктах, мясных продуктах и пивоваренном солоде. В жировых продуктах контролируются показатели окислительной порчи: кислотное число и перекисное число. Практически во всех пищевых продуктах контролируются гигиенические нормативы содержания естественных радионуклидов цезия-137 и стронция-90.

Следует помнить, что пищевые продукты должны удовлетворять физиологические потребности человека в необходимых веществах и энергии, отвечать предъявляемым к пищевым продуктам требованиям в части органолептических и физико-химических показателей и соответствовать установленным нормативными документами требованиям к допустимому содержанию химических, радиологических, биологических веществ и их соединений, микроорганизмов и других биологических организмов, представляющих опасность для здоровья нынешнего и будущих поколений.

В связи с этим изготовляемые, ввозимые и находящиеся в обороте на территории РФ пищевые продукты по безопасности и пищевой ценности должны соответствовать санитарным правилам. Изготовление новых пищевых продуктов на территории нашей страны, ввоз пищевых продуктов на ее территорию, осуществляемый впервые, допускается только после их государственной регистрации в установленном порядке.

Для продовольственного сырья растительного происхождения обязательны информация о пестицидах, использованных при возделывании сельскохозяйственных культур, фумигации помещений и тары для их хранения, для борьбы с вредителями продовольственных запасов, а также дата последней обработки ими.

Для продовольственного сырья животного происхождения обязательна информация об использовании (или отсутствии такового) пестицидов для борьбы с эктопаразитами или заболеваниями животных и птицы, для обработки животноводческих и птицеводческих помещений, прудовых хозяйств и водоемов для воспроизводства рыбы с указанием наименования пестицида и конечной даты его использования.

Для отдельных видов пищевых продуктов (продукты детского, диетического и специализированного питания, пищевые добавки, биологически активные добавки к пище, пищевые продукты из генетически модифицированных источников и др.) указываются:

- область применения (для продуктов детского, диетического и специализированного питания, пищевых добавок, биологически активных добавок к пище);
- наименование ингредиентов, входящих в состав пищевого продукта, пищевые добавки, микробные культуры, закваски и вещества, используемые для обогащения пищевых продуктов; в биологически активных добавках к пище и обогащенных продуктах для биологически активных компонентов указывают также проценты от суточной физиологической потребности, если такая потребность установлена;
- рекомендации по использованию, применению, противопоказания к их использованию при необходимости;
- для биологически активных добавок к пище обязательна информация: «Не является лекарством»;
- для пищевых продуктов из генетически модифицированных источников обязательна информация: «генетически модифицированная продукция», или «продукция, полученная из генетически модифицированных источников», или «продукция содержит компоненты из генетически модифицированных источников» (для пищевых продуктов, содержащих более 5 % таких компонентов);
- информация о государственной регистрации.

Пищевые продукты, содержащие кормовые добавки, стимуляторы роста животных (в том числе гормональные препараты), лекарственные средства, пестициды, агрохимикаты, не прошедшие санитарно-эпидемиологическую экспертизу и государственную регистрацию в установленном порядке, не подлежат ввозу, изготовлению и обороту на территории РФ. Их утилизация или уничтожение осуществляются в установленном порядке.

Для проведения лабораторных исследований и испытаний показателей качества и безопасности пищевых продуктов допускаются метрологически аттестованные методики, соответствующие требованиям обеспечения единства измерений и характеристикам погрешности измерений, способам использования при испытаниях образцов продукции и контроля их параметров, а также методики, соответствующие указанным требованиям и утвержденные в установленном порядке.

Санитарно-гигиеническое состояние мяса и исследование его качества

Общие сведения о мясе как об одном из важнейших продуктов питания

Мясо сельскохозяйственных животных обычно представлено тушами, полутушами и частями туш. Мясо – это совокупность скелетной мускулатуры, костей, соединительной, жировой и нервной ткани с включениями лимфатических узлов, лимфы и крови животного. Наиболее ценная часть мяса – мышечная ткань, количество которой колеблется в туше от 50 до 64 %. Костей в мясе в среднем содержится от 15 до 20 %, в тощем – до 35 %.

Химический состав мяса по содержанию белка приблизительно одинаков, в то же время по содержанию жира наблюдаются существенные расхождения (табл. 9). В нем почти нет углеводов, так как большая их часть превращена в молочную кислоту. В мясе содержатся витамины и минеральные вещества (от 0,8 до 1,8 %). При этом минеральные вещества состоят в основном из фосфатов Ca, Mg и K. Кроме того, в составе мяса обнаруживается NaCl.

Таблица 9. Химический состав и калорийность мяса у различных видов животных, %

Вид мяса	Белки	Жиры	Калорийность
Говядина	19	9,45	165
Баранина	15	17,1	220
Свинина	14,4	81,0	234
Кролик	18,2	7,5	144

При химическом анализе мышечной ткани было выделено и описано более 80 различных веществ, среди которых белки составляют 20 %. Основные белки мышц – миогены и миозины. Миозины легко вступают во взаимодействие с большим количеством органических и неорганических веществ, образуя биокомплексы, способные увеличивать питательность и

качество мяса. Важное свойство миозинов – способность расщеплять АТФ и тем самым обеспечивать непрерывность реакций метаболизма в организме животного.

Мясо относится к скоропортящимся продуктам, поэтому сроки его хранения ограничены. Замороженное мясо (говядину, баранину) можно сохранить в течение года при -18 ^{0}С, свинину при такой температуре рекомендуется хранить в течение 6 месяцев.

Мясо является хорошей средой для размножения различных микроорганизмов. Контаминация мяса, в том числе патогенными микроорганизмами, может произойти как при жизни животного (эндогенное обсеменение), так и во время убоя, разделки, транспортировки и хранения (экзогенное обсеменение), поэтому во всех случаях необходимо соблюдать санитарно-гигиенические правила хранения и транспортирования мяса.

При поступлении мяса на мясокомбинаты в зависимости от степени его загрязнения может быть применена сухая или влажная обработка. При влажной обработке, когда обмывание туш производится водой под давлением, можно удалить более 90 % микробов, но происходит разрыхление подкожной клетчатки и загрязнение более глубоких слоев (тканей) мяса, вследствие чего его сохранность понижается. На этом основании использование воды при обработке мясных туш ограничено.

Факторы, способствующие развитию микроорганизмов и разрушению тканей мяса

Даже после качественной и своевременной обработки мяса на нем нередко обнаруживается большое количество самых разнообразных представителей микрофлоры, в том числе Escherichia coli, Proteus vulgaris, аммонифицирующие микроорганизмы, клостридии, споры плесневых грибов. Микроорганизмы проникают вглубь тканей вдоль фасций, костей, кровеносных сосудов и, развиваясь в них, вызывают порчу мяса. Дальнейшее размножение микроорганизмов в мясе зависит от различных физико-химических факторов.

1. Влияние температуры. При хранении мяса при 18–20 ^{0}С в течение суток микроорганизмы проникают в его глубину на 2–3 см, а при 37 ^{0}С распространяются уже по всей его толще, что сопровождается развитием возбудителей инфекционных заболеваний, в том числе сальмонелл. В охлажденном мясе температура глубоких слоев достигает 0–4 ^{0}С, поэтому в нем преимущественно развиваются психрофилы, но длительное время сохраняют жизнеспособность сальмонеллы, токсигенные стафилококки и другие представители патогенных и токсигенных мезофилов. Поэтому рекомендуемый ГОСТ 779-87 срок хранения охлажденного мяса при температуре -1 ^{0}С невысок – не более 16 суток.

2. Роль влаги. Во время транспортировки и хранения мяса необходимо строго соблюдать температурно-влажностный режим (температура воздуха 0…-1^{0}С, влажность 90 %). При таком режиме на охлажденном мясе наиболее активно размножаются бактерии рода Pseudomonas, и именно они при хранении мяса сверх допустимого срока становятся возбудителями порчи. В условиях, не благоприятных для развития психрофильных аэробных бактерий (пониженная влажность и более низкая температура хранения), наблюдается активный рост плесневых грибов и аэробных дрожжей, которые имеют более низкие температурные пределы роста и менее требовательны к влажности.

3. Влияние осмотического давления. Имеющиеся среди микроорганизмов галофилы могут развиваться как в соленом мясе, так и в рассоле, легко выдерживая 15 %-ную концентрацию NaCl. К наиболее солестойким представителям микрофлоры относятся микроскопические грибы (плесени), дрожжи и некоторые патогенные микроорганизмы.

4. Значение реакции среды. Показатель уровня кислотности (pH) мяса зависит от количества гликогена и образуемой из него молочной кислоты. После убоя животного pH свежего мяса дает слабощелочную реакцию, составляя 7,1–7,2. При хранении мяса гликоген мышечной ткани расщепляется до молочной кислоты, АТФ распадается на АДФ + монофосфат. В результате этого мясо приобретает кислую реакцию (pH = 5,5–5,8). При повышении кислотности происходят денатурация белков, разрыхление мышечной ткани, образование веществ, обуславливающих вкус и аромат созревшего мяса. В кислой среде развития гнилостных микробов не происходит. При уменьшении кислотности к концу четвертых суток pH мяса восстанавливается до слабощелочной реакции. В результате может начаться гнилостный процесс, если не принять соответствующих специальных мер, направленных на его сохранение.

Пороки мяса и общее описание отравлений, вызываемых некачественным мясом

Наиболее распространенными пороками мяса являются гниение, закисание, плесневение, пигментация, свечение, ослизнение.

1. Гниение мяса (распад белков). Этот вид порока вызывается действием как аэробных, так и анаэробных микроорганизмов и представляет собою многостадийный процесс разложения белковых и других азотсодержащих веществ. Многостадийность процесса обусловлена неодинаковой ферментативной активностью гнилостной микрофлоры по отношению к различным веществам, в результате чего появляющиеся при распаде белков аминокислоты при дезаминировании и декарбоксилировании образуют летучие жирные кислоты или амины, большинство из которых не только обладает дурным запахом, но и ядовиты.

Высокотоксичными для человека являются и образующиеся при гниении мяса птомаины (органические основания). Среди аэробов, наиболее эффективно разлагающих белки мяса, выделяют B. pyocyaneum, B. mesentericus, B. subtilis, стафилококки и стрептококки, а из анаэробов – Cl. perfringens, Cl. sporogenes, Cl. putrificum и других представителей рода. Образующиеся аминокислоты активно ралагают B. faecalis alcaligenes, B. aminoliticus, E. coli и др. В процессах гниения мяса участвуют и плесневые грибы.

Подвергшееся этому виду порчи мясо в зависимости от органолептических, физико-химических и бактериологических показателей после проварки допускается на кормовые цели (в корм пушным зверям) или подвергается технической утилизации.

2. Закисание (кислотное брожение). Чаще всего этот вид порчи мяса наблюдается в мясных продуктах, богатых гликогеном, в том числе в печени, превращаясь в молочную кислоту. Мясо приобретает кислый вкус, бледно-серую окраску и мягкую консистенцию. Образующаяся кислота создает благоприятные условия для развития плесневых грибов, психрофильных лактобактерий, дрожжей. Продукты жизнедеятельности последних – NH_3 и азотистые основания, которые нейтрализуют среду и тем самым способствуют развитию гнилостных микроорганизмов.

3. Плесневение. Вызывается плесневыми грибами родов Mucor, Aspergillus, Penicillium и др. Грибы плохо развиваются при -10 ^{0}C и ниже. С целью профилактики плесневения необходимо проводить дезинфекцию холодильных камер, способствующую уничтожению спор, а мясо рекомендуется хранить в замороженном виде при низкой влажности и при недостатке O_2.

4. Загар. Появляется в результате развития ферментативных процессов, иногда приводящих к тому, что мясо становится непригодным к употреблению. При этом в тканях накапливаются H_2S, масляная кислота и другие дурно пахнущие вещества. В связи с этим мясо приобретает дряблую консистенцию, а его цвет становится серовато-коричневым. Оценка пригодности такого мяса зависит от степени загара. С этой целью мясо в виде небольших кусков развешивают в холодильной камере с интенсивной циркуляцией воздуха и, если через 24 ч неприятный запах не исчезает, его считают непригодным в пищу.

5. Пигментация – это развитие на поверхности мяса бактерий, образующих пигменты. Мясо приобретает красный цвет при развитии Serratia marcescens, желтый – Sarcina flava, синий – Pseudomonas aeruginosa, зеленый – Pseudomonas fluorescens. Пигментированное мясо может употребляться в пищу при удалении с его поверхности пигментных пятен.

6. Свечение. Этот вид порчи вызывается фотобактериями (неспорообразующими Грам$^-$ и Грам$^+$ палочками, кокками и вибрионами), попадающими в мясо с рыбы и рыбопродуктов при их совместном хранении.

Фотобактерии не вызывают изменений мяса, так как используют энергию солнца, а не органических соединений, поэтому служат показателем свежести продукта - с появлением гнилостных микроорганизмов их жизнедеятельность обычно прекращается.

7. Ослизнение – процесс порчи мяса, связанный с развитием микроорганизмов, способных образовывать слизь: молочнокислых бактерий, дрожжей, микрококков. Причины порчи: недостаточное охлаждение туш, хранение при повышенной влажности и при температуре 16–25 ^{0}С.

Способы консервирования мяса

Физические способы:

1. Консервирование мяса низкой температурой. Замораживание мяса целесообразно осуществлять при использовании поваренной соли. В этом случае понижение температуры происходит при добавлении в лед NaCl, в количестве, не превышающем 33 % (такое количество NaCl дает холод -20 ^{0}С), при повышении концентрации NaCl (более33 %) понижения температуры не наблюдается, так как развивается эффект буферности.

Наиболее чувствительны к понижению температуры патогенные микроорганизмы: при температуре ниже 10 ^{0}С они вообще не развиваются. При низкой температуре (- 1...-5 ^{0}С) на поверхности мяса могут развиваться некоторые микроорганизмы, в том числе плесневые грибы, что связано с тем, что они обладают высокой сосущей силой, позволяющей им извлекать воду даже изо льда. Так, листерии способны размножаться при температуре 0,5 ^{0}С.

Развитие микроорганизмов в мясе прекращается при температуре -10…-12 ^{0}С, что позволяет сохранить его практически неограниченное время без признаков порчи. При этом стерилизации мяса все равно не происходит, в нем лишь замедляются микробные процессы (при этом часть микроорганизмов переходит в споровую форму существования).

Следует учесть, что лучшим способом размораживания мяса, максимально позволяющем вернуть ему первоначальные органолептические и физико-химические свойства, считается быстрый способ, осуществляемый в течение 24–36 ч, при температуре 15–20 ^{0}С в специальных камерах, оборудованных системой приборов отопления, циркуляции и кондиционирования. Существуют и другие способы размораживания мяса: медленный, в воздушной среде при температуре 0–4 ^{0}С; быстрый, в паровоздушной среде при температуре 25–40 ^{0}С в течение 5–7 ч, а также размораживание в воде в течение 10–15 ч.

2. Консервирование мяса высокой температурой. Осуществляют путем стерилизации в автоклавах при температуре 112–120 ^{0}С. Имеющиеся на каждом автоклаве контрольно-регистрирующие приборы фиксируют все данные о режиме стерилизации. На термограммах указывается фами-

лия ответственного за стерилизацию. Термограммы сохраняют в течение 5 лет. Для контроля стерилизации консервы помещают в термостатирующую камеру на 10 дней (при t = 37 ^{0}С). При наличии возбудителей происходит бомбаж. Различают 3 типа бомбажа:

- физический, который происходит в результате нагревания продукта, при охлаждении банок обычно исчезает;
- химический (или водородный) – результат взаимодействия содержимого банки с металлом, что сопровождается образованием H_2;
- микробиологический, являющийся результатом жизнедеятельности чаще всего анаэробных микроорганизмов, выделяющих газы, а также спор аэробов (B. subtilis, B. mesentericus, B. megatherium) и термофильных кокков. Под влиянием проросших спор изменяется консистенция содержимого банок, вследствие чего развиваются протеолитические аэробы. В герметично укупоренных банках развиваются только анаэробы, среди которых самым опасным считается Cl. botulinum, чаще обнаруживаемый в растительных и рыбных консервах, реже – в мясных. Банки консервов, в которых обнаружен ботулинический токсин, уничтожают или перерабатывают на технические цели.

Бомбаж может произойти и позже: при хранении консервов в результате прорастания спор микроорганизмов.

