

Введение

Микробиология — наука о микроскопически малых существах — микробах. Она изучает особенности их форм, строения, закономерности развития, а также изменения, вызываемые ими в окружающей среде, пищевых продуктах, в организме человека и животных. Как научная дисциплина она развивается в тесной связи с общим прогрессом науки и техники и соответствии с требованиями практики.

Развитие микробиологии привело к дифференциации ее на медицинскую, сельскохозяйственную, техническую, морскую и космическую. В технической микробиологии самостоятельное место занимает микробиология пищевых продуктов.

Основными задачами микробиологии являются изыскание возможности использования микробов в хозяйственных целях, для нужд человека, разработка методов обезвреживания тех из них, которые вызывают порчу продуктов или являются возбудителями болезней животных и растений. Вот почему знание микробиологии пищевых продуктов, а также некоторых разделов медицинской и санитарной микробиологии необходимо специалистам торговли и общественного питания.

С проявлениями жизнедеятельности микроорганизмов, использованием некоторых их свойств человек был знаком давно. Наши далекие предки использовали процессы сбраживания соков в вино, сквашивания и сбраживания молока при изготовлении простокваши, кефира, кумыса, брожения теста для получения пористого хлеба.

В 1590 г. был впервые создан прибор из увеличительных стекол, позволивший видеть мельчайшие предметы. В 1609-1610 гг. Г. Галилеем был сконструирован первый микроскоп, с помощью которого можно было наблюдать клеточное строение растительных и животных тканей. С развитием техники и с появлением совершенных микроскопов продолжалось изучение микробов, расширилось количество описанных разновидностей.

Многие естествоиспытатели наблюдали микробы в скисшем молоке, пивном и винном сусле, в крови и тканях больных людей. Однако причинной связи между микроорганизмами и процессами, происходящими в этих субстратах, обнаружено не было. Такая связь убедительно была установлена французским ученым Л. Пастером (1822-1895 гг.). Изучая процессы молочнокислого, спиртового, масляно-кислого брожения, он доказал, что они связаны с жизнедеятельностью развивающихся в субстратах микроорганизмов и что каждый вид брожения вызывается совершенно определенным возбудителем. Ранее брожение считалось чисто химическим процессом. Л. Пастером обнаружена возможность жизни без кислорода и открыт анаэробный тип дыхания. Он установил, что процесс гниения вызывается определенной группой микроорганизмов.

Л. Пастер и его ученики также установили, что ряд болезней возникает в результате развития в организме человека и животных особых болезнетворных микробов. Ими была разработана методика получения вакцин против некоторых заболеваний. Л. Пастер с помощью лабораторных опытов на примере микроорганизмов окончательно доказал невозможность самозарождения жизни. Методика этих опытов в дальнейшем легла в основу разработки техники стерилизации, приемов защиты пищевых веществ от заражения микробами извне (приемы асептики).

Большие заслуги в разработке и внедрении совершенных приемов микробиологической техники и методик исследования мира микроорганизмов принадлежат немецкому бактериологу Р. Коху (1843-1910 гг.). В практику лабораторной работы им были введены классические методы и приемы, технические средства, используемые и в настоящее время, — плотные питательные среды, иммерсионные объективы, микрофотографирование. Р. Кохом разработан метод выделения микроорганизмов из чистой культуры. Открыты возбудители туберкулеза, холеры, сибирской язвы. В дальнейшем развитии общей и медицинской микробиологии выдающуюся роль сыграли русские ученые.

И. И. Мечников (1845-1916 гг.) создал и обосновал фагоцитарную теорию иммунитета; заложил основу учения об антагонизме микробов, используемого при применении антибиотиков, разработке методов квашения овощей, создании диетического питания на основе кисломолочных продуктов.

Н. Ф. Гамалея (1859-1949 гг.) внес крупный вклад в учение об инфекции и иммунитете, изменчивости бактерий, профилактике чумы, оспы, сыпного тифа и др.

С. Н. Виноградскому (1856-1953 гг.) принадлежит открытие в природном круговороте веществ нитрифицирующих и азотофиксирующих бактерий.

С. Н. Виноградский и В. П. Омелянский (1867-1928 гг.) явились основателями учения о почвообразовательной роли микроорганизмов и влиянии их на плодородие почвы.

Д. И. Ивановский (1864-1920 гг.) открыл, впервые выделил, установил и изучил живую природу вирусов (ультрамалых микробов). Это открытие по своему научному значению стоит в одном ряду с работами А. Левенгука и гениальными трудами Л. Пастера.

Палеонтологические находки позволяют считать, что микроорганизмы появились на Земле более 3 млрд. лет назад. В числе этих древнейших живых существ различают бактерии, актиномицеты, плесневые грибы, дрожжи и водоросли простейшие. Объединение этих довольно разнообразных в систематическом отношении групп организмов в рамках одной, науки объясняется рядом общих черт, и в первую очередь, исключительно высокой энергией обмена веществ. Близкими также являются методы исследования, микроскопирования, культивирования. Имея чрезвычайно малые размеры и незначительно различаясь формой и строением тела, микроорганизмы обладают большим разнообразием свойств, поведения и взаимоотношений с окружающей их средой.

В большинстве своем микроорганизмы чрезвычайно малы и различимы лишь с помощью микроскопа. Величина их измеряется микрометрами ($1 \text{ мкм} = 1/1000 \text{ мм}$) и колеблется в пределах 0,2-15 мкм.

Микроорганизмы населяют почву, воздух, воду, предметы, которыми мы пользуемся, покровы и даже внутренние органы человека и животных. В значительном количестве они находятся в пыли. Попадая на пищевые продукты, микробы находят там благоприятную среду для жизни, изменяя их состав, физические, химические и биохимические свойства, причиняют большой вред, вызывая гниение, скисание, плесневение и другие процессы, портящие продукты.

Некоторые микроорганизмы могут вызывать заболевания человека, животных и растений. Вместе с тем микроорганизмы находят широкое применение в производстве пищевых и вкусовых продуктов, например таких, как хлеб, кисломолочные продукты, сыры, квашеные овощи, вино, пиво, спирт и т. д. Характером и интенсивностью жизнедеятельности микроорганизмов, участвующих в этих процессах, определяется вкусовая и питательная ценность получаемых продуктов.

Получены первые практические результаты по использованию микробов для производства пищевых и кормовых белков из непищевого сырья — углеводов, выделяемых из нефти, и азотистых солей. Разработаны микробиологические методы получения ценных кормов для сельскохозяйственных животных из дешевого, недефицитного растительного сырья. С помощью микроорганизмов получают вакцины, сыворотки, антибиотики, играющие большую роль в профилактике и лечении многих болезней.

Микробиология тесно связана с ботаникой, зоологией, медициной, санитарией, гигиеной, товароведением, технологией приготовления пищи и др.

Эта наука добилась больших успехов во всех отраслях, в частности в области повышения продуктивности скота, увеличения урожаев сельскохозяйственных культур, производства высококачественных продовольственных товаров, улучшения охраны здоровья населения.

Морфология микроорганизмов

Из всех микроорганизмов, рассматриваемых в курсе данной дисциплины, важными для специалистов в области товароведения и приготовления пищи являются бактерии, плесневые грибы, дрожжи, вирусы и бактериофаги. Бактерии, дрожжи и плесневые грибы — микроскопически малые организмы, отличающиеся простотой строения. Относятся они к низшим, т.е. бесхлорофильным, растениям. В большинстве своем это одноклеточные организмы.

Особое место в мире микроорганизмов занимают ультрамикробы (вирусы и бактериофаги), которые играют важную роль в окружающем их мире. Они обладают некоторыми особенностями жизнедеятельности, строения и размножения.