3. Сушка. Существуют различные способы сушки, но наиболее совершенным из них является *сублимация* (обезвоживание мяса под вакуумом, вследствие чего лед переходит в парообразное состояние, минуя жидкую фазу). Сублимацию производят в специальной камере – сублиматоре, состоящей из сушильной камеры со стеллажами для размещения продуктов, холодильной системы, вакуум-насоса, конденсатора, предназначенного для удаления и концентрирования водяного пара. При достижении продуктом 25–30 %-ной влажности прекращается развитие микроорганизмов. Сублимационную сушку заканчивают после установления в мясопродуктах 2–3 %-ной влажности.

Восстановление сублимированного мяса проводят как горячей, так и холодной водой. Обычно в течение 20 минут высушенные продукты восстанавливают свои первоначальные свойства, при этом в них почти полностью сохраняются витамины, ферменты, незаменимые аминокислоты.

4. Ультрафиолетовое облучение (УФО). Осуществляют с помощью ламп БУВ-15 и БУВ-30. Лучший режим работы – 20–25 ^{0}С, расстояние от лампы до продукта – 0,5–3,5 м. Мясо после облучения ультрафиолетом сохраняют 12 суток при температуре 17 ^{0}С. Кроме консервирующего действия УФО способствует ускорению процесса созревания мяса, а также обеззараживанию воздуха в производственных помещениях, снижению обсемененности воды, рассолов, специй и др.

Наряду с УФО исследуют возможность применения с целью консервирования мяса и мясопродуктов ионизирующего и инфракрасного облучения, электроконтактного и сверхвысокочастотного нагрева.

Химические способы:

1. Посол. Способ основан на свойствах NaCl повышать осмотическое давление, провоцировать эффект плазмолиза и тем самым ингибировать микробные процессы. В состав рассола помимо NaCl могут использоваться нитраты, фосфаты, глютаминат и аскорбинат натрия и сахар.

Так, нитраты в количестве не более 5 г/100 г мяса добавляют в рассол для придания мясу красного цвета и усиления консервирующего действия NaCl. Аскорбинат натрия также придает мясу подобные свойства, при этом он способен улучшить вкус и аромат ветчинных изделий. Сахар улучшает жизнедеятельность молочнокислых бактерий, увеличивающих количество молочной кислоты. Соли фосфорной кислоты применяют с целью увеличения выхода готовой продукции, так как способствуют увеличению влагоемкости мяса. Глютаминат натрия чаще всего используется для улучшения качества мороженой свинины, которая при хранении достаточно быстро теряет присущие ей свойства.

В целом вводимые в состав мясного рассола вещества создают неблагоприятные условия для аммонификаторов – микроорганизмов, разлагающих высокомолекулярные N-содержащие соединения, в том числе, простые и сложные белки.

Отметим, что посол мяса осуществляют, используя сухой, мокрый и смешанный методы. Сухой посол применяют в отношении мясопродуктов, содержащих большое количество жира. Так, посол шпика проводят в ящиках, на дно которых насыпают 1–1,5 см NaCl. Шпик укладывают шкуркой вниз, пересыпая каждый ряд солью. Продолжительность посола 14–16 суток при температуре в помещении 4–5 ^{0}С.

Мокрый посол заключается в помещении мяса в крепкий (22,5–24,7 %) или слабый (18,0–40,4 %) рассол NaCl. Преимущества способа: быстрота приготовления солонины и равномерность распределения соли в продукте; недостатки: повышение потерь белков и фосфатов, высокая влажность, влекущие за собою недостаточную стойкость солонины при хранении.

Смешанный посол сочетает в себе два первых вида посола. Применяют для получения солонины с длительным сроком хранения и при изготовлении свинокопченостей. Куски мяса сначала натирают солью, а через 3–4 дня заливают таким же рассолом, как при мокром посоле.

Правильно просоленное мясо (солонина) с поверхности чистое, без слизи и плесеней, имеет темно-красный или ярко-красный цвет. Рассол доброкачественной солонины прозрачного красного цвета, ароматный, без пены. В то же время поверхность несвежей солонины ослизнена и иногда

покрыта плесенью, а рассол – мутный, буро-красного цвета, пенистый, обладающий неприятным запахом.

2. Копчение. Кроме обезвоживания, мясо при копчении подвергается воздействию продуктов сухой перегонки древесины (фенола, крезола, скипидара, древесного спирта, формальдегида, смолы, муравьиной, уксусной и пропионовой кислот и др.). Наиболее чувствительны к дыму Грам$^-$ бактерии, наименьшей чувствительностью обладают плесневые грибы, стафилококки и споры бацилл и клостридий.

Мясо коптят горячим и холодным способами. Горячий способ, осуществляемый при температуре 43–53 ^{0}С, применяют при копчении нежирных продуктов. Наиболее эффективно холодное копчение, применяемое для жирных мясопродуктов и осуществляемое при 18–22 ^{0}С в течение 3–7 суток. Консервирующие вещества за этот период глубоко проникают в толщу мяса. При копчении мясопродуктов важно учитывать качество дыма. Так, лучшее качество достигается при использовании сырых и твердых пород деревьев, особенно дуба или ольхи. Для этой цели малопригодна береза и совсем непригодны ель и сосна.

Так как некоторые возбудители заболеваний человека (например, возбудитель туберкулеза) под действием сухой перегонки дерева (копчения) не погибают, копчению следует подвергать лишь мясо здоровых животных. Бактерицидное действие и скорость проникновения в продукт коптильных веществ зависят от температуры и влажности воздуха. При повышенной температуре и пониженной влажности коптильные вещества активнее проникают в мясопродукты, поэтому они быстро обезвоживаются. В результате этого на поверхности мяса образуется корочка, устойчивая к воздействию микроорганизмов.

3. Использование газовой среды. Существует способ сохранения мяса в специальных герметических камерах в атмосфере CO_2. Концентрация CO_2 10–20 % в среде обитания микроорганизмов угнетает жизнедеятельность многих из них даже в глубоких слоях мяса. При этом замедляется окисление жиров.

Этот вид консервирования получил ограниченное использование не только из-за необходимости иметь специальное оборудование – дорогостоящие герметические камеры, но еще и потому, что в этом случае следует четко придерживаться верхнего предела концентрации CO_2, так как ее превышение способствует необратимому потемнению мяса.

В «Гигиенических требованиях к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» (СанПиН 2.3.2.1078-01) к мясу, как важнейшему сырьевому ресурсу пищевой промышленности, предъявляются жесткие санитарно-микробиологические требования (табл. 10).

Кроме того, на все виды мяса, в том числе на полуфабрикаты, разработаны санитарно-гигиенические требования на содержание:

- токсичных элементов (свинца – не более 0,5 мг/кг; мышьяка – не более 0,1 мг/кг; кадмия – не более 0,05 мг/кг; ртути – не более 0,03 мг/кг);

- пестицидов (гексахлорциклогексана (альфа-, бета-, гамма-изомеров; ДДТ и его метаболитов – не более 0,1 мг/кг);

- естественных радионуклидов (цезия-137 – не более 160 Бк/кг и стронция – не более 50 Бк/кг в мясе без костей);

- антибиотиков (левомицетина, гризина, бацитрацина, тетрациклиновой группы) – не допускается.

Таблица 10. Санитарно-микробиологические требования к мясу

Мясо (все виды убойных животных)	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются		Дрожжи, КОЕ/г, не более	Плесени, КОЕ/г, не более	Примечание (отбор проб из глубоких слоев)
		БГКП (коли-формы)	патогенные, в том числе сальмонеллы			
Парное	10	1,0	25	-	-	L. monocytogenes в 25 г не допускаются
Охлажденное и подмороженное	$1x10^3$	0,1	25	-	-	То же
Замороженное	$1x10^4$	0,01	25	-	-	То же

Санитарный контроль в колбасном производстве

Колбасные изделия – мясопродукт, предназначенный для употребления в пищу без дополнительной термической обработки. Поэтому к процессу приготовления колбас и готовому продукту предъявляются особо жесткие санитарные требования (табл. 11).

В зависимости от способа приготовления колбасные изделия делятся на группы: вареные, варено-копченые, полукопченые, сырокопченые, фаршированные, ливерные и др. Приготовление колбас сопровождается уменьшением исходного числа микроорганизмов на 95–98 %. В колбасных изделиях с повышенным содержанием жиров выживает большее количест-

во бактерий, так как жир сам по себе создает так называемую защитную зону. Среди бактерий чаще всего выживают бацилллы и кокки.

В связи с этим в колбасном производстве стараются использовать мясо и субпродукты только высокого качества, с удовлетворительными санитарными свойствами. В колбасном производстве следует придерживаться основных правил:

- мясо, жиры, специи и соль должны отвечать строгим санитарным требованиям;
- изготовление колбас должно проводиться в условиях, исключающих их обсеменение микроорганизмами;
- качество сырья и готовой продукции следует определять, руководствуясь требованиями нормативно-технической документации.

Таблица 11. Санитарно-микробиологические требования к колбасным изделиям

Наименование изделия	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются				Примечание
		БГКП (коли-формы)	сульфитредуцирующие клостридии	S. aureus	патогенные, в том числе сальмонеллы	
Колбасы сырокопченые и сыровяленые	-	0,1	0,01	1,0	25	E. coli в 1 г не допускаются; L. monocytogenes в 25 г не допускаются
Колбасы полукопченые и варено-копченые	-	1,0	0,01	1,0	25	L. monocytogenes в 25 г не допускаются
Колбасы вареные, сосиски, сардельки высшего и 1-го сорта	$1x10^3$	1,0	0,01	1,0	25	То же
Колбасы вареные, сосиски, сардельки 2-го сорта	$2,5x10^3$	1,0	0,01	1,0	25	То же

Колбасные изделия и мясные копчености необходимо направлять на техническую утилизацию при обнаружении в них патогенных микроорганизмов, плесеней и сопутствующих им видимых признаков недоброкачественности – гниения и кислотного брожения. Технической утилизации подлежат колбасные изделия, в которых выявляются бактерии группы кишечных палочек или рода Proteus, а также колбасы с измененными органолептическими показателями. Переработке подлежат:

- вареные или полукопченые колбасы с сохранением нормальных органолептических показателей;
- сырокопченые колбасы, обсемененные сальмонеллами, но сохранившие нормальные органолептические свойства.

При обнаружении в колбасных изделиях и копченостях сапротрофных аэробов (р. Bacillus) и патогенных спорообразующих анаэробов (р. Clostridium) на фоне сохранения ими благоприятных органолептических показателей их выпускают без ограничения. Заплесневевшие копченые колбасы также выпускают без ограничения после удаления плесеней с их оболочек.

Итак, на примере одного из основных продуктов питания – мяса – мы убедились, что человек изыскивает и совершенствует способы их сохранения, зная о зависимости развития микроорганизмов от влияния факторов внешней среды, доступности источников питания, а также изучая взаимодействие микроорганизмов с другими видами. Существуют 4 основных подхода, направленных на лучшую сохранность продуктов питания:

- *биоз* – основной способ сохранения свежих овощей и фруктов при температуре 5 ^{0}С и пониженной влажности;
- *абиоз* – применение жестких физических (пастеризация, стерилизация, один из видов лучистой энергии, ультразвук, ультрафильтрация) или химических (антибиотики) методов воздействия, связанных с длительным хранением мясных и овощных консервов;
- *анабиоз* – применение сушки или замораживания для сохранения рыбных и мясных продуктов, фруктов и овощей; добавление к пищевым продуктам веществ (солей, сахара), создающих высокое осмотическое давление; маринование, осуществляемое путем добавления пищевых кислот (уксусной, лимонной); хранение продуктов без доступа кислорода (в вакуумной упаковке, атмосфере азота);
- *ценоанабиоз* – использование консервирующих веществ, выделяемых микроорганизмами при заквашивании овощей и плодов, а также при производстве кисломолочных продуктов.

Санитарно-гигиеническое состояние молока и молочных продуктов

Общая характеристика молока

Молоко – ценнейший продукт питания, в нем содержится более 200 различных питательных и биологически активных веществ (табл. 12). Недаром русский физиолог И.П. Павлов называл молоко «удивительной пищей, приготовленной самой природой».

В составе белков молока содержится 20 аминокислот, в том числе, незаменимые – лизин, метионин, триптофан и др. В молоке присутствуют жирные кислоты, большинство из которых являются непредельными, а поэтому очень легко усваиваются организмом человека. В молоке присутствуют как жирорастворимые витамины (A, D, E, K), так и практически весь спектр водорастворимых, в том числе C, P, B_1, B_2, B_6, B_{12}.

Таблица 12. Состав молока различных животных, %

Показатели	Коровье молоко	Козье молоко
Сухое вещество	12,5	13,6
Жир	3,8	4,3
Белок	3,3	4,0
Молочный сахар	4,7	4,5
Кальций	0,125	0,180
Фосфор	0,105	0,120
Калорийность, ккал/кг	730	780

Молоко – секрет молочной железы животного, образованный эпителиальными клетками альвеол из составных частей крови. Тем не менее, качественный состав крови и молока неодинаков. Так, молоко по сравнению с плазмой крови, поступающей в молочную железу млекопитающего животного, содержит в 90 раз больше сахаров, в 9 раз – жиров, в 5 раз – калия, в 10 раз – кальция, в 13 раз – фосфора. В то же время кровь в 2 раза насыщеннее молока по содержанию белков и в 7 раз по содержанию натрия. Таким образом, составные части крови в результате сложных биохимических превращений в молочных железах животных претерпевают существенные изменения.

Все химические компоненты, входящие в молоко, в той или иной степени влияют на его качество и обуславливают те его достоинства, которые в совокупности и делают этот пищевой продукт важнейшим в питании человека. Охарактеризуем некоторые из них.

Белки. Включают три основных вида: казеин, альбумины и глобулины. Казеин выпадает в осадок при образовании в молоке кислот при расщеплении молочного сахара, введении в молоко какой-либо кислоты либо под действием сычужного фермента. В связи с этим качеством его применяют в молочной промышленности при производстве творога и сыра. В отличие от казеина альбумины свертываются лишь при температуре 70 ^{0}С и при этом теряют способность растворяться в воде. Этот вид белков богаче жизненно необходимыми кислотами, нежели казеин, поэтому очень важен при приготовлении молочных продуктов для детского питания. Содержащиеся в молоке глобулины являются антителами, определяющими его бактерицидные свойства. При изготовлении сыров как альбумины, так и глобулины переходят в сыворотку.

Жиры молока плавятся при температуре 25 ^{0}С и застывают при 18–23 ^{0}С. Под воздействием самых разнообразных факторов окружающей среды (интенсивности солнечного света, тепла, воздуха, микроорганизмов и их ферментов) жиры молока довольно быстро портятся, подвергаясь активным физико-химическим изменениям, сопровождающим их превращение в альдегиды, кетоны, оксикислоты и другие химические соединения. Изменение в молоке соотношения жирных кислот существенно ухудшает качество получаемого из него сливочного масла.

Углеводы. Молочный сахар (лактоза) в 5–6 раз менее сладок, чем свекловичный, поэтому, несмотря на его довольно высокое содержание в молоке, он не дает того ощущения сладости, которое присуще сладким продуктам. При окислении молочный сахар легко распадается, образуя продукты молочнокислого брожения (подраздел «Участие микроорганизмов в круговороте углерода»). В основе этой реакции лежит изготовление разнообразных кисломолочных продуктов. Помимо молочнокислого брожения молоко может быть подвергнуто спиртовому брожению, вызываемому отдельными видами дрожжей. Этот тип превращения молочного сахара используется при приготовлении кефира и кумыса.

Минеральные соли и микроэлементы. Первые способствуют регуляции осмотического давления крови и тканей, вторые являются активаторами различных ферментативных систем организма.

Ферменты – биологически активные вещества молока. Они активно участвуют в энергетическом и пластическом обмене организма. Кроме того, их присутствие в молоке позволяет дать правильную санитарно-гигиеническую оценку его качества. Так, при помощи фермента редуктазы оценивается его обсемененность микрофлорой, при помощи каталазы выявляется наличие воспалительных процессов в молочной железе животного, от которого молоко было получено, при помощи пероксидазы и фосфатазы определяют режим пастеризации, при помощи липазы – режим пастеризации при переработке молока на масло.

Источники обсеменения молока посторонней микрофлорой. Динамика развития микроорганизмов в молоке при хранении

На составе и свойствах молока отражается ряд факторов: период лактации животного, его возраст, порода, состояние здоровья и весь цикл ухода (условия кормления, содержания и доения). Если инфицированное молоко, полученное с нарушением санитарно-гигиенических правил, употребляется в пищу термически не обработанным, возможно развитие заболевания.

Из более 300 заболеваний, распространение которых возможно через молоко на разных этапах его получения, прежде всего выделяют туберкулез, бруцеллез, сальмонеллезы, Ку-лихорадку, туляремию, брюшной тиф, дизентерию, холеру, гепатит А и многие другие.