Бактерии/Строение бактерий

Бактерии представляют собой наиболее изученную группу микроорганизмов. Величина их в среднем колеблется от 0,4 до 10 мкм (табл. 1). Однако известны бактерии, размеры которых достигают большей величины — до 50 мкм.

По форме бактерии подразделяются на несколько групп, основные из которых: кокки — шаровидной формы; палочки (бактерии и бациллы); вибрионы и спириллы — изогнутые и спирально извитые формы; спирохеты — длинные, тонкие, сильно извитые (рис. 1).

Размеры и форма тела бактерий могут значительно изменяться под влиянием различных факторов внешней среды. Под действием кислот, щелочей, температуры, в результате накопления в среде продуктов жизнедеятельности и других факторов могут возникать клетки, нетипичные по форме и даже уродливые.

Строение бактерий

Между строением бактерий и строением высших форм живых организмов имеется существенная разница. Высшие организмы построены сложно — в них различают органы, состоящие из тканей, которые в свою очередь сложены из отдельных клеток. Схематично это выглядит так; организм→органы→ткани→клетки.

Бактерии же представлены лишь одной клеткой, которая и является полностью самостоятельным организмом (рис. 2).

Клетка бактерий окружена плотной оболочкой, состоящей из двух слоев: наружного (клеточной стенки) и внутреннего (цитоплазматической мембраны — цитоклетка).

Оболочка выполняет защитные функции, придает клеткам постоянную, характерную для них форму (кокка, палочки, спирали и др.).

Она обладает свойством полупроницаемости — через нее питательные вещества проникают в клетку, а продукты жизнедеятельности клетки (продукты обмена) выходят в окружающую среду. Это относится к веществам, находящимся в сильно диспергированном виде в водных растворах (истинные растворы). Крупные же молекулы, с большой молекулярной массой, через оболочку не проходят. Функция регулятора обмена веществ присуща всей оболочке, но в большей мере — цитоплазматической мембране.

Наружный, сравнительно рыхлый слой оболочки у некоторых бактерий может ослизняться, образуя капсулу. Толщина капсулы может во много раз превосходить диаметр клетки. Капсулы не являются обязательной частью клеток — они образуются под влиянием условий внешней среды. Капсулы, по видимому, служат защитным покровом, участвуют в регуляции водного обмена, защищая клетки от высыхания. По химическому составу капсулы состоят в основном из полисахаридов, гликопротеидов.

Слизеобразующие бактерии, быстро размножаясь на поверхности субстратов, вызывают их порчу. Жидкие среды они могут превращать в сплошную слизистую массу. Это явление иногда наблюдается в молоке, пиве, сахаристых экстрактах из свеклы и др. Слизеобразование активнее происходит при пониженных температурах (от -2 до 10 °C). Важной частью клеток является цитоплазма — прозрачная, полужидкая масса белковой природы; наружная, более плотная часть цитоплазмы — цитоплазматическая мембрана. Во внутренней жидкой, бесструктурной части цитоплазмы находятся важные клеточные структуры — рибосомы, мезосомы, ядро, запасные питательные вещества и др.

С возрастом в результате старения белковой коллоидной системы меняются свойства цитоплазмы. Она принимает ячеистое строение с образованием вакуолей.

Вакуоли — полости в цитоплазме, заполненные клеточным соком. По современным представлениям они являются резервуаром, где локализуются вредные для жизни клетки вещества, которые не представляется возможным удалить во внешнюю среду. Рибосомы — зернистые образования, расположенные во всей цитоплазме. По химической природе они являются рибонуклеопротеидами. В них осуществляется синтез клеточных белков из поступающих веществ.

Мезосомы — это сильно складчатые, различной формы тельца, расположенные в пограничном с оболочкой слое цитоплазмы. В них протекают энергетические процессы — освобождение энергии в результате окисления некоторой части органических веществ пищи. Здесь же синтезируются энергоемкие вещества клетки, например аденозинтрифосфорная кислота (АТФ).

Ядро бактерий в отличие от других одноклеточных организмов некомпактно. Вещества ядра равномерно распределены по всей цитоплазме. О наличии в бактериальной клетке веществ, присущих ядру, судят по обнаруживаемым в ней дезоксирибонуклеиновым кислотам (ДНК). ДНК является носителем информации о наследственных свойствах клетки. Именно ядро ответственно за передачу всех признаков родительских организмов потомству (форма, типичные размеры, физиологические свойства и др.).

При размножении каждая вновь образуемая клетка бактерий получает полный набор нуклеиновых кислот, имеющих у родительского организма. Свойства организма зашифрованы в структурных особенностях ДНК. В связи с некоторыми отличиями в функциях и строении аппарата наследственной информации бактерий от ядра других организмов, его чаще называют нуклеотид, или генофор. Дифференцированное, т. е. отграниченное от цитоплазмы, ядро характерно лишь для некоторых бактерий — нитчатых, миксобактерий.

Запасные питательные вещества часто наблюдаются в цитоплазме. Они имеют вид гранул или капелек. Однако их наличие не является постоянным признаком для микроорганизмов и зависит от физико-химических особенностей среды обитания. Они накапливаются в благоприятных условиях, при обилии углеводного питания и расходуются на энергетические цели и для построения различных структур тела клеток (пластические цели), когда условия в отношении питания менее благоприятны. Гранулы могут быть представлены крахмалом, гликогеном, белком волютином. Запасный жир образует мелкие шарообразные капли. Кроме этого, в цитоплазме разных бактерий могут наблюдаться гранулы или капельки коллоидной серы, кальция, пигментов и др.

Жгутики представляют собой скрученные нитевидные образования, выступающие из-под цитоплазматической мембраны над поверхностью клетки. Жгутики являются органами движения. Расположение их может быть одиночное (монотрихальное), пучком на одном или обоих концах клетки (лофотрихальное) и по всей клетке (перитрихальное) (рис. 3). Сокращения и изгибания жгутиков позволяют клетке передвигаться на свежие участки субстрата, приводят к «вентиляции» окружения клетки, освежению самого субстрата вокруг нее. Наибольшей

подвижностью обладают монотрихи, наименьшей — перитрихи. Жгутики очень тонки и при механических воздействиях, с возрастом легко теряются клетками.

Наличие жгутиков характерно не для всех бактерий, а лишь для некоторых палочковидных и шаровидных.

Бактерии, имеющие извитую форму тела, чаще передвигаются за счет волнообразного изгибания тела. Отдельные виды бактерий способны медленно передвигаться по поверхности за счет сокращений тела, вызывающих периодическое изменение формы клетки.

Некоторые бактерии на поверхности тела имеют многочисленные образования, подобные жгутикам, но тоньше и короче их. Это так называемые «пили», или реснички. Они необходимы для прочного прикрепления клеток к субстрату.

Споры бактерий/Размножение бактерий

Некоторые бактерии обладают способностью образовывать споры. Это относится, прежде всего, к палочковидным формам; у кокков спорообразование встречается редко, а для вибрионов и спирилл оно отсутствует. Процесс спорообразования заключается в том, что в определенном месте бактериальной клетки цитоплазма начинает сгущаться, затем этот участок покрывается довольно плотной оболочкой. Остальная часть клетки постепенно разрушается. Таким образом, бактериальная клетка в течение нескольких часов превращается в спору.

В бактериальной клетке спора может располагаться центрально, на конце или занять промежуточное положение (субтерминальное). Споры различных видов имеют неодинаковую форму. Они могут быть шаровидными, овальными. Иногда диаметр спор превышает толщину клетки, и это приводит к ее деформации — вздутию.

Эти особенности спорообразования у различных бактерий являются довольно постоянными признаками и часто используются в диагностике, т. е. при распознавании бактерий.

Спорообразование стимулируется наступлением неблагоприятных для развития условий, обеднением питательной среды.

Жизненные процессы обменного характера, например, дыхание, хотя и происходят в спорах, но, крайне замедленно.

Споры более устойчивы, чем вегетативные формы этих же бактерий, к действию проникающей радиации, ультразвука, высушиванию, замораживанию, разрежению, гидростатическому давлению, действию ядовитых веществ и др.

Споры некоторых бактерий остаются жизнеспособными даже после нахождения в течение 20 мин в кипящей концентрированной кислоте.

Устойчивость спор повышается при их предварительном обезвоживании.

Термостойкость спор можно объяснить сравнительно невысоким содержанием свободной воды в цитоплазме (по некоторым данным, всего 40 %) и относительно большим содержанием сухого вещества (в основном белка). Плотная, многослойная оболочка хорошо защищает споры от проникновения вредных веществ.

Благодаря способности к образованию спор, обладающих исключительно высокой устойчивостью к внешним воздействиям, спорообразующие бактерии остаются жизнеспособными при крайне неблагоприятных условиях.

Подавление жизнеспособности и уничтожение спорообразующих бактерий являются одной из основных практических задач консервной промышленности, переработки и хранения сельскохозяйственных продуктов.

Споры являются особой, устойчивой формой существования бактерий, способствующей сохранению данного вида. Спорообразование у бактерий не связано с размножением, так как бактериальная клетка способна образовывать лишь одну спору.

Если споры попадают в благоприятные условия, каждая из них в течение нескольких часов превращается в обычную (вегетативную) бактериальную клетку. Вначале лопается оболочка споры, а затем в этом месте появляется проросток клетки, постепенно превращающийся в нормальную

клетку. Прорастание длится несколько часов. В практике нередко приходится наблюдать так называемые «дремлющие» споры. Это те, которые отстают от общей массы в скорости прорастания и, сохраняя жизнеспособность в течение долгого времени, могут прорасти постепенно через продолжительные сроки, исчисляемые временем от нескольких суток до многих лет.

Способность к образованию спор учитывается в систематике бактерий, при выборе методов стерилизации пищевых продуктов, оборудования, инвентаря. Спорообразование может утрачиваться при частых пересевах бактерий на свежую среду, культивировании их при высоких температурах.

Размножение бактерий

Известно много способов размножения, наблюдаемых у различных бактерий. У подавляющего числа представителей этой группы микроорганизмов размножение осуществляется путем деления клеток на две части.

В средней части физиологически подготовленной к размножению клетки за счет впячивания цитоплазматической мембраны образуется поперечная перегородка. Расщепляясь, она разделяет клетку на две половинки. Образовавшиеся новые клетки могут быть несколько неодинаковыми по размеру, так как перегородка не всегда проходит посередине материнской клетки.

Кокки в процессе размножения последовательно делятся в одной, двух или трех взаимно перпендикулярных плоскостях. После деления они остаются в той или иной мере скрепленными друг с другом, в результате чего возникают сочетания кокков, отличающиеся по взаимному расположению (см. рис. 1): диплококки — парные кокки; стрептококки — цепочки кокков; тетракокки — по четыре кокка; сарцины — в форме правильных тучков по 8, 16 шт.; стафилококки — скопления, напоминающие грозди винограда. При очень слабой связи или ее отсутствии между возникающими при делении клетками образуются микрококки, во взаимном расположении которых нет никаких закономерностей. Они расположены поодиночке или в виде случайных скоплений по несколько экземпляров.

Палочки (бактерии, бациллы), подобно коккам, могут располагаться парами по длине — диплобактерии и цепочками — стрептобактерии. Большинство же палочек располагается одиночно, беспорядочно. По внешним очертаниям отдельные представители палочковидных заметно отличаются друг от друга. Известны палочки строго цилиндрической формы, бочковидные, с резко обрубленными, вогнутыми или заостренными концами и др.

Размножение делением не сводится только к удвоению числа клеток. Структурные элементы и вещества материнской клетки еще и перераспределяются между возникающими новыми клетками. Большая часть клеток нового поколения наследует бездефектные структуры родительских организмов, вторая — менее полноценные. В связи с таким распределением по прошествии нескольких циклов деления образуется какое-то количество нежизнеспособных клеток. Установлено, что доля таких клеток, приходящаяся на каждый цикл деления, составляет примерно 10 % общего числа.

Бактерии обладают большой скоростью размножения, которая зависит от условий питания, температуры, доступа воздуха и др.

При благоприятных условиях клетка может делиться через каждые 20—30 мин, т. е. за сутки может произойти 48—72 цикла удвоения. Из одной клетки за это время возникло бы $4714169 \cdot 1015$ клеток, через 36 ч микробная масса составила бы около 400 т.

Если бы размножение постоянно проходило с такой скоростью, то из одной клетки в течение 5 дней могло бы образоваться такое количество клеток, что общий объем их оказался бы равным объему всех морей и океанов.

Практически непрерывного деления микробов не происходит. Размножению их мешают многие моменты: истощение питательной среды, накопление продуктов собственного обмена и другие физические, химические и биологические факторы внешней среды. Так, при снижении температуры на 10 °С скорость размножения снижается в 2—3 раза.

Попадая в новые условия, на свежий субстрат, микробы не сразу начинают размножаться. Проходит некоторое время до начала увеличения их числа (фаза задержки роста), в течение которого они приспосабливаются к среде обитания и подготавливают самую среду. После этого начинается бурное размножение, замедляющееся затем по мере истощения питательных ресурсов и накопления продуктов жизнедеятельности бактерий в среде.

Быстрое развитие микробиологической порчи продуктов — скисание, окисление, плесневение, гниение и др. — как раз и объясняется исключительно высокой скоростью размножения бактерий.

Систематика бактерий

Принципы систематики бактерий. Систематизация, т. е. упорядочение представлений о любых объектах, группах живых существ, в том числе микроорганизмов, необходима для облегчения распознавания этих объектов, установления степени родства или физиологического сходства между отдельными особями или группами особей. Систематизация знаний о микроорганизмах существенно облегчает практическую работу с ними.

Однако достаточно научно обоснованной системы классификации бактерий (учитывающей родственные связи внутри группы и между группами микроорганизмов) нет. Объясняется это трудностями в изучении внешних, часто меняющихся в различных условиях обитания особенностей и физиологических свойств; недостаточно надежными методами установления степени родства и отсутствием четких представлений об эволюционном развитии микроорганизмов вообще.

Наиболее современной системой классификации бактерий является Международная классификация Берджи. В 1974 г. вышло восьмое издание, в подготовке которого принимал участие 131 автор из 15 стран.

Систематическими категориями в этой классификации являются царство, отдел, группа, семейство, род, вид. Все бактерии отнесены к царству Procaryotae (организмы, не имеющие дифференцированного ядра), которое разделено на два отдела.

Во втором отделе находятся все бактерии, представляющие интерес для технической и пищевой микробиологии. Они разделены на 19 групп. Наиболее важные семейства описываются в группах: 3, 7, 8,9, 14, 15, 16. Эта система классификации постоянно совершенствуется, начиная с ее первого издания в 1923 г. Во введении к восьмому изданию определителя Берджи указывается, что и в дальнейшем будут производиться ее совершенствование и перегруппировка систематических единиц.

В практической работе до сих пор еще пользуются основами первой научной классификации, созданной в 1896 г. К. Леманом и Р. Нейманом. С учетом изменений, внесенных в нее за прошедшее время, все бактерии делят на три семейства — палочковидные, шаровидные и извитые.

Поскольку в каждое семейство объединяется множество весьма разнообразных организмов, семейства подразделяют на роды. Так, семейство шаровидных бактерий в зависимости от характера объединения клеток в группы делят на роды: микрококков, стрептококков, сарцин.

В отдельных разделах микробиологии, например в медицинской, выделяют еще роды диплококков, тетракокков.