Реализация молока, полученного от больных животных, запрещена, однако такое молоко иногда попадает на молокосборные пункты, молочные, сыродельные и маслобойные заводы. В тех случаях, когда в молоке все же обнаруживаются микроорганизмы, вызывающие чуму, сибирскую язву, бешенство, повальное воспаление легких и некоторые другие опасные заболевания, оно подлежит немедленному уничтожению после его кипячения в течение 30 мин.

Концентрация бактерий в молоке здоровых животных невысока и колеблется в пределах 1×10^2–1×10^4 КОЕ/см^3. При машинном доении в процессе дальнейшего взаимодействия с поверхностью доильного оборудования молоко подвергается дополнительному бактериальному обсеменению и попадает в накопительную емкость с концентрацией микрофлоры 2×10^4–3×10^4 КОЕ/см^3. На практике, несмотря на то что молоко охлаждается в потоке молокопровода немедленно, количество микроорганизмов обычно достигает 4×10^6 КОЕ/см^3, что соответствует предельной концентрации, при которой сырое молоко еще может приниматься предприятиями для переработки.

При централизованном вывозе молока предусматриваются его охлаждение и временное хранение на ферме в течение 12–20 ч. В молоке, поступившем на молокосборные пункты с задержкой или оставленном на хранение, развиваются микроорганизмы, проходя несколько фаз.

Фаза I – антимикробная (бактерицидная). Эта фаза характеризуется задержкой роста микроорганизмов. В это время антимикробные свойства молока обуславливаются наличием антител (антитоксинов, агглютининов, бактериолизинов и др.), иммуноглобулинов, лизоцима, ферментов (пероксидазы) и др. Основной лизис микроорганизмов вызывается действием лизоцимов (лизоцима М) – ферментов, относящихся к классу гидролаз.

Для длительного сохранения молоком антимикробных свойств его необходимо охлаждать. Наибольшая длительность этой фазы (48 ч) на-

блюдается при его хранении при температуре 0 ^{0}С. При 10 ^{0}С эта фаза длится только сутки, а при 37 ^{0}С вообще лишь 2 ч.

Фаза II – смешанной микрофлоры, в течение которой развиваются молочнокислые бактерии, плесневые грибы и дрожжи. Переход к этой фазе постепенный: различные микроорганизмы неодновременно преодолевают бактерицидное воздействие молока. Продолжительность фазы 12–18 ч. За это время, благодаря деятельности кислотообразователей реакция молока резко меняется в кислую сторону. Этот процесс протекает интенсивнее, если в молоке преобладают молочнокислые стрептококки.

Фаза III - молочнокислых бактерий. Характеризуется уже в самом начале преобладанием молочнокислых стрептококков. В конце фазы обнаруживается повышенное содержание палочек. Именно поэтому в таком молоке довольно долго остаются развившиеся представители рода Escherichia, в связи с высокой устойчивостью к повышенной реакции среды. Интенсивное изменение реакции молока способствует развитию дрожжей, или плесневых грибов, или тех и других одновременно.

Фаза IV – плесневых грибов и дрожжей. Развивающиеся в молоке грибы и дрожжи подщелачивают среду обитания, поэтому на этом этапе молоко становится идеальной средой обитания для аммонифицирующих и маслянокислых бактерий. Начинаются гнилостные процессы, сопровождающие различные виды брожения, в связи с чем молоко становится непригодным для употребления.

Пороки молока микробного происхождения и инфекционные болезни, передаваемые через молоко

Различают несколько видов пороков молока, вызываемых различными микроорганизмами:

- горький вкус придают молоку гнилостные микроорганизмы, в частности сенная и картофельная палочки, дрожжи;
- прогорклость возникает при длительном хранении молока на холоде в связи с гидролизом жиров, происходящим под воздействием бактериальной липазы, выделяемой представителями родов Pseudomonas, Flavobacterium, Alcaligenes;
- сильное газообразование, появляющееся при брожении за счет развития в сыром молоке E. coli и других представителей БГКП, а также дрожжей-сахаромицетов, а в пастеризованном молоке – за счет развития маслянокислых бацилл. Сыр, выработанный из такого молока, пронизан большим количеством пузырьков, при слиянии которых образуются полости. Такой продукт быстро теряет свою питательную ценность и товарный вид;
- «тягучее молоко», которое образуется при размножении в нем так называемой палочки тягучего молока (Bact. lactis viscosum);

- изменение цвета вызывают пигментные бактерии, образующие колонии синего, красного и оранжевого цвета.

Нередко молоко и молочные продукты становятся причиной серьезных заболеваний человека. Особый интерес представляют те, которые легко передаются от животных к человеку. Их своевременное выявление у животных позволяет избежать возникновения инфекционных заболеваний среди людей.

К болезням, общим для человека и животных и передающимся через молоко, следует в первую очередь отнести зоонозы:

- Туберкулез – хроническое заболевание животных, подробно описанное в разделе «Зооантропонозные инфекции». Выделяясь с молоком, микобактерии туберкулеза, имеющие восковый налет, способны долго сохраняться во внешней среде. В обычных условиях они выживают в течение 10 дней, в сливочном масле, хранящемся на холоде, – до 300 дней, в сырах – до 200. Молоко из неблагополучного по туберкулезу хозяйства пастеризуют непосредственно на ферме при температуре 85 ^{0}С в течение 30 мин. или при температуре 90 ^{0}С в течение 5 мин. Обеззараженное таким способом молоко, полученное от животных оздоравливаемых групп, отправляется на молокозавод, где его повторно пастеризуют и принимают вторым сортом. Молоко животных, положительно реагирующих на туберкулин, обеззараживают кипячением, после чего используют при откорме молодняка. Молоко, полученное от животных с клиническими признаками туберкулеза, используют в рационе откормочных животных после 10-минутного кипячения. Молоко уничтожается при туберкулезе вымени.

- Бруцеллез – хроническая болезнь животных, подробно описанная в разделе «Зооантропонозные инфекции». Выявляется в молоке кольцевой пробой, основанной на обнаружении соответствующих антител. Бруцеллы способны сохраняться в масле и сыре до 40–60 дней. Они чувствительны к высоким температурам и при 70 ^{0}С погибают через 30 минут, а при 85–90 ^{0}С – через 20 сек. В хозяйствах, неблагополучных по бруцеллезу, запрещается вывоз молока оздоравливаемого стада в необеззараженном виде. Такое молоко пастеризуют и либо вывозят на молокозавод, либо используют внутри хозяйства. Молоко коров, положительно реагирующих на бруцеллез, кипятят и используют на внутрихозяйственные нужды.

- Ящур – острое вирусное заболевание, вызываемое одним из самых мелких РНК-геномных вирусов, принадлежащих к роду Aphthovirus, имеющих форму икосаэдра и размеры 24–30 нм. Афтовирусы устойчивы к факторам внешней среды, чувствительны к кислой реакции, имеют 7 антигенных вариантов, культивируются на культуре клеток эпителия языка коров, патогенны для новорожденных мышей.

Чаще всего вирус ящура передается человеку при контакте с больными животными через микротравмы кожи. Риску профессионального заражения подвержены работники животноводства, ветеринарный и зоотех-

нический персонал, рабочие мясокомбинатов, убойных пунктов, предприятий по переработке животного сырья. В молоке заболевших животных выявляется повышенное содержание лейкоцитов, альбуминов, глобулинов и кальция и пониженное – витаминов А и B_2. Болезнь сопровождается резким уменьшением надоев. В свежем молоке при температуре 37 ^{0}С вирус ящура сохраняется около 12 ч, а в охлажденном до 4 ^{0}С - в течение 15 дней. Заражение детей обычно происходит через молоко и молочные продукты. У детей при употреблении сырого молока развивается так называемый афтозный стоматит, у доярок – везикулярный дерматит. В то же время довольно быстрая инактивация вируса ящура наступает при прокисании молока.

На хозяйства, имеющие дойные стада и неблагополучные по ящуру, накладывается карантин. Молоко, полученное от карантинированных по ящуру животных, допускается к употреблению людьми только после пастеризации при температуре 85 ^{0}С в течение 30 минут или после 5-минутного кипячения. Обеззараженное от ящура молоко рекомендуется к переработке на топленое масло или же его чаще всего используют на корм животным. Если же в молоке животных, пораженных ящуром, обнаруживают явные органолептические изменения, в частности слизь, гной, хлопья и, кроме того, оно приобретает выраженный неприятный запах, его после необходимого обеззараживания уничтожают под контролем ветеринарного надзора.

- Сальмонеллез – острое желудочно-кишечное заболевание, подробно описанное ранее. Источником заражения могут быть больные животные, корма, вода и обслуживающий персонал.
- Лейкоз. Молоко клинически больных лейкозом коров подлежит обязательному уничтожению. Молоко животных, подозреваемых в заболевании лейкозом, может быть использовано в пищу только после соответствующего обеззараживания: кипячения в течение 5 мин или пастеризации в течение 30 мин.
- Мастит – воспаление вымени дойных коров, вызываемое стафилококками (S. aureus, S. saprohhyticus), стрептококками (Str. pyogenes), синегнойной палочкой (Ps. aeruginosa). Ущерб, приносимый молочному скотоводству от этого заболевания, значительно больше, чем от всех других болезней, вместе взятых. Выделяя токсины, эти микроорганизмы могут стать причиной тяжелых отравлений людей.

Из молока больных маститом животных невозможно приготовить качественные молочные продукты. Небольшая примесь такого молока в сборном молоке, полученном от группы коров, значительно ухудшает качество сыров и уменьшает выход этого продукта. Показатель пригодности молока для производства сыров – время его свертывания сычужным ферментом. Медленное действие этого фермента приводит к тому, что образующийся при производстве сыра сгусток дряблый, поэтому микробиоло-

гические процессы, идущие при его созревании, протекают крайне вяло. Если в молоке животных, больных маститом, не обнаруживаются органолептические изменения, его пастеризуют. Но если в молоке обнаруживаются гной и хлопья, его уничтожают.

Способы сохранения молока

Способы сохранения молока основаны на непереносимости многими возбудителями инфекционных заболеваний тех или иных физических и физико-химических способов воздействия, рассмотренных в подразделе «Физико-химические факторы внешней среды».

Пастеризация. Проводится при температуре 63–95 ^{0}С. В результате пастеризации погибают почти все вегетативные клетки микроорганизмов. В то же время в течение пастеризации разрушаются антимикробные свойства молока. Поэтому, если в пастеризованное молоко попадают микроорганизмы, оно портится быстрее сырого. Различают несколько подвидов пастеризации:

- длительная пастеризация проводится в течение 30 мин при температуре 63–65 ^{0}С при постоянном помешивании. Этот способ позволяет сохранить все основные свойства молока, так как при такой температуре не коагулируют белки-глобулины и практически не оседают белки-альбумины;
- кратковременная пастеризация проводится при температуре 72–74 ^{0}С в течение 15–20 с. При таком способе коагулирует до 25 % глобулинов и альбуминов;
- моментальная пастеризация проводится без выдержки при температуре 85–87 ^{0}С. При таком способе полностью коагулируют альбумины и 30 % глобулинов. Она применяется в маслодельной и молочно-консервной промышленности;
- пастеризация молочнокислых продуктов осуществляется при температуре 95 ^{0}С в течение 10 мин.

Стерилизация. Проводится при температуре выше 100 ^{0}С, позволяющей уничтожать как вегетативные, так и споровые клетки микроорганизмов. Кроме того, при стерилизации удлиняется срок хранения молока. Хороший стерилизующий эффект достигается при температуре 115 ^{0}С в течение 15–20 мин или при температуре 120–140 ^{0}С в течение 2–10 с.

Ультрастерилизация или уперизация осуществляется путем нагрева молока в течение 1 с при температуре около 150 ^{0}С в специальных трубчатых аппаратах химически чистым паром. При таком режиме устраняются окислительные процессы, приводящие к разрушению витамина С.

Кипячение. Способ, при котором погибают вегетативные и часть споровых клеток микроорганизмов, но при этом коагулируют белки и разрушаются витамины.

Консервирование молока включает термическую обработку и удаление свободной воды путем высушивания до порошкообразного состояния (сухое молоко) или добавлением сахара (сгущенное молоко).

Химический способ инактивации микрофлоры в молочных продуктах включает озонирование и использование сорбиновой кислоты и ее солей, низкомолекулярных кислот (пропионовой, муравьиновой) и др. Применение химических ингибиторов микрофлоры молока и молочных продуктов разрешается только с санкции органов здравоохранения.

Санитарно-микробиологическая характеристика молока

К молоку как к сырью для производства высококачественных молочных продуктов предъявляют требования по органолептическим, физико-химическим и санитарно-ветеринарным показателям. С 1970 г. по настоящее время в РФ ГОСТ на сырое молоко менялся трижды: ГОСТ 13264-70, где вообще отсутствовали требования к молоку высшего сорта, ГОСТ 13264-88, ГОСТ Р52054–2003.

Требования к композиционным свойствам молока, то есть органолептическим показателям, степени чистоты, кислотности, плотности оставались без изменения; но повышались требования к технологическим свойствам молока и его безопасности. Основным показателем сортности молока во всех случаях является его общая бактериальная обсемененность. Проба на редуктазу является косвенным показателем бактериальной обсемененности непастеризованного молока.

Молоко, полученное от здоровых животных, должно иметь приятные запах и вкус, цвет от белого до светло-кремового, без посторонних оттенков, однородную консистенцию, без осадка. Не принимают на молокозаводы молоко со стойким запахом химикатов и нефтепродуктов, с добавлением нейтрализующих средств, с остаточным содержанием химических средств защиты растений и животных, а также антибиотиков, прогорклым, затхлым привкусом и тягучей консистенцией (свидетельством наличия большого количества гнилостной и посторонней микрофлоры).

Соответствие молока стандарту по физико-химическим показателям устанавливают по содержанию жиров, титруемой кислотности и плотности. Молоко раз в декаду контролируют на бактериальную обсемененность. По результатам выполненных анализов молоко подразделяют на сорта (табл. 13).

Выявление соматических клеток в молоке является важным диагностическим фактором его качества. Европейский стандарт допускает их наличие в количестве не более 250 тыс./см^3, а по ГОСТ РФ от 2003 г. – не более 500 тыс. в 1 см^3. Примесь 5–10 % молока от больных скрытым маститом коров делает все молоко непригодным для переработки на сыры и молочные продукты. В центре внимания ветеринарных и зоотехнических ра-

ботников должно быть предупреждение заболеваний как молочной железы, так и животного в целом.

Молоко, идущее на выработку продуктов детского питания, сычужных сыров, стерилизованных продуктов, должно отвечать требованиям высшего и первого сортов, но с содержанием соматических клеток не более 500 тыс./см^3, по термоустойчивости – не ниже II группы (продукты детского питания и стерилизованные), по сычужно-бродильной пробе – не ниже II класса (сычужные сыры). Молоко от больных или подозреваемых в заболевании животных, использование которого разрешается ветеринарным надзором только после тепловой обработки, принимается как несортовое и перерабатывается отдельно.

Таблица 13. Требования к качеству молока в зависимости от сорта

Показатели	Высший сорт	Первый сорт	Второй сорт
Кислотность, ^{0}Т	16…18	16…18	16…20
Степень чистоты по эталону, не ниже группы	I	I	II
Бактериальная обсемененность, тыс./см^3	300	300…500	500…40000
Содержание соматических клеток, тыс./см^3, не более	300	1000	1000
Плотность	Не ниже 1027		

На молочных заводах молоко подвергают пастеризации. Пастеризованным называют молоко, нагретое до температуры 63 ^{0}С и выше, но ниже точки кипения, немедленно охлаждаемое и разлитое в тару. В соответствии с ГОСТ 13277 вырабатывают виды пастеризованного молока: с содержанием жиров 1 и 2,5 %, топленое – с содержанием жиров 4 и 6 % и нежирное.

Для всех видов пастеризованного молока степень чистоты по эталону должна быть не ниже I группы, кислотность – 21 ^{0}Т; для молока повышенной жирности – 20 ^{0}Т, а для белкового – 25 ^{0}Т. Общее количество бактерий в 1 мл пастеризованного молока группы А (разлитое в бутылки или пакеты) должно быть не более 75 тыс. в мл, титр E.coli – 3 мл; в молоке группы Б – соответственно 100 тыс./мл и 0,3 мл.

Молоко, предназначенное для детских учреждений, должно иметь не более 19 ^{0}Т и по микробиологическим показателям соответствовать молоку группы А. Пастеризованное коровье молоко не должно содержать патогенных микроорганизмов.

Сливки согласно ТУ 10.02.02.789.08 вырабатывают с содержанием жиров 10, 20, 35 % из коровьего молока путем его сепарирования. В основном их используют для производства масла и сметаны. В зависимости от бактериальной обсемененности их делят на две категории: пастеризованные сливки группы А, содержащие не более 100 тыс. бактерий в 1 мл, титр E.coli – 3 мл; пастеризованные сливки группы Б, содержащие не более 300 тыс. бактерий в 1 мл, титр E.coli – не более 0,3.

Санитарно-микробиологический и санитарно-химический контроль молока осуществляется по утвержденным нормативам, контролируемым Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

В продажу должно поступать молоко от здоровых коров, в котором не допускается наличие возбудителей, передающихся человеку: туберкулеза, бруцеллеза и др. В настоящее время лаборатории контроля качества молока применяют ряд реакций, дающих экспресс-ответ на наличие возбудителей зоонозов:

- реакция агглютинации с молочной сывороткой – на бруцеллы;
- кольцевая реакция с паратифозным окрашенным антигеном – на сальмонеллы;
- реакция лизиса эритроцитов кролика – на стафилококковый токсин.

Санитарно-химический контроль молока включает:

- исследование молока на содержание белков, жиров, углеводов и подсчет их энергетической ценности;
- исследование молока на содержание кальция, фосфора, магния, железа и некоторых микроэлементов;
- определение содержания в молоке основных витаминов;
- выявление содержания нитратов и нитритов;
- определение ферментов фосфатазы и пероксидазы. Наличие ферментов свидетельствует об эффективности пастеризации. При отсутствии ферментов окраска раствора бесцветная, при наличии – от розового до красного цвета, что происходит в тех случаях, если молоко не пастеризовали либо к пастеризованному молоку было добавлено непастеризованное;
- оценку уровня кислотности.

Качество молока снижают обнаруженные в нем радиоактивные вещества, пестициды и инсектициды. Молоко с остаточным содержанием антибиотиков и химических средств защиты растений подлежит обязательной выбраковке. В некоторых случаях в молоко и молочные продукты могут попасть дезинфектанты, используемые при санитарной обработке инвентаря, в частности каустическая или кальцинированная сода. Остаточные количества этих веществ также могут представлять определенную опасность для потребителей.

Молоко как один из основных продуктов питания отвечает санитарно-гигиеническим требованиям лишь в том случае, если соответствует утвержденным нормативам. Благоприятный санитарно-микробиологический фон этого продукта питания должен подкрепляться отсутствием опасных для здоровья человека токсических веществ: антибиотиков, аммиака, перекисных соединений, соды, тяжелых металлов, радионуклидов, мышьяка, остаточных количеств пестицидов, средств защиты растений и афлатоксинов.

По сравнению с молоком кисломолочные продукты способны сохраняться более длительное время, что связано с их повышенной кислотностью и наличием антибиотических веществ, продуцентами которых являются молочнокислые бактерии. Получение кисломолочных продуктов в производственных условиях основано на использовании специфических заквасок, состоящих из специально подобранных чистых или смешанных бактериальных культур. Поэтому качество кисломолочных продуктов, приготовленных в условиях производства, очень хорошее, в отличие от простокваш домашнего приготовления, которые получают путем самопроизвольного сквашивания присутствующей в молоке микрофлоры, нередко способствующей появлению в нем дефектов.

В то же время следует отметить, что качество кисломолочных продуктов, приготовленных даже на основе заквасок, тоже может пострадать в связи с недостаточной пастеризацией заквашиваемого молока, а также в связи с ослаблением молочнокислого процесса из-за присутствия в молоке антибиотиков, используемых в лечении животных. Сметана и творог подвержены порче при разрастании на их поверхности молочной плесени, придающей этим продуктам посторонний неприятный запах и прогорклость.

Молоко и выработанные из молока продукты могут избежать микробной порчи только в том случае, если в производственных условиях соблюдаются все параметры технологического режима их производства и хранения.

Яйца птиц. Экспертиза их качества

По числу нарушений торговля куриными яйцами может соперничать с рынком фальсифицированного алкоголя. Иногда маркировка яиц производится без предусмотренной для розничной торговли ГОСТом даты сортировки, столовые яйца маркируются красной краской вместо обязательной синей. Сама маркировка, как правило, размытая, трудночитаемая, скорлупа яиц грязная, с прилипшими перьями. У реализующих яйца торговых организаций зачастую отсутствуют сопроводительные документы: товарно-транспортные накладные, ветеринарные свидетельства, а также до-

кументы, подтверждающие качество товаров. Повседневно в продаже встречаются яйца с истекшим сроком хранения.

Тем не менее яйца – любимый всеми продукт питания, так как по питательности и вкусовым качествам занимает одно из важнейших мест в пищевом рационе. Существуют даже специальные диеты для желающих похудеть, включающие потребление яиц.

Яйца сельскохозяйственных птиц (кур, уток, индеек, гусей и перепелок) – продукт, обладающий высокой биологической ценностью и усвояемостью. В настоящее время в реализацию поступают только куриные и перепелиные яйца. Химический состав куриных яиц: вода – 70 %, белки – 13 %, жиры – 10 %, минеральные вещества – 0,9 %, по калорийности куриные яйца несколько уступают гусиным и утиным.

Яйцо состоит из трех частей: скорлупы с подскорлупными оболочками, белка и желтка. Основные составляющие скорлупы – минеральные соли, среди которых преобладают соли кальция (около 94 %). В тупом конце яйца располагается воздушная камера, которая образуется либо при его длительном хранении, либо при охлаждении. Если яйца хранятся в помещении с повышенной температурой, но при пониженной влажности, их воздушная камера постепенно увеличивается. По размеру воздушной камеры обычно судят об усушке яиц.

Белок яйца в основном состоит из альбуминов и глобулинов. Желток представляет собою своеобразную эмульсию, в составе которой 180 мг фосфора / 100 г, 137 мг кальция / 100 г, железо и большое количество микроэлементов, а также практически все жиро- и водорастворимые витамины. Желток не смешивается с белком из-за окружающей его прозрачной трехслойной оболочки.

Состав птичьих яиц делает их чрезвычайно ценным сырьем для производства множества промышленных продуктов. Так, яичный меланж (смесь белков и желтков куриных яиц) активно используется пищевой промышленностью, в частности, при изготовлении кондитерских, хлебобулочных и макаронных изделий. При добавлении в яичные отходы 20 % NaCl получается состав, который с успехом применяют при дублении кожевенного сырья высокого качества. Яичные белки также используют для придания блеска меховым изделиям, а желтки – для придания эластичности кожевенно-меховым изделиям. Различные ингредиенты яйца используются к тому же при приготовлении красок, а также в полиграфии, что особенно важно при изготовлении карт высокого качества.

Яичные белки считаются противоядием при отравлении солями тяжелых металлов и мышьяком. Кроме того, оплодотворенные яйца используются фармацевтической промышленностью при изготовлении вакцин против некоторых заболеваний человека и животных.

Пороки яиц и инфекции, передаваемые через яйца

Яйца птиц обсеменяются посторонней микрофлорой через поры скорлупы и подскорлупные оболочки. Их обсеменению способствуют антисанитарное состояние птичников, загрязненная подстилка для кладки яиц, хранение яиц при повышенных температуре и влажности воздуха, резкие колебания температуры и другие факторы. Таким образом, порча яиц происходит при проникновении в них микроорганизмов, а дальнейшее развитие обеспечивают факторы, благоприятствующие их жизнедеятельности: температура, влажность воздуха, степень свежести яиц, инактивация лизоцима, обладающего в здоровом яйце бактерицидными свойствами, наличие у микроорганизмов органов передвижения.

1. Гниение яиц – процесс разложения белка протеолитическими ферментами микроорганизмов, что нередко сопровождается изменением цвета их содержимого. Под влиянием Proteus vulgaris, Bacillus subtilis, псевдомонад и других аммонификаторов, способных к газообразованию, нередко разрывается скорлупа яиц, поэтому их содержимое становится источником загрязнения всей партии. Гниль яиц, вызываемая E.coli и St. aureus характеризуется тем, что яичный белок становится серым, разжижается и издает гнилостный запах. Серо-зеленая окраска содержимого яиц и наличие резкого запаха H_2S свидетельствуют об их контаминации Bact. oogenes hydrosulfureus. Из плесневых грибов в яйцах встречаются грибы родов Penicillium, Aspergillus, Cladosporium.

2. Плесневение яиц вызывается развитием на их поверхности, а впоследствии и в них самих плесневых грибов и актиномицетов. Колонии грибов и актиномицетов вначале появляются в порах скорлупы, а затем и на подскорлупных оболочках и, наконец, проникают в белок. Происходит этот процесс при низких плюсовых температурах и повышенной влажности. Так как грибы – аэробы, наиболее благоприятные условия для своего развития они получают вблизи воздушной камеры яйца. Развитие плесени в яйцах исключает одновременное развитие гнилостной микрофлоры.

Среди обнаруженных в яйце грибов чаще всего присутствуют: Penicillium, Aspergillus, Cladosporium. Колонии грибов и актиномицетов, попадающие в яйца, окрашены в различные цвета, что зависит от их родовой и видовой принадлежности и возраста колонии. Так, черные и темно-зеленые колонии образуются преимущественно грибами рода Aspergillus, а коричневые и оливковые – грибами из родов Penicillium и Cladosporium соответственно.

Инфицированные яйца могут стать причиной опасных токсикоинфекций. Среди них – сальмонеллез, который чаще всего передается от водоплавающих птиц. Находящиеся в яйцах сальмонеллы размножаются беспрепятственно, так как на них не действует лизоцим яйца. Наиболее благоприятная часть яйца для развития сальмонелл – желток. Причиной

заражения людей могут стать тифозные палочки и холерный вибрион, которые при порче скорлупы могут проникнуть внутрь яйца.

Для полного уничтожения возбудителей вышеназванных инфекций куриные яйца рекомендуется выдерживать в кипящей воде в течение 13 мин, утиные и гусиные – не менее 14–15 мин.

Продажа утиных и гусиных яиц запрещена. Хранят эти яйца изолированно от куриных и используют только на хлебопекарных и кондитерских предприятиях для производства мелкоштучных изделий из теста. Из них запрещается изготавливать кремовые и сбивные кондитерские изделия, майонез, меланж, яичный порошок. Наряду с этим была ограничена и поставка в розничную сеть мяса водоплавающих птиц. Кроме того, исследования показали, что яйца могут стать источником заболевания туберкулезом и другими опасными для человека заболеваниями.

Хранение яиц

Независимо от того что в яйцах, поступивших в продажу с птицефабрик или от населения, первоначально не обнаруживались микроорганизмы, при продолжительном хранении в них могут произойти физические и химические изменения. Физические изменения заключаются в том, что белок разжижается, желток становится подвижным, воздушная камера увеличивается, а само яйцо приобретает запах окружающей среды. Химические изменения связаны с расщеплением белков, сопровождающимся накоплением пептонов, аминокислот и аммиака, и с существенным снижением количества фосфора и лецитина.

В связи с этим на длительное хранение закладывают свежие чистые яйца с неповрежденной скорлупой. Для лучшего сохранения яйца рекомендуется помещать в холодильные камеры при температуре – 2…–2,5 ^{0}С и влажности 85 %. В таких условиях они могут сохраняться в течение 6 месяцев. Температура хранения яиц должна быть ровной, так как ее колебания вызывают появление на скорлупе влаги, что способствует развитию микроорганизмов и порче яиц. Температура хранения яиц –2,5 ^{0}С является предельной, так как при –3 ^{0}С яйца замораживаются. Во избежание порчи яиц выделяемая для них тара, например деревянные или картонные ящики, должна быть прочной, чистой, без плесени и постороннего запаха. Упаковочная стружка, применяемая как прокладка, должна иметь влажность не более 15 %.

Консервирование яиц

Физические способы:

1. Высушивание. Нативное яйцо имеет влажность около 70 %, после высушивания путем распыления в дисковых сушилках в яйцах остается не

более 5–9 % воды, что препятствует развитию микроорганизмов. Следует помнить, что яичный порошок может стать источником заражения сальмонеллами, так как в нем они могут сохраняться в течение 4–9 месяцев.

2. Замораживание. Белок и желток смешивают, фильтруют, разливают в жестяные банки и запаивают, хранят при температуре –5…–10 ^{0}С. В полученном меланже могут содержаться *E.coli, Proteus vulgaris, Bacterium mesentericus* и другие микроорганизмы. Размороженный меланж следует использовать в течение нескольких часов, иначе он испортится.

Химические способы:

1. Использование растворов извести и жидкого стекла (3–10 %).

2. Использование парафинового масла, подогретого до 50 ^{0}С.

3. Погружение яиц в раствор NaCl (этот способ хуже предыдущих, так как при его использовании меняется вкус яиц).

Экспертиза качества яиц

Согласно ГОСТ 27583 (технические условия) пищевые яйца подразделяются на диетические и столовые. Столовые, в свою очередь, в зависимости от условий хранения делят на свежие и холодильниковые.

Диетические яйца – яйца с массой не менее 44 г, поступающие на реализацию не позднее 7 суток (не считая дня снесения), не хранившиеся при минусовых температурах или в известковом растворе. Каждое диетическое яйцо маркируется штампом на скорлупе, где обозначены месяц, число снесения птицей и категория (Д1 – розово-малиновой краской, а Д2 – краской фиолетового цвета).

Столовые яйца – яйца с массой от 43 г и более по истечении 7 суток после снесения. Маркировка таких яиц осуществляется синей краской.

Свежие столовые яйца – яйца, хранившиеся при температуре от -1 до –2 ^{0}С не более 30 суток со дня снесения.

Холодильниковые столовые – яйца, хранившиеся при температуре от -1 до -2^{0}С более 30 суток после дня снесения.

Диетические яйца в зависимости от массы, а столовые – от условий хранения и качества делят на 1-ю и 2-ю категории. Категории яиц устанавливают по массе одного яйца, состоянию скорлупы, видимости желтка, его подвижности и положению, по состоянию белка, воздушной камеры и ее высоте по большой оси. Эти показатели, кроме массы и состояния скорлупы, определяют при просвечивании яиц в специальном приборе овоскопе (табл. 14).

Скорлупа всех видов и категорий яиц должна быть чистой, цельной и крепкой. Для столовых яиц 2-й категории допускается незначительная загрязненность в виде отдельных точек. Не допускаются к реализации яйца: массой менее 43 г (мелкие), с загрязненной скорлупой, отнесенные к пищевым неполноценным (кроме яиц–бой) или к техническим.

Таблица 14. Показатели качества пищевых яиц

Категория	Высота воздушной камеры, мм	Состояние желтка	Состояние белка
Диетические яйца			
1	Неподвижная, не более 4	Прочный, малозаметный, контуры видны недостаточно четко, занимает центральное положение, малоподвижен	Прочный, просвечивающий
2	То же	То же	То же
Столовые свежие яйца			
1	Неподвижная, не более 7	Допускается незначительное перемещение от центрального положения	Прочный, просвечивающий
2	Несколько подвижная, не более 13	Ослабленный, ясно видимый, легко перемещающийся	Слабый, просвечивающий, может быть водянистым
Столовые холодильниковые яйца			
1	Несколько подвижная, не более 11	Прочный, малозаметный, перемещающийся, занимает центральное положение, допускается небольшое отклонение	Недостаточно плотный, просвечивающий
2	Подвижная, легко перемещающаяся, не более 13	Ослабленный, ясно видимый, легко перемещающийся	Слабый просвечивающий, допускается водянистость

К пищевым неполноценным относятся яйца с дефектами: бой – с поврежденной скорлупой без признаков течи (насечка, мятый бок, трещина); выливка (смешение желтка с белком); запашистость (посторонний запах); малое пятно (наличие под скорлупой мелких неподвижных пятен общим размером 1/8 поверхности яйца); малая присушка (присыхание небольшого участка желтка к белковой оболочке из-за длительного хранения яиц в таре без переворачивания), а также яйца с высотой воздушной камеры по большой оси более 13 мм.

К техническим относятся:

1. Яйца с дефектами: тек, красюк (смешение желтка и белка из-за разрыва желточной оболочки), кровяное кольцо (развитие кровеносных сосудов вокруг зародыша), большое пятно (общий размер пятен, образован-

ных плесневыми грибами на подскорлупных оболочках яиц, более 1/8 их поверхности), большая присушка (присыхание желтка к скорлупе на большом участке), тумак (тумак плесневой – яйцо при просвечивании непрозрачно, кроме воздушной камеры, так как содержимое поражено плесенью; тумак бактериальный – яйцо непрозрачно, воздушная камера увеличена и подвижна, наружная поверхность скорлупы сероватого или мраморного цвета, часто с гнилостным запахом). Содержимое яйца – мутная серо-зеленая и грязно-желтая масса.