Семейство палочковидных бактерий делят на три рода: род собственно бактерий, к которому относят все неспособные к образованию спор; род бацилл, объединяющий аэробные формы, которые способны образовывать споры; род клостридий, в который включены анаэробные палочковидные споровые формы.

Семейство извитых бактерий в зависимости от степени извитости принято делить на род вибрионов (бактерии, изогнутые в виде запятой), род спирилл (крупные, пологоизвитые), род спирохет (тонкие, сильно-извитые клетки).

Деления на роды недостаточно для ориентировки в свойствах бактерий, поскольку основано оно только на внешних признаках. В каждом роде объединяются бактерии, похожие внешне, но часто имеющие совершенно различные физиологические особенности и свойства. Так, в роде бактерий объединяются возбудитель гнилостных процессов — сенная палочка, возбудители сквашивания

молока — болгарская палочка и др. и возбудители пищевых инфекций — палочки брюшного тифа, дизентерии. Поэтому роды делят на виды.

Вид — это систематическая категория, объединяющая родственные организмы, близкие по внешним и физиологическим признакам, отношению к среде обитания по обмену веществ и характеру межвидовых отношений.

При определении вида бактерий, кроме морфологических признаков (подвижность, отношение к диагностическим окраскам и т. д.), используются физиологические (потребность в кислороде, способность использовать различные сахара и т. д.) и культуральные (характер образуемых колоний, особенности роста на некоторых питательных средах и т. д.). Наименование вида бактерий, как правило, состоит из двух слов, первое из которых обозначает принадлежность к роду, а второе уже непосредственно указывает вид. Родовое название пишется с прописной буквы, видовое — со строчной. Так, название *Bact. fluorescens* относится к палочковидным бесспорным бактериям (род бактерий), образующим пигмент флуоресцеин (вид — флуоресценс).

Наименование *Staphylococcus aureus* относится к шаровидным бактериям, образующим грозди из нескольких кокков (род стафилококков), колонии которых имеют золотистый цвет (ауреус).

Плесневые грибы

Плесневые грибы, как и бактерии, относятся к низшим споровым растениям, лишенным хлорофилла. Часто их называют также плесенями. Для своей жизнедеятельности грибы нуждаются в готовых органических веществах в связи с неспособностью самостоятельно осуществлять фотосинтез, т. е. образовывать органические вещества из углекислого газа. Нуждаются они и в доступе воздуха, так как без кислорода развиваться не могут.

По строению клетки плесневые грибы принципиально не отличаются от клеток бактерий и дрожжей, но имеют одно, а иногда и несколько дифференцированных ядер. В цитоплазме их клеток часто образуются одна или несколько полостей — вакуолей, заполненных клеточной жидкостью. Образование вакуолей обусловлено старением белковых коллоидов цитоплазмы и снижением в связи с этим способности удерживать воду в связанном состоянии. Небольшое количество избыточной влаги и образует вакуоль. Вакуоли играют и некоторую положительную роль, являясь резервуаром, собирающим те вредные для клеток продукты жизнедеятельности, которые не могут быть выделены по каким-либо причинам во внешнюю среду.

Клетки имеют сильно вытянутую форму и поэтому напоминают нити — гифы. Толщина их 1—15 мкм. Они сильно ветвятся, образуя переплетающуюся массу — мицелий, или грибницу. Мицелий

является телом плесневых грибов. Среди плесневых грибов встречаются одноклеточные и многоклеточные (рис. 4).

Плесневые грибы широко распространены в природе. Развиваясь на питательных субстратах, они образуют пушистые налеты различного цвета. Потребляя вещества субстрата, грибы подвергают глубоким изменениям все его составные части, выделяют из него продукты своей жизнедеятельности. От этого пищевые продукты приобретают специфичные плесневые запах и вкус, а иногда становятся даже ядовитыми. Использование пищи, пораженной плесневыми грибами, может вызвать тяжелые заболевания.

Характерной является способность плесневых грибов развиваться при низкой влажности субстрата — около 15%, в связи с чем они могут поражать сухофрукты, сухари, а из непродовольственных товаров — бумагу, кожу, пряжу и ткани, прочность которых при этом значительно снижается. Активно поражают они также товары, имеющие кислую среду (фрукты, квашеные овощи, сыры и др.).

Размножение плесневых грибов

Грибы способны размножаться различными способами. Наиболее простым, свойственным всем грибам, является размножение частями мицелия. Каждая часть мицелия (грибница), попав на новый участок субстрата, при благоприятствующих обстоятельствах становится самостоятельной и развивается как целый организм, а часть мицелия, которая погружена в питательный субстрат, играет основную роль в обеспечении организма плесневого гриба питательными веществами, влагой и минеральными веществами. Воздушная же часть, поднимающаяся над поверхностью субстрата, как правило, служит для образования различных телец, с помощью которых плесневые грибы размножаются (оидии, споры, конидии и др.).

Оидии — это тельца, представляющие собой части мицелия. Образуются они некоторыми многоклеточными грибами, у которых зрелый мицелий распадается на множество мелких участков, приобретающих плотную оболочку.

Споры — тельца различной формы, имеющие размеры до нескольких микрон; обычно находятся на концах гиф воздушной части мицелия, внутри особых образований овальной и полукруглой формы — спорангий.

Спор ангиоспоры образуются путем распада многоядерной цитоплазмы молодого спорангия на множество отдельных участков, которые постепенно покрываются собственной оболочкой и превращаются в споры.

Нити воздушного мицелия, несущие спорангии, носят название спорангиеносцев. Такое образование спор характерно для одноклеточных грибов. У многоклеточных формируются так называемые экзоспоры, т. е. внешние, или наружные, которые чаще именуют конидиями, а воздушные гифы, несущие их, — конидиеносцами.

Конидии образуются путем отделения непосредственно от конидиеносцев или особых клеток, расположенных на их вершине. Эти клетки обычно имеют продолговатую форму и называются стеригмами. Конидии располагаются на конидиеносцах (или на стеригмах) поодиночке, цепочками и др.

Спорангиеносцы и конидиеносцы на поверхностях материалов, пораженных грибами, образуют видимый пушистый налет. Различная окраска его (зеленая, черная, оливковая, розовая, белая, серая и др.) зависит от окраски конидий, спор, оидии, которые на достижении грибами физиологической зрелости образуются в громадном количестве. Мицелий грибов, как правило, бесцветен.

Многие грибы, размножаясь тем или иным вегетативным способом, при подходящих условиях развития могут размножаться и половым путем. Процесс этот у разных грибов неодинаков. Однако всегда при этом образуются особые плодовые тела, в отдельных случаях достигающие огромных размеров (шляпочные, пластинчатые, трубчатые и другие встречаемые в природе грибы представляют собой плодовые тела плесневых грибов).

Половые споры располагаются на пластинках или во вместилищах — сумках. Примером последних могут служить различные виды дождевиков, строчки. Грибы, способные размножаться половым

путем, называют совершенными. Некоторые грибы вообще не размножаются половым путем. Их относят к несовершенным.

Знание особенностей строения мицелия, органов вегетативного размножения, строения плодовых тел необходимо в практической работе для распознавания конкретных возбудителей тех или иных процессов.

Многие грибы при наступлении неблагоприятных условий способны образовывать покоящиеся стадии в виде так называемых склероций. Это крепкие, твердые с поверхности, обычно темные, а внутри белые желвачки различных размеров и форм, образованные из плотно переплетенных гиф. Склероций, попадая в благоприятные для развития условия, прорастают и образуют те или иные (в зависимости от вида гриба) органы размножения. Они часто образуются в колосьях злаков. Другой покоящейся стадией являются хламидоспоры. При их образовании цитоплазма внутри гиф собирается в виде комочков, образуя новую оболочку, обычно толстую и окрашенную, и гифы становятся похожими на цепочки или четки, состоящие из хламидоспор. Иногда хламидоспоры образуются только на концах гиф.