2. Миражные яйца (инкубаторные яйца с неоплодотворенными зародышами).

3. Яйца с острым, не улетучивающимся запахом.

Идентификация категории яиц включает их наружный и овоскопический осмотр.

Наружный осмотр направлен на установление цвета, загрязненности скорлупы и ее целостности. Для хранения могут быть использованы яйца чистые и с неповрежденной скорлупой. Яйца загрязненные и с поврежденной скорлупой, но без признаков порчи выпускают в продажу для немедленного употребления.

Овоскопия – просмотр яиц в проходящем свете с помощью овоскопа. Овоскоп – это ящик, на верхней или боковой стороне которого имеются отверстия для выкладывания яиц. Внутри ящика находится источник света. Овоскопированием определяют как товарное, так и санитарное качество яиц. Обращают внимание на признаки: величину и подвижность воздушной камеры, что служит показателем усушки; положение желтка в яйце и видимость его контуров; наличие или отсутствие пятен. При овоскопии можно выявить неполноценные яйца и брак.

При температуре +2…+6 ^{0}С яйца могут храниться 2–3 недели, но надо помнить, что по мере хранения существенно снижаются их диетические свойства. Для определения степени свежести яиц надо приготовить два солевых раствора – 7 %-ный и 3,5 %-ный. Если яйцо в первом растворе тонет, то оно свежее, если плавает в первом, но тонет во втором, яйцо имеет среднюю степень свежести, если же оно плавает даже во втором растворе, то в пищу не годится.

Согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» яйца должны соответствовать санитарно-микробиологическим требованиям, отраженным в табл. 15.

Кроме того, согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 яйца и жидкие яичные продукты (меланж, белок, желток) не должны содержать антибиотики; содержание радионуклидов в них не должно превышать для цезия-137 - 80 Бк/кг, для стронция-90 – 50 Бк/кг; остаточное содержание пестицидов допускается на уровне 0,1 мг/кг; свинца – не более 0,3 мг/кг, мышьяка – не более 0,1 мг/кг, кадмия – не более 0,01 мг/кг, ртути – не более 0,02 мг/кг.

Таблица 15. Санитарно-микробиологические требования к яйцам

Наименование	КМА-ФанМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются			
		БГКП (колиформы)	S. aureus	протей	патогенные, в том числе, сальмонеллы
Яйцо куриное диетическое, перепелиное	$1x10^2$	0,1	-	-	5x25*
Яйцо куриное столовое и других видов птицы	$5x10^3$	0,01	-	-	5x25*

*Примечание. * – Анализ проводят в желтках.*

Другие продукты питания, необходимость санитарно-микробиологического контроля их качества

Наряду с рассмотренными выше продуктами питания, традиционно относимыми к белковой пище и имеющими в связи с этим основополагающее значение в белковом обмене человека, другие пищевые продукты, в разной степени участвующие в различных обменных реакциях, также подвержены порче, вызываемой микроорганизмами, и поэтому требуют безусловного контроля их качества. Среди них:

- необходимые в углеводном обмене хлеб и хлебопродукты, крупы, макаронные изделия, сахар и кондитерские изделия, алкогольные и безалкогольные напитки различного происхождения;
- необходимые в обмене жиров растительные и животные масла и жиры.

Естественно, что деление пищевых продуктов по принципу их преимущественного участия в белковом, углеводном и жировом обмене достаточно условное, так как практически все продукты питания используются в разных видах обменных реакций. Кроме того, процессы трансформации пищи в организме связаны не только с извлечением соединений, но и с так называемым «добыванием» организмом элементов питания (а они могут быть почерпнуты из любого вида обмена).

Рассмотрим отдельные аспекты санитарно-микробиологического контроля некоторых видов пищевой продукции, условно относимой к преимущественно используемой в углеводном или жировом обмене.

Хлеб и хлебопекарные продукты

«Хлеб - всему голова» и в России по многовековой традиции – один из важнейших продуктов питания. Богатый питательными веществами хлеб при хранении становится объектом поражения микроорганизмами, если не принимаются соответствующие меры по борьбе с ними.

Меловая болезнь хлеба. Возбудители меловой болезни – дрожжи и дрожжеподобные грибы, распространяющиеся с поверхности хлебопекарных изделий внутрь. В этом случае в хлебе и хлебопекарных продуктах развиваются беловатые порошкообразные включения, благодаря которым портится их товарный вид, что сопровождается появлением неприятного запаха и вкуса.

Плесневение. Развитие плесеней на хлебе и хлебопродуктах способствует появлению токсинов, неблагоприятно отражающихся на здоровье человека. Заболевание возникает из-за неправильных условий хранения этих видов пищевой продукции: повышенные влажность и температура. Четкое соблюдение технологического процесса получения хлеба и хлебопродуктов, в том числе, соблюдение оптимальных режимов влажности и температуры (соответственно 70–75 % и 10–12 ^{0}С), позволяет избежать проявления и распространения этого вида заболевания.

Помимо соблюдения технологических режимов производства, хлебопродукцию рекомендуется подвергать различного рода химическим или физическим консервирующим воздействиям. Среди них: обработка УВЧ, УФО, замораживание, использование химических консервантов (этанола и солей сорбиновой и пропионовой кислот).

Пигментация хлебных изделий, возбудителями которой могут оказаться различные грибы и бактерии, попадающие в готовую продукцию из некачественной муки, обычно не вредит здоровью человека. Данный вид поражения портит товарный вид хлеба. Борьба с этим видом порчи такая же, как с плесневением.

Пьяная болезнь хлеба, потребление которого небезопасно для людей, обусловлена развитием в нем токсического гриба рода Fusarium. В данном случае меры борьбы включают обязательную выбраковку больного зерна в пунктах его приемки.

Тягучую порчу, или картофельную болезнь, хлеба вызывают размножающиеся в его мякише бактерии, ранее относящиеся к двум видам бацилл – картофельной (Bacillus mesentericus) и сенной (Bacillus subtilis), а по современной классификации объединенные в один вид Bacillus subtilis. Способность этих бактерий образовывать споры, обладающие высокой термоустойчивостью, приводит к тому, что при выпечке они не погибают и могут прорастать при длительном остывании хлеба, особенно в летний период. Хлеб, пораженный тягучей болезнью, обладает неприятным фрукто-

вым запахом и липкой консистенцией. Такой хлеб в пищу непригоден и подлежит немедленному изъятию и сжиганию или закапыванию.

В качестве мер борьбы с болезнями хлеба предлагается подкислять тесто, используя различные пищевые кислоты: уксусную, пропионовую, сорбиновую или их соли. С этой же целью рекомендуется вводить в состав теста специальные закваски, состоящие из культур пропионовокислых или молочнокислых бактерий, обладающих помимо подкисляющей способности способностью выделять анабиотические вещества, задерживающие рост и развитие возбудителя. Эффективным является быстрое охлаждение свежевыпеченного хлеба до температуры 10–12 ^{0}С и его хранение при этой же температуре в вентилируемом помещении.

Согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 санитарно-микробиологические требования к различным хлебобулочным изделиям довольно жесткие, особенно к фаршированным различными пищевыми начинками, быстро обсеменяющимися микрофлорой (табл. 16).

Таблица 16. Санитарно-микробиологические требования к хлебобулочным изделиям

Хлебобулочные изделия	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются				Плесени, КОЕ/г, не более
		БГКП (коли-формы)	S. aureus	бактерии рода Proteus	патогенные, в том числе сальмонеллы	
С фруктовыми и овощными начинками	$1x10^3$	1,0	1,0	-	25	50
С творогом, с сыром	$1x10^3$	1,0	1,0	0,1	25	50
Со сливочным заварным кремом	$5x10^3$	0,01	1,0	-	25	50
С мясопродуктами, рыбой, морепродуктами	$1x10^3$	1,0	1,0	0,1	25	50

Крупы, мука и макаронные изделия

Обсемененность различных видов крупы микроорганизмами обусловлена составом микрофлоры перерабатываемого зерна, большую часть которой представляют бактерии (~ 80 %), меньшую – дрожжи, плесени, актиномицеты. Основным представителем бактерий является типичный представитель микрофлоры, повсеместно заселяющий злаковые культуры, – неспорообразующая, палочковидная бактерия Erwinia herbicola, количество которой на зерне достигает 80–90 %.

При соблюдении правил хранения зерна (относительная влажность воздуха в помещении 70–75 %, температура – не более 14–16 ^{0}С) численность обитающих на нем микроорганизмов снижается, тем не менее, Erwinia herbicola остается преобладающей формой, что в принципе считается показателем его хорошего качества. Отметим, что в процессе хранения зерна изменяется качественный состав плесневых грибов: на место изначально присутствующей на свежеубранном зерне плесени, относящейся к родам Alternaria, Cladosporium, Helminthosporium, Ascochyta, приходят аспергиллы и пенициллы.

В процессе приготовления любого вида крупы происходит ее дополнительное обсеменение микрофлорой из окружающей среды. Обычно крупы содержат 10^4–10^5 бактерий и 10^2–10^3 спор грибов в 1 г.

При длительном хранении крупа портится от воздействия микрофлоры, развивающейся на ней при повышенной влажности. При этом преобладают те микроорганизмы, для которых при повышенной влажности устанавливается благоприятная именно для них температура. Следует иметь в виду, что на крупе, выработанной из пропаренного зерна, плесени развиваются интенсивнее, нежели на крупе из непропаренного зерна. Плесневение круп – один из самых неблагоприятных видов микробных пороков для этого вида пищевой продукции, так как развитие плесеней приводит к ухудшению качества и технологических свойств круп вследствие накопления ими микотоксинов. Плесневение круп происходит на несколько месяцев позднее при их хранении в условиях пониженной температуры (4–5 ^{0}С).

Муку относят к продуктам, не стойким по отношению к микроорганизмам, способным вызвать ее порчу. Развитие микроорганизмов порчи в муке замедляется при соблюдении режима хранения – при относительной влажности воздуха, не превышающей 70 %.

Основные виды порчи муки, связанные с нарушением правил ее хранения: плесневение, прокисание и прогоркание. Два первых типа порчи связаны с нарушением влажностного режима и влекут за собою в первом случае развитие плесеней, относящихся к родам Aspergillus и Penicillium и способных активно развиваться в муке даже при незначительном увеличении влажности, во втором случае – развитие бактериальных культур, спо-

собных подкислять субстрат, образовывая молочную, уксусную, пропионовую и другие кислоты. Прогоркание муки происходит вследствие развития микрофлоры либо за счет окисления липидов кислородом воздуха при участии фермента липоксигеназы, содержащегося в муке.

Согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 мука и крупы, требующие варки, должны обладать строго определенными показателями безопасности, среди которых микробиологические имеют существенное значение (табл. 17).

Таблица 17. Санитарно-микробиологические показатели безопасности муки и круп

Наименование	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются			Плесени, КОЕ/г, не более	Дрожжи, КОЕ/г, не более
		БГКП (колиформы)	S. aureus	патогенные, в том числе сальмонеллы		
Крупы необработанные: рисовая, гречневая, овсяная, пшеничная, ячменная	$2,5x10^4$	1,0	-	25	100	100
Крупа манная	$1x10^4$	1,0	1,0	25	50	50
Мука необработанная: рисовая, гречневая, овсяная, ржаная	$5x10^4$	0,1	-	25	200	100
Мука обработанная: рисовая, гречневая, овсяная, ржаная	$1x10^4$	1,0	1,0	25	50	10

Помимо жестких требований к содержанию в муке различных видов токсичных элементов (Pb, As, Cd и Hg – не более 0,5, 0,2, 0,1 и 0,03 мг/кг продукта соответственно), радионуклидов (Cs-137 и Sr-90 – не более 60 и 30 Бк/кг соответственно), микотоксинов (в частности Т-2-токсина, зеараленона и афлатоксина В1 – не более 0,1, 0,2 и 0,005 мг/кг соответственно), пестицидов (в частности метаболитов ДДТ – не более 0,05 мг/кг продукта), в ней не допускается присутствие вредителей хлебных злаков (насекомых, клещей), а в пшеничной муке спустя 36 ч после пробной лабораторной выпечки не допускается наличие возбудителя картофельной болезни хлеба.

Требования к макаронным изделиям в зависимости от технологии их приготовления содержатся в СанПиН 2.3.2.1078-01 (табл. 18).

Таблица 18. Санитарно-микробиологические требования к макаронным изделиям

Макаронные изделия:	КМА-ФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются			Дрожжи и плесени (сумма), КОЕ/г, не более
		БГКП (коли-формы)	S. aureus	патогенные, в том числе, сальмонел-лы	
Яичные	-	-	-	25	-
С добавками на молочной основе	$5x10^4$	0,01	0,1	25	-
С добавками на растительной основе	$5x10^4$	0,1	-	25	-
Безбелковые	$1x10^5$	0,01	-	25	200

Макаронные изделия получают из пшеничной муки, воды и различных добавок, улучшающих их вкус и сохранность. Сохранять этот вид пищевой продукции возможно довольно продолжительное время, так как она содержит обычно от 11 до 13 % влаги. В то же время порча макаронных изделий может происходить как при нарушении технологии их приготовления, так и в процессе хранения.

Источником микробного поражения макаронных изделий в процессе приготовления могут стать все виды сырьевых ресурсов (мука, вода, добавки, в частности яйца), а также тестомесильная и формовочная аппаратура. Обсеменение макаронных изделий микроорганизмами может происходить и в процессе их хранения при нарушении влажностного режима, в результате чего макароны могут испортиться в связи с развитием плесневых грибов родов Aspergillus, Penicillium, Rhizopus, а также сенной палочки, молочнокислых бактерий и других представителей микрофлоры. Помимо плесневения и прокисания макаронные изделия могут заселить дрожжи, вызвав изменение их окраски (фиолетовые полосы на поверхности).

Для выпуска доброкачественной продукции все сырьевые ресурсы, необходимые в производстве макарон, подвергают санитарно-микробиологической оценке. Кроме этого, дважды в месяц исследуют воздух всех производственных помещений, в 1 $м^3$ которого должно содержаться не более 500 микроорганизмов, среди которых не допускается присутствие

спор и конидий плесневых грибов. Чистота аппаратуры проверяется визуально или микроскопированием последней промывной воды.

Сахар и кондитерские изделия

В сахарном производстве источниками проникновения микроорганизмов порчи являются сырье и оборудование, используемое в технологическом процессе. Так, сахарная свекла (сырьевой ресурс сахарного производства) поражается микроорганизмами прижизненно, а также в процессе обработки и хранения. Плесени способны растворять клеточные оболочки свеклы, подготавливая благоприятные условия для существования разнообразных бактерий. Чаще всего среди них встречаются молочнокислые бактерии рода Leuconostoc, являющиеся самыми опасными вредителями, так как способны выдерживать температуру 90 ^{0}С, в связи с чем происходят потери сахара. Опасным для сахарного производства является повторное использование воды, обуславливающее резкий рост количества микроорганизмов порчи.

Наиболее благоприятные условия для размножения некоторых микроорганизмов создаются в диффузионных аппаратах, связанных с извлечением сахара из измельченной свеклы. Туда они проникают с частичками почвы в результате плохого качества мойки и с водой. Микроорганизмы, задерживающиеся в диффузионных аппаратах, накапливаются в соке, задерживая процесс кристаллизации сахара. В соке диффузионного аппарата могут протекать спиртовое брожение, обусловленное развитием дрожжей при пониженной температуре, а также подкисление и газообразование с последующим ослизнением сахарного сиропа при размножении термофильной капсулообразующей бактерии из рода Leuconostoc.

С целью недопущения потерь сахара вся технологическая цепочка при его производстве подлежит строгому санитарно-гигиеническому контролю, включающему оценку обсемененности микроорганизмами сырьевых ресурсов и аппаратурного обеспечения.

Для диагностики чистоты сахарного сока в диффузионных аппаратах помимо классических методов микробиологии применяют экспресс-контроль – резазуриновую пробу, основанную на способности этого индикатора обесцвечиваться при большом количестве микроорганизмов.

Санитарно-микробиологические требования, предъявляемые к кондитерским изделиям, приготовленным на основе сахара без использования масел, представлены в табл. 19, а при использовании сливок или сливочного масла – в табл. 20 (СанПиН 2.3.2.1078-01).

В производстве различных видов кондитерских изделий микроорганизмы не принимают участия, однако могут стать причиной порчи готовых изделий, попав в них из некачественного сырья, с аппаратуры, а также при нарушении санитарных правил и норм через обслуживающий персонал.

Так, мармелады, в связи с их повышенной влажностью подвержены порче плесневыми грибами, для борьбы с которыми применяют сорбиновую кислоту. Варенье и джемы из вишни, клубники, слив, яблок, груш, ревеня портятся под влиянием дрожжей, молочнокислых и уксуснокислых бактерий, поэтому их следует дополнительно пастеризовать. Так как в составе клюквы и брусники содержится природный антисептик – около 0,06 % бензойной кислоты, варенье, приготовленное на основе этих ягод, очень стойко при хранении.

Таблица 19. Санитарно-микробиологические показатели безопасности некоторых видов конфет

Наименование	КМА-ФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются		Дрожжи, КОЕ/г, не более	Плесени, КОЕ/г, не более
		БГКП (коли-формы)	патогенные, в том числе, сальмонел-лы		
Конфеты неглазированные помадные, молочные	$5x10^3$	1,0	25	10	50
Конфеты на основе пралине, на кондитерском жире	$1x10^4$	0,01	25	50	100
Драже всех наименований	$1x10^4$	0,1	25	50	50
Карамель неглазированная с различными видами начинок	$5x10^2$	1,0	25	50	50
Ирис всех наименований	$1x10^3$	1,0	25	10	10
Пастила, зефир, мармелад неглазированные	$1x10^3$	0,1	25	50	100
Шоколад обыкновенный и десертный	$1x10^4$	0,1	25	50	50

В связи с плотной консистенцией, высокой концентрацией сахаров и пониженной влажностью шоколадные конфеты, карамель и некоторые виды конфет очень длительное время не подвергаются микробной порче. Однако конфеты, имеющие повышенную влажность, весьма плохо хранятся, так как вспучиваются спустя 3–4 дня хранения под воздействием развивающихся в них газообразующих бактерий.

Кондитерские изделия, приготовленные на основе сливочного и заварного кремов, представляют собою очень хорошую питательную среду для развития микроорганизмов, в том числе патогенных. Особенно опасен термоустойчивый золотистый стафилококк Staphylococcus aureus, способный выделять токсины, не портящие внешний вид продукции. Молоко и сливки, идущие на производство кремовых изделий и конфет, могут стать причиной и других токсикоинфекций, что связано с несоблюдением санитарно-гигиенических требований к сырьевым ресурсам производства и технологическим процессам.

Поэтому к кондитерскому производству предъявляют очень серьезные требования, которые включают контроль чистоты сырьевых ресурсов, особенно необходимый в производстве кремовых изделий, а также строгий контроль аппаратуры, производственных помещений, воздуха, аппаратурного оснащения и рук обслуживающего персонала.

Таблица 20. Санитарно-микробиологические показатели безопасности кондитерских изделий с использованием сливочного масла

Наименование продукции	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются			Дрожжи, КОЕ/г, не более	Плесени, КОЕ/г, не более
		БГКП (коли-формы)	S. aureus	патогенные, в том числе сальмонеллы		
Торты и различные пирожные со сливочной отделкой	$5x10^4$	0,01*	0,01*	25	100	50

*Примечание. * – В 0,1 г продукта не допускаются со сроком хранения 5 и более суток.*

Сырьевые ресурсы кондитерского производства контролируют как на общую микробную обсемененность, так и на содержание СПМ. При этом в молоке и сливках, используемых в кондитерском производстве, не

допускается присутствие золотистого стафилококка. Наличие этого микроорганизма, а также бактерий группы кишечной палочки не допускается и в готовых кондитерских изделиях, изготовленных на основе кремов.

Безалкогольные и алкогольные напитки

К безалкогольным напиткам относят несброженные натуральные *соки* из свежих плодов и ягод. Полученные соки содержат остаточную микрофлору сырья, которая изменяется при различных технологических операциях: уменьшается за счет мойки и фильтрования и увеличивается за счет прессования плодов и ягод. Соки – благоприятная питательная среда для многих микроорганизмов, поэтому их в обязательном порядке пастеризуют.

Но даже пастеризованные соки, сохраняемые при рекомендованной температуре хранения 2–10 ^{0}С, достаточно быстро подвергаются микробной порче, особенно из-за активно развивающихся дрожжей, относящихся к различным родам, в том числе Saccharomyces, Shizosaccharomyces, Candida. Результатом их развития является изменение органолептических свойств сока, он становится мутным, приобретает посторонние неприятный вкус и запах.

Помимо дрожжевых культур в соках развиваются молочнокислые и реже уксуснокислые бактерии с образованием соответствующих продуктов брожения, что необратимо портит их вкус. Соки могут стать тягучими и ослизняться за счет развития бактерий рода Leuconostoc. Развитие в соках грибов рода Penicillium приводит к их плесневению.

Чтобы предотвратить порчу натуральных соков, в технологический процесс включают их обработку УФО, ультразвуком или зарекомендовавшими себя консервантами – бензойной и сорбиновой кислотами и их солями.

Вследствие того что соки относятся к быстро портящимся продуктам, их микробиологические показатели строго нормируются. Так, титр БГКП для соков равен 300 см^3.

Квас является слабоалкогольным напитком, полученным за счет параллельно идущих спиртового и молочнокислого брожения. Порча кваса происходит при развитии в нем бактерий рода Leuconostoc, уксуснокислых и термоустойчивых кислотообразующих бактерий, а также дрожжей рода Candida. Длительное хранение кваса возможно лишь при проведении пастеризации. Требования к его качеству по микробиологическим показателям довольно высокие: титр E. coli 10–100 см^3, присутствие слизеобразующих бактерий не допускается.

Пиво также относят к слабоалкогольной продукции. Технология получения пива включает процесс солодоращения, варку пивного сусла и его сбраживание, созревание, фильтрацию и розлив. Сусло и готовая про-

дукция в течение всего технологического процесса подвержены воздействию посторонней микрофлоры, поступающей из воздуха, воды, с засевными дрожжами, с аппаратурного оснащения и тары. Развитие этих микроорганизмов в сусле или пиве в значительной степени задерживается в связи с их естественной устойчивостью, обусловленной бактерицидным действием хмелевых смол, низким (4,1–4,4) уровнем кислотности, низкой температурой, отсутствием кислорода, избыточным содержанием CO_2 и присутствием спирта.

Порчу пива способны вызвать дрожжи, среди которых наибольшую опасность представляет Candida mycoderma, окисляющая спирт, образующийся в пиве, до CO_2 и воды. Опасны для пива молочнокислые и уксуснокислые бактерии. Первые вызывают помутнение, прокисание, иногда ослизнение пива, вторые, окисляя спирт в уксусную кислоту, образуют на поверхности пива пленку и слизь.

Общий санитарно-гигиенический контроль технологического процесса при производстве пива направлен на систематическую микробиологическую проверку воды, воздуха и аппаратуры производственных помещений, а также чистоты рук обслуживающего персонала на наличие БГКП. Микробиологический контроль готового продукта включает оценку по показателям: КМАФАнМ, БГКП (колиформы), патогенные микроорганизмы, а также микроорганизмы порчи (табл. 21).

Таблица 21. Санитарно-микробиологические показатели безопасности различных видов пива

Наименование пива	КМАФАнМ, КОЕ/100см^3, не более	Объем или масса продукта (см^3, г), в которой не допускаются		
		БГКП (колиформы)	патогенные, в том числе сальмонеллы	дрожжи и плесени
Разливное	-	1,0	25	-
Непастеризованное в кегах	-	3,0	25	-
Непастеризованное в бутылях	-	10,0	25	-
Пастеризованное и обеспложенное	500	10,0	25	40

Предотвращение порчи пива предполагает его пастеризацию, а также обработку СВЧ и применение консерванта – сорбиновой кислоты.

Вина получают путем сбраживания виноградного или плодово-ягодных соков. Сбраживание осуществляют чистые культуры дрожжей,

относящиеся к виду Saccharomyces vini, оптимум их развития 13–15 ^{0}C. Для производства хереса применяют другой вид сахаромицетов – Saccharomyces oviformis с температурным оптимумом 16–20 ^{0}C. При производстве некоторых вин используется смешанная дрожжевая флора.

Источники инфекции при производстве вин: сырье, вода, оборудование и аппаратура, руки обслуживающего персонала, а также одежда и обувь, не отвечающие санитарным требованиям. В связи с этим производственные цеха, сырьевые ресурсы и прочее подлежат обязательной проверке на соответствие санитарным нормам.

В процессе жизнедеятельности дрожжей, благодаря осуществляемым ими ферментативным процессам и образованию эфиров, создается букет вина – сочетание определенного приятного вкуса и аромата. Полученный виноматериал подлежит очень длительной процедуре – созреванию, идущему в присутствии незначительного содержания кислорода. Содержание последнего регулируется за счет высокого содержания CO_2 и SO_2.

Нежелательные изменения состава, вкуса и аромата вин вызывают различные посторонние микроорганизмы. Их развитие в готовом продукте способствует ухудшению его качества, а иногда провоцирует полную порчу продукции. Болезни вин вызывают микроорганизмы, способные активно развиваться в условиях повышенных спиртосодержания и кислотности. Среди вредителей вин: дрожжи, бактерии и грибы.

К дрожжевым болезням вин относятся помутнение, цвель и понижение кислотности.

Помутнение обусловлено развитием в вине дрожжей родов Candida, Bretanomyces, Pichia и других, которым чаще всего сопутствуют уксуснокислые бактерии. В результате развития этого порока в вине снижается содержание спирта и кислот. Для получения столовых вин, стойких к микробному помутнению, рекомендуется применять холодную стерилизацию и сульфитацию.

Цвель вина вызывают пленчатые дрожжи родов Candida и Pichia. Развитие этих микроорганизмов происходит в неполно налитой вином таре. Поверхность вина покрывается постепенно утолщающейся морщинистой серовато-белой пленкой. Предупреждение цвели основано на прекращении доступа кислорода к пленчатым дрожжам.

Понижение кислотности свойственно свежим плодово-ягодным сокам, содержащим преимущественно яблочную кислоту и заготовляемым на длительное хранение при недостаточном сульфитировании, или бродящему суслу. Возбудители порчи – дрожжи рода Shizosaccharomyces. В соках с повышенным содержанием лимонной кислоты (смородиновом, крыжовенном, малиновом и земляничном), а также в соках, в которых вообще отсутствует яблочная кислота (брусничном, клюквенном, ежевичном), понижения кислотности практически не происходит.

Бактерии способны вызывать разнообразные, очень опасные болезни вин: ослизнение, прогоркание, прокисание, маннитное брожение, ожирение.

Ослизнение вин происходит при развитии смешанных популяций микроорганизмов, склонных к слизеобразованию. Среди них: микрококки, молочнокислые бактерии, относящиеся к роду Leuconostoc, и плесени. Слизеобразование чаще всего происходит в белых молодых винах. Этот вид винного порока предупреждают добавлением танинов или сульфитацией.

Возбудитель винного *прогоркания* – Bacillus amaracrylus. При развитии данного порока в вине образуется осадок, оно горчит и приобретает неприятный запах летучих кислот. Предупреждают прогоркание вин сортированием винограда с тщательной выбраковкой заболевших ягод и, применением стерильного розлива.

Прокисание вин обеспечивают уксуснокислые или молочнокислые бактерии. В борьбе с этими пороками, как и со многими другими, важно не лечение, а предотвращение болезни. Поэтому основными мерами борьбы являются эффективный санитарно-гигиенический контроль чистоты тары и аппаратуры, своевременная выбраковка больного сырья, строгое соблюдение технологического режима производства. Лечение прокисших вин возможно только в самом начале развития болезни. С этой целью применяют пастеризацию, сульфитацию, фильтрование и подкисление.

Маннитное брожение поражает малокислотные красные вина. Заболевание могут вызвать представители родов Leuconostoc и Lactobacillus. Фруктоза и другие сахара переводятся ими в маннит, вино мутнеет, приобретая запах разлагающихся фруктов и острый кисло-сладкий вкус. В этом случае профилактические мероприятия такие же, как и при других видах бактериальных болезней.

Возбудители ожирения вина – виды рода Leuconostoc, из-за которых сахароза превращается в декстран. В результате вино приобретает консистенцию яичного белка, но его букет не исчезает. Ожирение вина легко лечится либо введением танина при слабом развитии болезни, либо при сильном ее течении удалением образовавшейся слизи переливанием вина через разбрызгиватель с сильной аэрацией и последующей сульфитацией, а также соблюдая все положенные на этом этапе технологические приемы.

Качество вина зависит и от развития на виноградных гроздьях грибов вида Botrytis cinerea. При этом гриб способен влиять на качество вина положительно, вызывая так называемую благородную гниль винограда, либо отрицательно, способствуя развитию серой гнили. Условия для развития благородной гнили имеются только в некоторых районах Франции и Германии.

В связи с большим количеством пороков, которым подвержены вина, очень важны санитарно-микробиологический контроль, заключающийся в

обнаружении источников и очагов инфекции на производстве с целью их своевременного устранения, а также раннее распознавание болезней вин для их лечения и борьбы с вредной микрофлорой.

Для определения содержания посторонних микроорганизмов в 1 мл вина пробы высевают на плотные питательные среды. Больными винами считаются зараженные бактериями (5 и более в поле зрения) и содержащими летучие кислоты: более 1,5 г/л в белых винах и более 2,0 г/л – в красных.

Общие правила предохранения вин от микробной порчи:

- пастеризация;
- использование антисептиков (SO_2, сорбиновой кислоты и ее солей);
- холодная стерилизация (обработка ультразвуком, УФО и γ-лучами ^{60}CO).

Важнейшими показателями качества вин, водки, а также других спиртных напитков, в том числе пива, являются санитарно-химические показатели, по которым допустимый уровень содержания в этой продукции токсичных элементов и опасных для здоровья человека химических соединений не должен превышать, мг/кг:

- по токсичным элементам (Pb – 0,3, по As – 0,2, по Cd – 0,03, по Hg – 0,005);
- хинину (для спиртных напитков, содержащих хинин) – 300;
- нитрозаминам (для пива) – 0,003;
- радионуклидам (Бк/л) – Cs-137 – 70, Sr-90 – 100;
- метанолу (%, в пересчете на чистый спирт) – для водки – 0,05, для коньяка – 1,0.

Плоды и овощи

Этот вид пищевых продуктов поражается микроорганизмами еще прижизненно, а также в процессе транспортировки и хранения. Чаще всего плодоовощная продукция подвергается гниению, что обусловлено преимущественно развитием плесневых грибов и реже – дрожжей и бактерий. Процесс порчи плодов и овощей, инициируемый грибами, нередко продолжают бактерии. В то же время плодоовощную продукцию поражают специфические заболевания, так называемые бактериозы, вызываемые спорообразующими и неспороносными бактериями (подраздел «Характеристика лекарственного сырья»).

Порча плодов и овощей может быть и вирусной природы. Ущерб, приносимый плодоовощной продукции вирусами, существенно меньший, чем при ее грибном и бактериальном поражении, так как плоды и овощи, пораженные вирусами, выбраковывают еще во время их вегетации или в период уборки.

Сведения о санитарно-микробиологических требованиях к качеству различных видов овощей (СанПиН 2.3.2.1078-01) приведены в табл. 22.

Кроме этого, к плодоовощной продукции предъявляются очень серьезные требования:

- по содержанию нитратов, мг/кг, не более: 250 (картофель), 900 (ранняя капуста), 500 (поздняя капуста), 150 (огурцы и томаты в незащищенном грунте), 1400 (свекла столовая), 80 (лук репчатый), 2000 (листовые овощи), 400 (кабачки), 60 (арбузы), 90 (дыни);
- по содержанию токсичных элементов, мг/кг, не более: Pb – 0,5, As – 0,2, Cd – 0, 03, Hg – 0,02;
- по содержанию гексахлорциклогексана, ДДТ и его метаболитов: не более 0,1 мг/кг;
- по содержанию радионуклидов (картофель и овощи), Бк/кг, не более: по цезию-137 – 120 и по стронцию-90 – 40.

Таблица 22. Санитарно-микробиологические показатели безопасности овощей

Вид овощей	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются		Дрожжи КОЕ/г, не более	Плесени КОЕ/г, не более	Примечание
		БГКП (коли-формы)	патогенные, в том числе сальмонеллы			
Овощи и картофель свежие цельные	$1x10^4$	1,0	25	$1x10^2$	$1x10^2$	L. monocytogenes в 25 г не допускается
Овощи зеленые и листовые быстрозамороженные	$5x10^5$	0,01	25	$5x10^2$	$5x10^2$	То же, в бланшированных

К основным видам сохранения плодоовощной продукции относятся заквашивание, маринование и засолка. При мариновании искусственно создается кислая среда за счет введения в рассол различных видов пищевых кислот. В то же время в процессе квашения, например капусты, или в процессе посола огурцов за счет развития молочнокислых бактерий образуется молочная кислота, обладающая мягкими консервирующими свойствами, придающими продукции приятный вкус и аромат.