Многоклеточное строение, дифференциация жизненных функций между частями гриба — воздушным и глубинным мицелием — свидетельствуют о том, что плесневые грибы являются более высокоорганизованными, сложными организмами по сравнению с бактериями.

Систематика грибов

Все грибы принято делить на две группы: миксомицеты и настоящие грибы.

Систематика настоящих грибов основывается на множестве трудноопределяемых признаков. В практической работе обычно бывает достаточно определить лишь принадлежность встречаемых плесневых грибов к тому или иному классу. В зависимости от особенностей строения мицелия, строения органов бесполого размножения, способности к половому размножению и характера плодовых тел все грибы, являющиеся распространенными возбудителями порчи пищевых товаров и используемые в промышленности, делятся на шесть классов.

I. Хитридиомицеты — грибы, развивающиеся без образования мицелия или образующие слаборазвитый мицелий. Размножаются преимущественно бесполом путем, образуя жгутиковые подвижные споры. Это наиболее примитивные грибы. Большинство представителей этого класса являются паразитами высших форм живых организмов. Так, гриб *Ольпидиум* брассики вызывает заболевание капустной рассады, поражающее шейку стебля (черная ножка), *Синхитриум* эндобиотикум — бугристость клубней картофеля (рак картофеля), поражает также молодые побеги и столоны клубней.

II. Оомицеты имеют хорошо развитый одноклеточный мицелий; размножение бесполое — с помощью подвижных спор. Половое размножение осуществляется зооспорами. Многие грибы этого класса вызывают заболевание растений. Так, *фитофтора* поражает клубни и ботву картофеля, томаты, баклажаны. На клубнях, зараженных *фитофторой*, образуются вдавленные пятна, захватывающие постепенно весь клубень, отмирающий при этом. Поверхность клубня покрывается белым пушистым налетом, состоящим из спорангиеносцев.

Мицелий гриба и споры сохраняются на клубнях, на остатках ботвы, в почве.

Другой представитель этого класса — *плазмопара* — вызывает заболевание винограда, поражающее листья и ягоды, — ложная мучнистая роса. Побуревшие листья сворачиваются и опадают, ягоды буреют с поверхности, часто теряют способность к дальнейшему развитию и созреванию, и осыпаются. Споры грибов сохраняются на растительных остатках в почве в течение нескольких лет.

III. Зигомицеты имеют развитый одноклеточный мицелий. Размножение бесполое и половое. Бесполое размножение осуществляется с помощью неподвижных спор, образующихся в спорангиях, половое — зигоспорами. В этот класс входят грибы, широко распространенные в природе. Многие из них — активные возбудители порчи разнообразных пищевых товаров. Наиболее часто встречаются мукор, ризопус.

Мукор, часто именуемый серой плесенью, является исключительно неприхотливым, быстро развивающимся возбудителем. Поражает плоды, овощи, готовые кулинарные изделия, товары и

материалы. При бесполом размножении образует крупные одиночные спорангии, Спорангиеносцы иногда ветвятся.

Грибы из рода ризопус размножаются спорами, образующимися на неветвящихся, отрастающих пучком спорангиеносцах. В основании пучка наблюдаются ризоиды — корневидные, короткие нити мицелия. Грибы быстро распространяются по поверхности субстрата, образуя столоны — стелющиеся гифы, дающие начало новым колониям гриба. Вызывает мягкую гниль ягод, корнеплодов.

Некоторые мукоровые грибы способны вызывать заболевания человека, возбуждать слабое спиртовое брожение.

IV. Аскомицеты — сумчатые грибы с ветвистым каптированным мицелием. Размножение осуществляется конидиями, а при половом размножении — аско-спорами, располагающимися в особых мешках — асках.

Класс аскомицетов насчитывает много видов, различных по строению и свойствам. Среди них много паразитов культурных растений, возбудителей порчи пищевых продуктов, а также грибов, используемых в технических процессах.

Некоторые сумчатые грибы не имеют плодовых тел, и сумки у них развиваются непосредственно из мицелия. Грибы, образующие плодовые тела, называются плодосумчатыми, а не образующие плодовых тел, — голосумчатыми.

Широко распространенными плодосумчатыми грибами являются грибы родов аспергиллус и пенициллиум. Плодовые тела их имеют вид мелких шариков, внутри которых, находятся сумки со спорами. Конидии отдельных видов различаются по форме и окраске; строение конидиеносцев также разнообразно.

Грибы рода аспергиллус имеют одноклеточные и яразветвленные конидиеносцы, верхушки которых образуют утолщение, несущее на своей поверхности бутылочковидные клетки, стеригмы — с цепочками-конидий.

У грибов рода пенициллиум конидиеносцы — многоклеточные ветвящиеся. На концах разветвлений находятся стеригмы с цепочками конидий. Эта группа совершенных многоклеточных грибов наиболее широко распространена в природе в силу большой устойчивости к условиям окружающей среды. Прорастают грибы в виде белого вначале, а потом матово-зеленого налета почти на всех товарах и материалах, имеющих достаточную влажность. Являются возбудителями плесневения пищевых продуктов и различных органических материалов, например обоев, кожи, хлопкового волокна, клея, тканей и т. д.

Некоторые виды этих грибов широко используются в технике: аспергилловые грибы, например, — в производстве лимонной кислоты из сахара; их сухой мицелий — при производстве спирта и пива. Некоторые виды пенициллиумов выращивают для получения лечебного препарата пенициллина, другие играют важную роль в созревании сыра Рокфора.

Грибок из этого же класса, известный под названием склеротиния, является активным возбудителем порчи плодов и овощей — огурцов, моркови (белая гниль моркови).

Примером голосумчатых грибов могут служить дрожжи и дрожжеподобные грибки, например *эндомицес верnalis*. Развиваясь на самых бедных в питательном отношении, дешевых субстратах, отходах целлюлозно-бумажной промышленности, он способен накапливать до 30% жира к сухой массе и поэтому находит применение в промышленности для получения жиров.

Представители этой же группы грибов способны вызывать меловую болезнь хлеба, при которой в мякише появляются белые сухие пятна.

V. Базидиомицеты имеют ветвистый септированный мицелий; размножение половое и бесполое. Представлены в природе также большим числом разновидностей. К этому классу относятся все известные шляпочные грибы, трутовики, домовые грибы.

Многие шляпочные грибы имеют существенное хозяйственное значение, так как используются в пищевых целях (пластинчатые, трубчатые и др.).

Трутовики являются опасными разрушителями живой древесины, деревянных строительных материалов, имеющих повышенную влажность.

Домовые грибы являются специфическими возбудителями порчи мертвой древесины. Они способны разрушать деревянные конструкции, имеющие даже невысокую влажность.

К этому же классу относится большое число паразитических грибов, поражающих важные в хозяйственном отношении растения — плодовые деревья, ягодники, огородные и полевые культуры. Наиболее известны головневые и ржавчинные грибы.

Головневые грибы поражают злаковые растения, вызывая такие заболевания, как мокрая, сухая пыльная и пузырчатая головня. Последняя часто встречается на растениях и початках кукурузы.

Растения при этих заболеваниях приобретают черный цвет, становятся как бы обожженными. Споры головни, попадая в значительных количествах с пищевыми продуктами в организм человека, являются причиной раздражения слизистых желез, расстройств кишечника и других болезненных явлений. Мука, содержащая споры головни, приобретает неприятный селедочный запах, который сохраняется и после выпечки в хлебе. Степень пораженности продовольственного зерна головней нормируется и не должна превышать 5 %.

VI. Дейтеромицеты (несовершенные грибы) имеют многоклеточный мицелий; размножение происходит только бесполом путем. При этом образуются конидии и оидии.