Для предотвращения развития на поверхности сквашиваемого или засаливаемого продукта плесневых грибов или дрожжей, потребляющих молочную кислоту, и предупреждения дальнейшего окисления, следует ограничить доступ воздуха и ввести в состав рассола сорбиновую кислоту.

Помимо плесневения плодоовощные заготовки могут ослизняться и размягчаться, что происходит под воздействием специфических пектинразлагающих ферментов. Кроме того, известна порча соленых огурцов, обусловленная их вздутием под воздействием микроорганизмов, способных к повышенному газообразованию, в частности БГКП. Прогорклый вкус сквашенной плодоовощной продукции придают маслянокислые бактерии, способные развиваться при низкой температуре заквашивания.

В производственных условиях следует постоянно контролировать технологический процесс получения таких консервов, осуществляя проверку кислотности (пониженная кислотность благоприятна для размножения маслянокислых и гнилостных бактерий) и наличия посторонней микрофлоры.

Меры борьбы с посторонней микрофлорой плодоовощных консервов заключаются в поддержании благоприятного температурного режима. Квашеную капусту рекомендуется хранить при температуре 0…-2 ^{0}С, соленые огурцы – при –1…+1 ^{0}С.

Масла, жиры

Источником получения жиров и масел являются сырьевые ресурсы растительного и животного происхождения. Среди животных жиров различают свиной, бараний и говяжий, а также сливочное масло.

На качестве животных жиров отражается содержание посторонней микрофлоры в исходном сырье, которая способна вызвать порчу готовой продукции. Особенно это относится к производству сливочного масла.

При недостаточной пастеризации молока и сливок, использовании неочищенной соли и некачественной воды в готовую продукцию могут перейти различные патогенные микроорганизмы и вызвать порчу сливочного масла еще в процессе его приготовления. Так, в результате развития в сливочном масле флуоресцирующих бактерий происходит разложение белков и жиров, что способствует его прогорканию.

В готовом масле могут долгое время сохраняться патогенные микроорганизмы, нарушающие деятельность ЖКТ и приводящие к развитию серьезных заболеваний. Основной вид порчи всех видов животных жиров – плесневение, вызываемое развитием грибов, относящихся к родам Aspergillus и Penicillium.

При изготовлении растительных жиров используют плоды и семена масличных растений. При этом микроорганизмы не участвуют в производственном процессе, но могут стать причиной порчи при хранении готовой

продукции. В процессе хранения растительного масла образуется осадок – питательная среда для анаэробной микрофлоры, способствующей его прогорканию и приобретению им неприятного запаха.

При производстве жиров и масел следует контролировать сырьевые ресурсы на общую степень их обсемененности микрофлорой и содержание СПМ, вовремя дезинфицировать аппаратурное оснащение, контролировать воздух производственных помещений, следить за чистотой складских помещений и упаковочных материалов, а также за личной гигиеной обслуживающего персонала.

Санитарные требования к различным видам масел и жиров изложены в табл. 23, подготовленной по материалам СанПиН 2.3.2.1078-01.

Таблица 23. Санитарно-микробиологические показатели безопасности различных видов масла и жира

Наименование	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются			Плесени, КОЕ/г, не более	Дрожжи, КОЕ/г, не более
		БГКП (коли-формы)	S. aureus	патогенные, в том числе сальмонеллы		
Масло подсолнечное рафинированное дезодорированное	500	1,0	1,0	25	100	1,0
Масло кукурузное рафинированное дезодорированное	100	1,0	1,0	25	20	1,0
Масло соевое	100	1,0	-	25	20	1,0
Масло коровье, высший сорт	$1x10^4$	0,1	1,0	25*	100	-
Жир птичий, топленый	$1x10^2$	1,0	1,0	25	-	-

*Примечание. * – Дополнительно выявляется L. monocytogenes.*

Консервированные пищевые продукты

Консервы делят на 5 групп: А, Б, В, Г, Д, Е. В (СанПиН 2.3.2.1078-01), в зависимости от состава консервированного пищевого продукта, величины активной кислотности (pH) и содержания сухих веществ.

Пищевые продукты, укупоренные в герметичную тару, подвергнутые тепловой обработке, обеспечивающей микробиологическую стабильность и безопасность продукта при хранении и реализации в нормальных (вне холодильника) условиях, относятся к полным консервам (группы А, Б, В, Г, Е).

Пищевые продукты, укупоренные в герметичную тару, подвергнутые тепловой обработке, обеспечивающей гибель нетермостойкой неспорообразующей микрофлоры, уменьшающей количество спорообразующих микроорганизмов и гарантирующей микробиологическую стабильность и безопасность продукта в течение ограниченного срока годности при температурах 6 ^{0}С и ниже, являются полуконсервами (группа Д).

Отбор проб консервов и подготовка их к лабораторным исследованиям на соответствие требованиям безопасности по микробиологическим показателям проводятся:

- после осмотра и санитарной обработки;
- проверки герметичности;
- термостатирования консервов;
- определения внешнего вида консервов после термостатирования.

Критерием безопасности консервированных пищевых продуктов (промышленная стерильность) является отсутствие в консервированном продукте микроорганизмов, способных развиваться при температуре хранения, установленной для конкретного вида консервов, и микроорганизмов и микробных токсинов, опасных для здоровья человека.

Группа А включает:

- консервированные пищевые продукты (pH = 4,2 и выше);
- овощные, мясные, мясорастительные, рыборастительные и рыбные консервированные продукты с нелимитируемой кислотностью, приготовленные без добавления кислоты;
- компоты, соки и пюре из абрикосов, персиков и груш (pH = 3,8 и выше);
- сгущенные стерилизованные молочные консервы; консервы со сложным сырьевым составом (плодово-ягодные, плодоовощные и овощные с молочным компонентом).

В группу Б входят консервированные томатопродукты:

- неконцентрированные (цельноконсервированные томаты, томатные напитки) с содержанием сухих веществ менее 12 %;
- и концентрированные с содержанием сухих веществ 12 % и более (томатная паста, томатные соусы, кетчупы и др.).

Требования безопасности к этим двум группам консервов изложены в табл. 24.

Таблица 24. Микробиологические показатели безопасности (промышленная стерильность) полных консервов групп А и Б

Выявленные микроорганизмы	Консервы общего назначения	Консервы детского и диетического питания
Спорообразующие МАФАнМ группы B. subtilis	Отвечают требованиям промышленной стерильности. Количество этих микроорганизмов должно быть не более 11 клеток в 1 г (см^3) продукта	
Спорообразующие МАФАнМ группы B. cereus и (или) B. polymyxa	Не отвечают требованиям промышленной стерильности	
Мезофильные клостридии	Отвечают требованиям промышленной стерильности, если выявленные микроорганизмы не относятся к C. botulinum и (или) C.perfringens. Допускаемое количество клостридий – не более 1 клетки в 1 г (см^3) продукта	Не отвечают требованиям промышленной стерильности при обнаружении в 10 г (см^3) продукта
Неспорообразующие микроорганизмы и (или) плесневые грибы, и (или) дрожжи	Не отвечают требованиям промышленной стерильности	
Плесневые грибы, дрожжи, молочно-кислые микроорганизмы (при посеве на эти группы)	-	Не отвечают требованиям промышленной стерильности
Спорообразующие термофильные анаэробные, аэробные и факультативно-анаэробные	Отвечают требованиям промышленной стерильности, но температура хранения не должна быть выше 20 ^{0}С	То же

В группу В включают консервированные слабокислые овощные маринады, соки, салаты, винегреты и другие продукты (pH = 3,7…4,2), в том числе огурцы консервированные, овощные и другие консервы с регулируемой кислотностью; в группу Г – консервы овощные (pH ниже 3,7), фруктовые и плодово-ягодные пастеризованные, консервы для общественного питания с сорбиновой кислотой и pH ниже 4,0; консервы из абрикосов, персиков и груш (pH ниже 3,8); соки овощные (pH ниже 3,7), фруктовые (из цитрусовых), плодово-ягодные, в том числе с сахаром, натуральные с мякотью, концентрированные, пастеризованные; соки консервированные из абрикосов, персиков и груш (pH = 3,8 и ниже); напитки и концентраты напитков на растительной основе (pH = 3,8 и ниже), фасованные методом асептического розлива. Единые требования безопасности к этим группам консервов приведены в табл. 25.

Таблица 25. Микробиологические показатели безопасности полных консервов групп В и Г

Выявленные микроорганизмы	Группа В	Группа Г
Газообразующие спорообразующие МАФАнМ группы B. polymyxa	Не отвечают требованиям промышленной стерильности	Не определяются
Негазообразующие спорообразующие МАФАнМ	Отвечают требованиям промышленной стерильности при определении этих микроорганизмов в количестве не более 90 КОЕ/ г (см^3) продукта	То же
Мезофильные клостридии	Отвечают требованиям промышленной стерильности, если выявленные микроорганизмы не относятся к C. botulinum и (или) C. perfringens. Допускаемое количество клостридий – не более 1 клетки в 1 г (см^3) продукта	То же
Неспорообразующие микроорганизмы и (или) плесневые грибы, и (или) дрожжи	Не отвечают требованиям промышленной стерильности	

Консервы группы Д представлены пастеризованными мясными, мясорастительными, рыбными и рыборастительными консервированными продуктами: шпик, соленый и копченый бекон, сосиски, ветчина и др. Сани-

тарно-микробиологические требования для консервов этой группы приведены в табл. 26.

Таблица 26. Микробиологические показатели безопасности полуконсервов группы Д

Показатели	Допустимый уровень, отвечающий требованиям промышленной стерильности
КМАФАнМ	Не более 2 х 10^2 КОЕ/г ($см^3$)
БГКП (колиформы)	Не допускается в 1 г ($см^3$) продукта
B. cereus	Не допускается в 1 г ($см^3$) продукта
Сульфитредуцирующие клостридии	Не допускается в 0,1 г ($см^3$) продукта; для рыбных полуконсервов не допускается в 1,0 г ($см^3$)
S. aureus	Не допускается в 1 г ($см^3$) продукта
Патогенные, в том числе сальмонеллы	Не допускается в 25 г ($см^3$) продукта

Санитарно-микробиологические показатели безопасности консервов группы Е, куда входят пастеризованные газированные фруктовые соки и газированные фруктовые напитки (pH = 3,7 и ниже), приведены в табл. 27.

Таблица 27. Микробиологические показатели безопасности консервов группы Е

Показатели	Допустимый уровень, отвечающий требованиям промышленной стерильности
КМАФАнМ	Не более 50 КОЕ/г ($см^3$)
Молочнокислые микроорганизмы	Не допускается в 1 г ($см^3$) продукта
БГКП (колиформы)	Не допускается в 1000 г ($см^3$) продукта
Дрожжи	Не допускается в 1 г ($см^3$) продукта
Плесени	Не более 50 КОЕ/г ($см^3$)

Молочные питьевые продукты (молоко, сливки, десерты и т.п.), подвергнутые различным способам теплофизического воздействия и асептическому розливу, составляют самостоятельную группу стерилизованных

продуктов. Такие консервы подвергают отличным от других видов консервов лабораторным испытаниям, на основании которых устанавливают для них требования безопасности (табл. 28).

Таблица 28. Микробиологические показатели безопасности питьевых стерилизованного молока и сливок и других продуктов асептического розлива на молочной основе

Показатели	Условия и допустимые уровни, отвечающие требованиям промышленной стерильности
Термостатная выдержка при температуре 37 ^{0}С в течение 3–5 сут	Отсутствие видимых дефектов и признаков порчи (вздутие упаковки, изменения внешнего вида и др.)
Кислотность, ^{0}Т*	Изменение титруемой кислотности не более чем на 2 ^{0}Т
КМАФАнМ*	Не более 10 КОЕ/г (см^3)
Микроскопический препарат	Отсутствие клеток бактерий
Органолептические свойства	Отсутствие изменений вкуса и консистенции

*Примечание. * – Определяются при проведении санитарно-эпидемиологической экспертизы, при контроле продуктов детского и диетического питания и повторных исследованиях.*

Санитарный контроль помещений пищевой отрасли. Профилактические мероприятия

Все без исключения пищевые производства подлежат обязательному контролю со стороны органов Госсанэпиднадзора. Это то условие, благодаря которому обеспечивается правильное течение технологических процессов и исключается возможность распространения инфекционных заболеваний.

В пищевой отрасли помимо санитарного контроля состояния обслуживающего персонала и выпускаемой различными предприятиями продукции осуществляется контроль чистоты и правильности того или иного вида санитарной обработки производственных и подсобных помещений, имеющегося в них оборудования, тары, транспортных средств. В связи с очень большой скоростью размножения микроорганизмов все оборудова-

ние пищевых производств подлежит тщательной очистке и мытью сразу после завершения технологического процесса или его этапа.

Контроль чистоты оборудования и аппаратуры на пищевых предприятиях производится визуально, на ощупь, а также микроскопированием мазков, взятых стерильным тампоном из труднодоступных мест. При микроскопии мазков в поле зрения допускаются единичные бактерии. После проведения плановой или внеплановой санитарной обработки поверхностей их проверяют на чистоту, определяя коли-титр смывов.

Основными профилактическими мероприятиями, направленными на поддержание санитарного режима на пищевых предприятиях, являются дезинфекция, дезинсекция и дератизация.

Дезинфекция направлена на уничтожение патогенных микроорганизмов. Все дезинфицирующие средства (дезинфектанты) делятся на три группы: физические (высокотемпературное воздействие, ультрафильтрация, облучение), химические и биологические, основанные соответственно на применении антисептиков или антибиотиков.

В пищевой отрасли наибольшее распространение получили химические дезинфектанты, которые могут применяться либо в виде водных растворов, либо в газовой фазе. Дезинфектанты, используемые пищевой промышленностью, должны обладать сильнейшим бактерицидным действием и высокой эффективностью даже при минимальной концентрации и незначительном периоде выдерживания.

Основные дезинфицирующие вещества, используемые на пищевых производствах, можно объединить в группы: фенол и его производные; растворы кислот (соляной и серной, к которым особенно чувствительны вибрионы), щелочей, солей (в частности широко применяемые каустическая или кальцинированная сода); соединения тяжелых металлов (ртути, меди, серебра); газообразные вещества (формальдегид, окись этилена, сернистый ангидрид, β-пропиолактон); галогены и их производные (хлор, гипохлориты, хлорная известь); синтетические вещества (четвертичные аммонийные соединения).

Устойчивость микроорганизмов к дезинфектантам зависит от множества факторов. Среди них: свойства самих микроорганизмов; общее состояние объектов среды их обитания; физико-химические свойства дезинфицирующих средств; время экспозиции и способ обработки.

Помимо отмеченных дезинфектантов в пищевой промышленности применяют и другие дезинфицирующие вещества и приемы. Особое значение в пищевой отрасли имеет чистота тары и упаковочных материалов. Они непосредственно контактируют с пищевой продукцией на этапах технологического процесса, в них же поступают и в торговые точки, и на стол потребителя. Поэтому помимо применения традиционных дезинфектантов, горячей воды или паровой обработки тару и упаковочные материалы дезинфицируют при помощи озонирования, ионизирующего излучения, при-

менения двуокиси азота. Использование таких дезинфектантов не оказывает отрицательного действия на качество пищевой продукции, так как они не адсорбируются поверхностью тары. Тару с шероховатой поверхностью, на которой может накапливаться большое количество микроорганизмов, рекомендуют подвергать радиационной обработке. Кроме того, дезинфекцию полимерных и тканевых упаковочных материалов, деревянной, полимерной и стеклянной тары, а также древесной стружки целесообразно проводить при помощи растворов йодинола. Дезинфекция тары под пищевую продукцию происходит в специальных камерах фумигационного типа, вдали от основных производственных помещений. Процесс фумигации (от лат. fumigo – окуриваю, дымлю) заключается в окуривании тары специальными дезинфектантами – ядовитыми парами, газами и аэрозолями.

При производстве пищевой продукции огромное значение имеет состояние воды, используемой в самых разнообразных технологических процессах. Дезинфекция воды обычно осуществляется методом хлорирования. Хорошо зарекомендовали себя в этом плане озонирование, способствующее приданию воде благоприятных органолептических качеств, и ультрафиолетовое облучение. Отметим, что УФО следует применять только для обработки слабо загрязненной воды.

В помещениях пищевых производств большое значение уделяют чистоте воздуха. В зависимости от характера производства в воздухе помещений пищевой отрасли должно содержаться не более 100–500 бактерий в 1 $м^3$. Дезинфекция воздуха достигается путем его пропускания через специальные фильтры, способные задерживать микрофлору, при использовании химических веществ, не ухудшающих качество продукции и состояние оборудования и, естественно, безвредных для человека, а также с помощью современных приемов обеззараживания: озонирования, ультрафиолетового облучения, применения двуокиси азота или молочной кислоты.