Несовершенные грибы широко распространены в природе. Многие из них вызывают плесневение пищевых продуктов и различных материалов (тканей, хлопка, шерсти, бумаги и др.). Другие грибы паразитируют на культурных растениях.

Наиболее важными с хозяйственной точки зрения являются следующие роды этих грибов (рис. 6).

Фузариум вызывает заболевание картофеля, называемое сухой гнилью. Пораженные участки клубня сморщиваются, превращаясь в сухую крахмалистую массу. Этот гриб часто поражает корни бобовых, тыквенных и других растений, вследствие чего они быстро засыхают. Некоторые виды относятся к активным возбудителям болезней луковичных растений, особенно цветочных. Другие, развиваясь на злаках, делают зерно ядовитым. Все эти заболевания известны под названием «фузариозы».

Ботритис вызывает шейковую гниль лука, серую гниль различных овощей (капусты, моркови, помидоров и др.) и ягод (малины, земляники, крыжовника и др.). Пораженные овощи и ягоды покрываются пушистым серым налетом, ткани их становятся водянистыми, буреют и размягчаются.

Альтернария поражает корнеплоды в период хранения, вызывая черную гниль в виде сухих вдавленных темно-серых пятен.

Оидиум образует сильно разветвленный мицелий, который у взрослых грибов распадается, на оидии. Грибы этого рода часто развиваются в виде белой или кремово-белой бархатистой пленки на поверхности кисломолочных и других продуктов; могут поражать также сливочное масло. Развиваясь в поверхностном слое квашеных овощей, они опресняют его (молочная кислота превращается при этом в воду и углекислый газ). Опресненный слой становится доступным для гнилостных микроорганизмов, вызывающих порчу этих продуктов.

Монилия часто портит семечковые и косточковые плоды, вызывая образование бурых пятен и размягчение тканей. Разрушает плоды во время роста и созревания и продолжает развиваться на хранящихся плодах. Конидии гриба сохраняются в почве и мумифицированных грибом плодах.

Поверхность таких плодов черного цвета, блестящая. Они прочно удерживаются на ветвях дерева. Некоторые несовершенные грибы вызывают у человека тяжело протекающие заболевания — дерматомикозы.

Дрожжи

Дрожжи относятся к классу сумчатых грибов. Выделение их в отдельную группу при изучении объясняется широким применением дрожжей в ряде производств — хлебопечении, виноделии, производстве спирта, пивоварении и др. Дрожжи можно рассматривать как одомашненные микроорганизмы. Большинство дрожжей способно превращать различные углеводы в этиловый спирт; углекислый газ, на чем и основывается их использование.

Некоторые дрожжи находят применение как пищевой и кормовой продукт в связи со способностью накапливать в клетках большие количества хорошо усваиваемых организмом человека белков, жиров, разнообразных витаминов, минеральных веществ.

В настоящее время в нашей стране производится более 2 млн. т кормовых дрожжей, и производство их будет увеличиваться. Выращивают их на отходах спиртовых производств, различных гидролизатах и даже на отдельных фракциях нефти, в частности парафинах. Добавка 1 т дрожжей в корм животных увеличивает привесы на 1-1,6 т, позволяет удешевлять откорм. В больших количествах производятся пекарские дрожжи.

Форма, размеры и строение дрожжей/Размножение дрожжей

Клетки дрожжей обычно имеют сферическую форму— эллипсоидную или яйцевидную. Встречаются круглые, цилиндрические, лимonoобразные (рис. 7) клетки. Форма не является надежным признаком для распознавания дрожжей, так как может заметно, меняться в зависимости от условий развития.

Размеры дрожжевых клеток довольно велики в сравнении с бактериями. В зависимости от вида дрожжей, их возраста, условий питания они колеблются в пределах 1—5 мкм по наименьшему диаметру и до 15 мкм по наибольшему диаметру.

В каждой клетке имеется четко отграниченное от цитоплазмы ядро, которое хорошо различимо в препаратах, окрашенных специальными красителями, связывающимися с веществами ядра и не окрашивающими цитоплазму.

У всех дрожжей отсутствуют жгутики, поэтому они неподвижны. В цитоплазме дрожжей имеются крупные вакуоли, хорошо заметные даже при небольшом увеличении; тельца, аналогичные по функциям мезосомам, — митохондрии; рибосомы; запасные питательные вещества.

Размножение дрожжей

Различные представители этой группы микроорганизмов размножаются по-разному. Большинство дрожжей размножается почкованием. При этом на теле клетки образуется одно, а иногда несколько вздутий, в которые из материнской клетки поступают половина ядра, часть цитоплазмы и прочие структурные элементы. Затем почка отделяется от клетки. Иногда почки, еще не отделившись, начинают в свою очередь почковаться. В результате образуется целое скопление дрожжевых клеток (сросток почкования).

У некоторых видов дрожжей размножение осуществляется делением. Образуется перегородка, в результате чего клетка делится на две, не всегда равные части. При последовательном делении может образоваться целая цепочка, которая в конечном итоге распадается на отдельные дрожжевые клетки.

Размножение дрожжей — процесс более длительный, чем у бактерий. В благоприятных условиях он происходит в течение нескольких часов.

Некоторые дрожжи, развиваясь на поверхности жидких субстратов, образуют довольно плотные морщинистые пленки, под которыми субстрат подвергается порче или его вещества превращаются в углекислый газ и воду; в результате снижается выход полезных продуктов. Особенно велик ущерб от таких дрожжей в виноделии, пивоварении, при хранении квашеных овощей.

У отдельных дрожжей поверхностные пленки настолько прочны, что могут служить белковым материалом для выдубливания.

Есть дрожжи, которые, кроме почкования и деления, размножаются еще и спорообразованием. Количество спор в дрожжевой клетке от 1 до 12, но чаще, 4. Споры имеют круглую, овальную или иную форму, часто причудливую (вид шляпы и др.). Образование спор может происходить бесполом и половым путем.

У многих так называемых культурных дрожжей, т. е. у дрожжей, издавна культивируемых человеком для производственно-хозяйственных целей, способность к спорообразованию ослаблена, а иногда полностью утрачена.

Споры дрожжей более устойчивы к вредным воздействиям, чем вегетативные клетки.

Спорообразование наступает всегда после некоторого периода вегетативного размножения, т. е. после некоторых изменений в составе среды, побуждающих к спорообразованию. Другие неблагоприятные условия, в частности голодание, также способствуют образованию спор. Таким образом, классификация дрожжей весьма затруднена. Однако исходя из особенностей размножения, способности или неспособности к использованию некоторых Сахаров и ввиду других признаков представляется возможным построить практическую классификацию.

Классификация дрожжей

Дрожжи по способности к образованию спор принято делить на два семейства — настоящие (сахаромицеты) и ложные (несахаромицеты).

К настоящим дрожжам относятся лишь те, которые могут размножаться наряду с вегетативными способами еще и спорами. В этом случае материнскую клетку, в которой образуются споры, можно рассматривать как аскос, а сами споры можно назвать аскоспорами. Отсюда становится понятным отнесение дрожжей к сумчатым грибам.

К ложным дрожжам относятся дрожжи, не размножающиеся спорами.

Семейства делятся на роды. Большинство постоянно используемых человеком культурных дрожжей относится к роду сахаромицес семейства настоящих дрожжей. Дрожжи этого рода размножаются почкованием, способны к бесполому образованию спор. Виды этого рода различаются особенностями вызываемого ими брожения, соотношением различных конечных продуктов при сбраживании, отношением к температурам, способностью или неспособностью сбраживать различные сахара (по этому признаку виды разделяются на шесть так называемых сахарных групп).

Дрожжи, относящиеся к виду *церезивия*, используют для производства спирта, в пивоварении и хлебопечении. Отдельные разновидности этих дрожжей, различающиеся между собой по некоторым признакам, возникшим в результате многовекового культивирования в искусственных условиях (в условиях человеческого жилья), называются расами. В спиртовой промышленности часто применяются расы XII, Я, способные быстро и полно сбраживать сахар при температуре 28-30°C и устойчивые к действию спирта. В пивоварении применяются другие расы, способные к медленному брожению при низких температурах (4-10 °C) и позволяющие получать хорошо осветляющееся, ароматное пиво с низким содержанием спирта. Особые расы дрожжей, обеспечивающие хороший подъем теста, используют в хлебопекарной промышленности. Другой вид этого рода — эллипсоидес — с успехом используется в виноделии. Виды *турбиданс*, *пастерианус* и некоторые другие, наоборот, в тех же производствах известны как вредители.

Из семейства ложных дрожжей, представляют интерес широко распространенные в природе представители рода *торулопис*. Виды этого рода известны способностью вызывать слабое спиртовое брожение; используются в заквасках для кефира, кумыса.

Род *микодерма* — «грибная кожа» — образует морщинистые прочные пленки на поверхности квашеных овощей, в чанах, где ведется сбраживание пивного суслу или сахарных растворов при производстве уксуса. Вред, приносимый этими дрожжами, заключается в быстром использовании субстратов за счет глубокого окисления сахаров (до CO₂ и воды) и в придании несвойственных вкуса и запаха.

Многие дрожжи, развиваясь на пищевых продуктах, образуют на них налеты или колонии различной окраски. Некоторые способны вызывать тяжелые заболевания человека, поражая слизистые покровы, центральную нервную систему.

Актиномицеты, или лучистые грибы

Актиномицеты, или лучистые грибы,— микроорганизмы, близкие как к плесневым грибам, так и к бактериям. В значительных количествах они встречаются в почве, в болотной, озерной, речной воде и др. Это одноклеточные организмы, имеющие ветвистое строение тела. Все нити, из которых состоит тело, носят название мицелий. Часть мицелия актиномицетов развивается над поверхностью питательного субстрата, часть же располагается в его толще.

Актиномицеты малотребовательны к условиям обитания по сравнению с другими микроорганизмами. Среди актиномицетов многие являются антагонистами разнообразных, в том числе болезнетворных, микробов. Актиномицеты продуцируют лекарственные вещества — антибиотики. Размножаются актиномицеты с помощью особых тел — спор, образующихся в большом количестве на воздушной части мицелия. Некоторые виды размножаются делением или «перешнуровыванием» клетки во многих местах. При развитии на пищевых продуктах вызывают их порчу, придавая землистый запах.

Развиваясь на лабораторных плотных питательных средах, образуют колонии очень компактной структуры, сильно прикрепленные к поверхности сред.

К актиномицетам относятся и некоторые возбудители болезней, например туберкулезная палочка.

Актиномицеты можно рассматривать как переходную форму между бактериями и более сложно организованными плесневыми грибами.

Ультрамикробы

Существует множество инфекционных заболеваний человека, животных и растений, возбудители которых невидимы в микроскопе. Еще Л. Пастер предположил, что причиной таких заболеваний являются особые микроорганизмы, размеры которых много меньше размеров бактерий. На существование таких мельчайших микроорганизмов указывал и Н. Ф. Гамалея. Вопрос о существовании невидимых в микроскоп возбудителей болезней был окончательно разрешен в 1892 г. русским ученым Д. И. Ивановским.

Вирусы свободно проходят через бактериальные фильтры, поры которых чрезвычайно мелки и не пропускают обычных бактерий. Эти микроорганизмы поэтому названы фильтрующимися вирусами.

Размер некоторых вирусов всего в несколько раз превышает размер крупных белковых молекул. Исчисляется он в нанометрах. Например, частицы вируса ящура имеют размеры 8-12 нм. Это наиболее мелкие вирусы. К вирусам средних размеров относятся вирусы гриппа (80-120 нм), бешенства (100-150 нм). Одним из наиболее крупных является вирус натуральной оспы, частицы которого имеют размер 120-200 нм. Вирусы различимы лишь с помощью электронных микроскопов, дающих увеличение в десятки тысяч раз. Они не имеют клеточной структуры — нет цитоплазмы, ядра, ферментативной и энергетической систем. Вирусные частицы разных возбудителей имеют определенную форму — шарообразную, палочковидную, прямоугольную, нитевидную и др. В некоторых условиях вирусы способны кристаллизоваться.

Вирусы состоят в основном из белка и нуклеиновой кислоты: ДНК — в вирусах животных и человека и РНК — в вирусах растений: Из белка построена одно-двухслойная оболочка, в которой заключена ДНК или РНК.

Важнейшим отличием вирусов от бактерий является их неспособность размножаться вне организма. Поэтому вирусы не растут на обычных питательных средах, на которых хорошо развиваются бактерии и грибы. Вирусы являются внутриклеточными паразитами и размножаются только в живых клетках.

Вирусы, вызывая заболевания человека, растений (табачная мозаика, карликовость томатов, парша картофеля и др.) и животных, наносят громадный ущерб народному хозяйству. Устойчивость вирусов к некоторым внешним воздействиям, например высокой температуре, не очень высока. Практически все они гибнут при непродолжительном кипячении. Высушивание при низких температурах они переносят легко, однако быстро инактивируются под действием ультрафиолетовых лучей, особенно с длиной волны 260 нм, ионизирующей радиации.

Бактериофаги (пожиратели бактерий) являются другой разновидностью ультрамикробов. Это специфические паразиты обычных бактерий. Проникая в клетки, бактериофаги вызывают их лизис — растворение. Явление бактериофагии впервые наблюдал Н. Ф. Гамалея в опытах с культурой сибиреязвенных палочек. В настоящее время известно множество бактериофагов, каждый из которых способен лизировать лишь определенные виды бактерий. Это свойство позволяет использовать фаги при идентификации (распознавании) выделенных при анализах культур.

Бактериофаг действует на живые, растущие, активно размножающиеся бактерии. Мертвые бактериальные клетки бактериофаг не растворяет. В некоторых случаях бактерии, оставшиеся живыми в присутствии бактериофага, приобретают устойчивость к нему — фагорезистентность.

Явление бактериофагии нередко наблюдается на пищевых производствах, связанных с использованием микроорганизмов. Фаги растворяют микробов, участвующих в технологических процессах (брожении, сквашивании), нанося этим ущерб производству.

С другой стороны, бактериофаги находят применение в качестве профилактических лечебных средств в борьбе с некоторыми инфекционными заболеваниями — дизентерией, брюшным тифом, холерой, дифтерией и др. В настоящее время известны фаги, паразитирующие не только на бактериях, но и на актиномицетах (актинофаги), плесневых грибах (микофаги) и других группах микроорганизмов.

Ряд признаков — прохождение через бактериальные фильтры и способность развиваться только в живых средах — позволяет считать бактериофагов разновидностью вирусов, паразитирующих на бактериях.

В основу классификации вирусов положены особенности строения, тип и процентное содержание нуклеиновой кислоты, число нитей ДНК или РНК, относительная молекулярная масса.

Все вирусы делят на две группы: ДНК-содержащие; РНК-содержащие. Первая группа содержит пять семейств, вторая — десять.

Физиология микроорганизмов

Физиология — наука о питании, дыхании, росте, развитии, размножении организмов, об их взаимодействии с окружающей средой.

Знание основ физиологии дает возможность регулировать жизнедеятельность микроорганизмов в среде обитания, ориентироваться во взаимоотношениях, возникающих между различными микроорганизмами при их совместном обитании, во взаимоотношениях с другими организмами. Владение основами физиологии позволяет влиять на микробиологические процессы при переработке и хранении различных товаров, т. е. открывает пути для борьбы с микрофлорой, когда это необходимо, и возможности для использования ее в хозяйственных целях.