Дополнительно к мерам дезинфекции на предприятиях пищевой промышленности периодически проводят дезинсекцию и дератизацию.

Дезинсекция направлена на уничтожение насекомых – переносчиков опасных инфекций, в том числе желудочно-кишечных (холеры, дизентерии, брюшного тифа), а также яиц гельминтов.

Наибольший вред пищевому производству приносят мухи и тараканы, так как на их теле переносится огромное количество микроорганизмов. Так, на лапках и теле мух обнаруживается не менее 6–7 млн. представителей микрофлоры, среди которых можно всегда обнаружить возбудителей заразных заболеваний человека, так как мухи садятся на нечистоты. В связи с этим с мухами и тараканами на предприятиях пищевой промышленности ведут беспощадную борьбу. Для уничтожения этих видов насекомых применяются различные механические (липкая бумага, мухоловки) и химические средства. Из последних хорошо зарекомендовал себя хлорофос.

Помимо применения истребительных мер на пищевых предприятиях осуществляют меры профилактики, заключающиеся в содержании в чистоте прилегающих территорий, ежедневном вывозе отходов, регулярной обработке мусороприемников 10 %-ной хлорной известью.

Дератизация направлена на уничтожение грызунов (мышей и крыс), не только поедающих сырье и готовую продукцию и способных тем самым нанести значительный урон пищевому производству, но и являющихся переносчиками опасных инфекционных заболеваний, среди которых туляремия, лептоспироз и многие другие. К истребительным мерам борьбы с грызунами относят механические (капканы и ловушки) и химические (ядохимикаты). Профилактические меры заключаются в своевременном ремонте помещений пищевой отрасли, исключающем проникновение грызунов.

Система анализа критических контрольных точек на пищевых предприятиях. Роль санитарного просвещения

Учитывая тот факт, что производство пищевых продуктов, в том числе и животного происхождения, уже давно носит массовый характер, даже незначительные нарушения требований санитарии в процессе их изготовления могут привести к интенсивной микробной контаминации большого количества готовой продукции и в конечном итоге к массовым пищевым отравлениям. Это требует постоянного совершенствования существующих систем контроля за уровнем пищевой гигиены на производстве, которые традиционно представлены тремя основными направлениями:

- обучение персонала, работающего на предприятиях пищевой промышленности;
- санитарная инспекция предприятий;
- лабораторный микробиологический анализ.

Хотя вышеуказанные подходы по контролю производства и качества пищевых продуктов используется в различных странах десятилетиями (в комбинации или поодиночке), эпидемиологическое подтверждение их эффективности незначительно, так как случаи внезапно возникающих эмерджентных пищевых зоонозов (от англ. emergent – внезапно возникающий) растут повсеместно.

Все это привело к разработке более рационального подхода, названного «Система анализа критических контрольных точек пищевого производства» (от англ. «Hazard Analysis Critical Control Points” – HACCP).

Система анализа критических контрольных точек (HACCP) включает в себя основные компоненты:

- *оценку возможной опасности (риска)* микробной контаминации, связанной с выращиванием, заготовкой, первичной переработкой, транспортировкой, хранением, продажей и приготовлением пищевого продукта. При этом под опасностью подразумевается обсемененность пищевого сырья и готового продукта патогенными микроорганизмами или другими бактериями до уровня, опасного для здоровья человека или вызывающего преждевременную порчу продуктов;

- *выявление критической контрольной точки (ККТ)* – под ККТ подразумевается технологическая операция, либо ее этап, на котором должны быть приняты определенные меры профилактики микробной контаминации сырья или продукта;

- *осуществление мероприятий* по санитарно-гигиеническому надзору (мониторингу) за выявленными критическими точками.

Система надзора (мониторинга) за критическими контрольными точками должна строиться с учетом сложившихся на практике условий. Главная задача надзора – осуществлять постоянный контроль критических точек, а также мониторинг за соблюдением технологии, санитарии и гигиены в процессе приготовления продукта. Подобный надзор может включать визуальную инспекцию. Визуальный мониторинг критических контрольных точек, хотя и кажется примитивным, но на практике является зачастую ключевым и эффективным моментом в организации надзора. Он включает, например, проверку чистоты производственных помещений, оборудования для переработки пищевого сырья, работы температурных датчиков и записывающих устройств перед пуском производства образцов сырья на их соответствие вышеназванным требованиям и т.д.

В процессе используют также микробиологические и физико-химические методы исследования. Так, если критической контрольной точкой признано исследование пищевого сырья, то поставщик должен дать гарантии (спецификацию), что оно отвечает существующим санитарно-гигиеническим требованиям. Однако если подобных гарантий нет или это новый поставщик, то покупателю следует проводить микробиологическое исследование.

При мониторинге готовой продукции микробиологический контроль следует ограничить. Значительно большую пользу в отношении безопасности и стабильности продукта даст информация о его составе (pH, активность воды, добавка консервантов и т.д.). В то же время микробиологический контроль необходим, например, при изготовлении продуктов питания для таких категорий потребителей, которые особо чувствительны к пищевым отравлениям, в том числе к эмерджентным пищевым зоонозам (грудные дети и дети дошкольного возраста).

Следует уделять внимание и осуществлять постоянный надзор за чистотой окружающей среды, в которой осуществляется производство пищевых продуктов. Многократно было показано, что через окружающую

среду происходит вторичная контаминация продуктов питания возбудителями эмерджентных пищевых зоонозов. Поэтому постоянный контроль состояния окружающей среды, включая лабораторное исследование смывов с оборудования, стен, проб воды, воздуха и т.д., является более эффективным подходом в предотвращении контаминации пищевого продукта, чем микробиологический анализ уже изготовленного продукта. Особое внимание следует уделять приготовлению таких изделий, которые наиболее часто являются источниками пищевых отравлений человека, например: мясо, птица, яйцо, рыба, рис и др.

В нашей стране службы и термина «ветеринарное здравоохранение» пока не существует. Традиционно (с 1922 г.) в Министерстве здравоохранения вопросы, связанные с безопасностью пищевой продукции, решаются государственной санитарно-эпидемиологической службой. Данное положение вытекает из существующего межведомственного (на 1999 г.) соглашения «О разделении обязанностей между государственной санитарно-эпидемиологической службой Минздрава России и государственной ветеринарной службой Минсельхозпрода России по сертификации продукции животного происхождения».

Принятие закона «О ветеринарии» (1993 г.), закона «О качестве и безопасности пищевых продуктов» (1999 г.), постановления Правительства «О государственном надзоре и контроле в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов» (2000 г.) позволило очертить рамки Госветнадзора. В частности, на него возложен контроль безопасности в ветеринарном отношении пищевых продуктов животного происхождения (мяса и мясопродуктов, молока и молокопродуктов, сырых яиц и продуктов их первичной переработки, рыбы и морепродуктов, продуктов пчеловодства), а также безопасности в ветеринарном отношении условий заготовки пищевых продуктов животного происхождения, подготовки их к производству, изготовления, ввоза на территорию РФ, хранения, транспортировки и поставок.

В настоящее время в России акцент делается на надзор и контроль конечной пищевой продукции, которая сопровождается различными «нормативными документами»:

- удостоверениями качества и безопасности, выдаваемыми изготовителем;
- ветеринарным свидетельством, выдаваемым специалистами Госветслужбы;
- сертификатом соответствия, выдаваемым органами Госстандарта;
- санитарно-гигиеническим заключением, выдаваемым органами Санэпидемслужбы;
- свидетельством о регистрации, выдаваемым Госветнадзором и Госсанэпиднадзором.

Практический опыт многих стран подсказывает, что профилактика эмерджентных пищевых зоонозов в большой степени зависит не от тотального микробиологического контроля уже готовой пищевой продукции, а от визуальной оценки санитарии и гигиены во время ее производства, хранения, реализации. Огромную роль в предотвращении пищевых зоонозов играет постоянное обучение потребителей, то есть широких слоев населения, принципам пищевой гигиены.

Санитарное просвещение является прерогативой Государственной санитарно-эпидемиологической службы, которая пока больше сосредоточена на надзорных и контрольных мероприятиях, а общая санитарно-гигиеническая культура населения еще невысока. К надежной профилактике не только пищевых зоонозов, но и большинства всех пищевых отравлений микробной этиологии привело бы обучение населения 10 золотым правилам ВОЗ:

1) Выбирать только безопасные пищевые продукты.
2) Тщательно приготавливать пищу.
3) Есть приготовленную пищу без промедления.
4) Тщательно хранить пищевые продукты.
5) Тщательно подогревать приготовленную заранее пищу.
6) Избегать контакта между сырыми и готовыми пищевыми продуктами.
7) Часто мыть руки.
8) Содержать кухню в идеальной чистоте.
9) Хранить пищу защищенной от насекомых, грызунов и других животных.
10) Использовать чистую воду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001. – 571 с.

Ветеринарная микробиология и иммунология: Электронный дидактический комплекс / Е.С. Воронин и др. – НГАУ http://vetfac.nsau.edu.ru/new/uchebnic/microbiology/index.htm (15 окт. 2003).

Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: Методические указания. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. – 38 с.

ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

ГН 2.1.6.1763-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) микроорганизмов-продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов в атмосферном воздухе населенных мест.

Доценко В.А. Практическое руководство по санитарному надзору за предприятиями пищевой и перерабатывающей промышленности, общественного питания и торговли. – СПб.: ГИОРД, 1999. – 496 с.

Жвирблянская А.Ю., Бакушинская О.А. Основы микробиологии, санитарии и гигиены в пищевой промышленности: Учебное пособие. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 206 с.

Загаевский И.С. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии переработки продуктов животноводства. – М.: Агропромиздат, 1989. – 207 с.

Земсков М.В., Соколов М.И., Земсков В.М. Основы общей микробиологии, вирусологии и иммунологии. М.: Колос, 1977. – 312 с.

Источники пищевого белка / Пер. с англ. Н.И. Яковлевой. – М.: Колос, 1979. – 302 с.

Куликовский А.В. Эмерджентные пищевые зоонозы – М.: Крафт$^{+}$, 2004. – 176 с.

Макаров В.А., Фролов В.П., Шуклин Н.Ф. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства. – М.: Агропромиздат, 1991. – 463 с.

Медицинская микробиология / Гл. ред. В.И. Покровский, О.К. Поздеев. – М.: ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 1999. – 1200 с.

Микробиология: Учебник / А.А. Воробьев, А.С. Быков, Е.П. Пашков, А.М. Рыбакова. – М.: Медицина, 1998. – 336 с.

Мир качества: Период. изд. – СПб.: Тест-Принт, 1997. – 304 с.

Мишустин Е.Н., Перцовская М.И., Горбов В.А. Санитарная микробиология почвы. – М.: Наука, 1979. – 304 с.

Моисеева Е.Л. Микробиология мясных и молочных продуктов при холодильном хранении. – М.: Агропромиздат, 1988. – 223 с.

МУ 4.1.727-99. Гигиеническая оценка сроков годности пищевых продуктов.

Мудрецова-Висс К.А., Кудряшова А.А., Дедюхина В.П. Микробиология, санитария и гигиена: Учебник для вузов. – М.: Деловая литература, 2001. – 388 с.

Нецепляев С.В., Панкратов А.Я. Лабораторный практикум по микробиологии пищевых продуктов животного происхождения. – М.: Агропромиздат, 1990. – 223 с.

О качестве и безопасности пищевых продуктов: Федеральный закон. Принят Государственной Думой 1.12.99, одобрен Советом Федерации 23.12.99.

Окружающая среда России на рубеже тысячелетий. Популярный доклад о состоянии окружающей среды в России / И.А. Панкеев и др. – М.: РЭФИА; НИА-Природа (http://eco.priroda.ru/index.php?lng=ru).

О проведении микробиологической и молекулярно-генетической экспертизы генетически модифицированных микроорганизмов, используемых в производстве пищевых продуктов: Постановление № 149 от 16 .09.03 г.

О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон. Принят Государственной Думой 12.03.99, одобрен Советом Федерации 17.03.99.

Практикум по ветеринарной микробиологии / В.А. Байрак, В.М. Беляев, С.С. Гительсон и др. – М.: Колос, 1980. – 216 с.

Практикум по заразным болезням для оператора по ветеринарной обработке животных / Н.А. Радчук, П.И. Пашкин, С.И. Лютинский и др.; Под ред. Г.А. Кононова. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1984. – 318 с.

СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

СанПиН 2.1.5.1059-01. Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения.

СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест.

СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы.

СанПиН 2.3.2.1078-01. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.

СанПиН 2.3.2.1324-03. Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов.

СанПиН 1.1.1058-01. Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемиологических (профилактических) мероприятий.

Сидоров М.А., Билетова Н.В., Корнелаева Р.П. Микробиология мяса, мясопродуктов и птицепродуктов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 208 с.

Справочник по ветеринарно-санитарной экспертизе пищевых продуктов животноводства / В.И. Хоменко, В.Я. Шаблий, Н.К. Оксамитный и др. – К.: Урожай, 1989. – 351 с.

Справочник по санитарной микробиологии / Г.А. Багдасарьян, В.В. Влодавец, Л.В. Григорьева и др. – Кишинев: Картя Молдавеняскэ, 1981. – 206 с.

Технология молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, З.Х. Диланян, Л.В. Чекулаева, Г.Г. Шилер. – М.: Агропромиздат, 1991. – 463 с.

Технология производства и переработки продуктов животноводства / Под ред. Г.М. Туникова . Рязань, 1999. – 430 с.

Технология производства, хранения, переработки и стандартизации продукции животноводства / Под ред. А.Ф. Хрисанова и Д.П. Хайсанова. – М.: Колос, 2000. – 208 с.

Улитенко А. Зависимость качества молока от бактериальной обсемененности // Молочное и мясное скотоводство. – 2003. – № 2. – С.37–40.

Фомин В.Н. Комментарий к Федеральному закону «О техническом регулировании»: Постатейный. – М.: Ось-89, 2003. – 96 с.

Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам: Энциклопедический справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Протектор, 1995. – 624 с.

Хлебников В.И., Жебелева И.А., Криштафович В.И. Экспертиза мяса и мясных продуктов: Учебное пособие. – М.: Дашков и К’’, 2004. – 112 с.

Царенко П.П. Повышение качества продукции животноводства: Пищевые и инкубационные яйца. – Л.: Агропромиздат, 1988. – 240 с.

Шейфер О.Я. Производство и оценка качества шерсти. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 204 с.

УКАЗАТЕЛЬ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ

Абиоз 170
Автотрофы 26
Азотфиксация 39
Алкалофилы 32
Аммонификация 38
Анабиоз 170
Анаболизм 23
Анаэробы 26
Антагонизм 33
Антибиоз 33
Ацидофилы 32
Аэробы 26

Бактериемия 102
Бактериологический метод 48
БГКП 50, 51
Биоз 170
Биологический метод 48
Бомбаж 165
Брожение 36

Вид 15
Вирулентность 100

Гетеротрофы 26
Гигиена 68
Гигиеническая норма 68
Гормоны 24
Гранулы 20

Денитрификация 39

Инфекция 99

Клеточная стенка 19
Коли-индекс 81
Коли-титр 81
Колонизационная резистентность 91
Контроль стерилизации 44, 45

Лофотрихи 22

МАФАнМ, (КМАФАнМ) 154

Мезосомы 20
Мезосапробная зона 80
Мезофилы 28
Микроаэрофилы 26
Микроорганизмы-индикаторы 50
Микроскопический метод 48
Мониторинг 58
Монотрихи 22

НВЧ 154
Нейтрофилы 32
Нитрификация 38
Нуклеоид 20

Олигосапробная зона 80
ОМЧ 56

Паразитизм 33
Патогенность 100
ПДК 61
Перитрихи 22
Полисапробная зона 80
Прокариоты 16
Психрофилы 28
Пылевая фаза 85

Рибосомы 20

Санитария 68
Санитарная микробиология 9, 41
Сапротрофы 26
Сателлизм 33
Септицемия 102
Серологический метод 48
Сертификация 132
Симбиоз 33
Синергизм 33
СПМ 50
Спора 21
Стерилизация 42

Термофилы 29
Тилакоиды 20
Токсемия 102

Ферменты 23

Ценоанабиоз 170
Цитоплазма 20
Цитоплазматическая мембрана 20

Чистая культура 16

Штамм 16

Экзотоксины 101
Эндотоксины 101
Эпидемиология 103
Эубиоз 92
Эукариоты 16