Микроорганизмы, не отличаясь большим разнообразием в морфологическом отношении, очень различны в физиологическом. Особенно велико разнообразие в питании и дыхании — процессах составляющих основу обмена веществ, непрерывно осуществляющегося между живыми организмами и внешней средой. Питание и дыхание организмов находятся в тесной взаимозависимости и осуществляются одновременно. В благоприятных для микроорганизмов условиях обмен веществ протекает исключительно быстро.

В процессе обмена часть веществ, содержащихся в пище, ассимилируется микробами, т.е. используется для построения своего тела, чем обеспечиваются прирост биомассы, восстановление разрушенных или поврежденных структур клетки; другая часть питательных веществ окисляется, освобождая необходимую для поддержания жизни клетки энергию.

Химический состав

Химический состав микробов сложен и разнообразен. В них содержатся белки, углеводы, липиды, витамины, ферменты и другие вещества.

Элементарной основой органических и минеральных веществ микробной клетки являются водород, кислород, азот. Важное значение имеют также железо, фосфор, калий, натрий, кальций, магний, марганец и другие элементы.

Вода составляет основную массу микроорганизмов тела. Количество ее колеблется в вегетативных клетках микробов от 75 до 85%, в спорах воды значительно меньше — около 50%. Содержание воды в теле различных микробов неодинаково: оно меняется в зависимости от вида, возраста, питания, состава среды обитания. В воде растворены все наиболее важные органические и минеральные вещества микробной клетки. В водной среде протекают основные биохимические процессы, вызываемые микробами, например гидролиз углеводов, белков и других веществ.

Белки — основа всех жизненных структур микроорганизмов. Наличие в белках большого количества химических функциональных групп и своеобразие строения молекул белков определяют видовые и специфические признаки микробов.

«Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь, что приводит к разложению белка», — писал Ф. Энгельс.

Белки входят в состав цитоплазмы, ядра, оболочек и прочих структур клетки. Белки микроорганизмов, как и все прочие, представляют собой полипептидную цепочку, построенную из разнообразных аминокислот.

Аминокислоты, поступающие в процессе питания в клетки микробов, в основном используются на пластические цели, т. е. для синтеза белков самой клетки. Лишь в некоторых случаях белки и аминокислоты могут служить энергетическим материалом или откладываться в качестве запасных веществ в цитоплазме клеток (зерна волютина).

Сухой остаток (т. е. то, что остается после высушивания клеток микробов) примерно на 80 % состоит из белков.

Различают белки простые и сложные; в состав последних входят и небелковые группы (углеводы, жиры, пигменты, нуклеиновые кислоты). . Большое значение для жизнедеятельности микроорганизмов имеют входящие в состав каждой клетки особые белковые вещества (ферменты, которые будут рассмотрены особо).

Нуклеиновые кислоты — сложные вещества, участвующие в регулировании синтеза клеточных белков, передаче наследственной информации и других процессах. Их доля в расчете на сухое вещество составляет 10—30 %. Известны несколько типов рибонуклеиновой кислоты: рибосомная (р. РНК), транспортная (т. РНК), матричная (м. РНК). Рибосомная входит в состав рибосом, транспортная переносит аминокислоты к рибосомам, матричная обеспечивает последовательность включения различных аминокислот в молекулы белка.

РНК состоит из азотистых оснований (аденина, гуанина, цитозина, урацила), углевода (рибозы) и фосфорной кислоты.

Близкое к РНК соединение ДНК отличается лишь тем, что вместо урацила в его структуре имеется тимин, а углевод представлен своей окисленной формой— дезоксирибозой.

Углеводы — содержатся в клетках микроорганизмов в количестве 10—60 % к сухой массе. Больше всего их в плесневых грибах и дрожжах. Углеводы входят в состав оболочек и слизистых капсул, сложных клеточных белков. Поступающие из окружающей среды углеводы используются как энергетический материал, а также служат для синтеза жиров и белков. Могут откладываться и в клетках в качестве запасных питательных веществ — в виде зерен гликогена.

В клетках микроорганизмов встречаются как простые (пентозы, гексозы, маннит, рибоза), так и сложные углеводы (крахмал, гликоген, клетчатка).

Жиры и жироподобные вещества содержатся в небольших количествах. Они входят в состав цитоплазмы, ядра, образуя с белками сложные соединения. Повышенное количество их находится в оболочках спор. Жиры также служат энергетическим материалом. Многие микроорганизмы накапливают жиры в качестве запасных питательных веществ (от 2 до 40 % к сухой массе).

Минеральные вещества играют важную роль в построении сложных белков, витаминов, ферментов, фосфорорганических и других веществ, входящих в состав микробных клеток. Растворы минеральных веществ поддерживают нормальный уровень внутриклеточного осмотического давления. В наибольших количествах в теле микроорганизмов имеются фосфор, калий, натрий, железо, сера, магний. Их содержится от 3 до 1,5 % к сухой массе.

Ферменты — вещества, способные каталитически влиять на скорость биохимических реакций. Они играют важную роль в жизнедеятельности микроорганизмов. Открыты ферменты в 1814 г. русским академиком К. С. Кирхгофом.

Как и другие катализаторы, ферменты в реакциях превращения веществ принимают участие лишь в качестве посредников. Количественно в реакциях они не расходуются.

Микробы содержат различные ферменты. Это связано с большим разнообразием условий, в которых они обитают. Различные микроорганизмы прошли неодинаковый эволюционный путь развития, чем и объясняется большое разнообразие их биохимической активности.

Разнообразные ферменты обеспечивают быстрое протекание в организме или вне его огромного количества реакций.

Академик И. П. Павлов оценивал роль ферментов как истинных двигателей всех жизненных процессов.

В процессе питания микробы, как правило, используют вещества, находящиеся в виде водных растворов. Перевод нерастворимых веществ пищи в растворимые и подготовленные для усвоения осуществляется с помощью ферментов, вырабатываемых микроорганизмами и выделяемых ими в окружающую среду. Ферменты, находящиеся в клетке, участвуют в синтезе веществ, в окислительно-восстановительных реакциях и других процессах.

По химической природе ферменты бывают однокомпонентными, состоящими только из белка, и двух-компонентными, состоящими из белковой и небелковой частей. Небелковая часть (простетическая группа) у ряда ферментов представлена тем или иным витамином.

Ферменты, как и белки, имеют большую молекулярную массу. Так, молекулярная масса пепсина составляет 36000, каталазы — 248000. Молекулярная активность, или так называемое число оборотов, т. е. число молекул субстрата, подвергаемых превращению в течение 1 мин одной молекулой фермента, неодинакова у разных ферментов, но у всех чрезвычайно велика. Например, фермент, катализирующий превращение при спиртовом брожении уксусного альдегида в спирт (алкогольдегидрогеназа), имеет молекулярную активность 4700, катализирующий перенос остатков фосфорной кислоты (фосфорилаза), — 40000, катализирующий взаимные превращения фосфодиоксиацетона и трифосфоглицеринового альдегида при спиртовом брожении (изомераза), — 500000.

Как видно, ферменты имеют исключительно высокую каталитическую активность, превышающую во много раз активность минеральных катализаторов. Так, одна часть химозина (сычужного фермента) может вызвать свертывание 12 млн. частей молока; 1 г фермента амилазы при благоприятных условиях может превратить в сахар 1 т крахмала.

Ионы железа каталитически ускоряют разложение перекиси водорода на кислород и воду. Каталитическое действие железа многократно возрастает, если оно входит в состав ферментов. Так 1 мг железа в составе фермента каталазы эквивалентен по каталитическому действию 10 т неорганического железа.

Каждый фермент обладает строгой специфичностью действия, т. е. способностью влиять только на определенные связи в сложных молекулах или лишь на определенные вещества. Например, мальтаза расщепляет только мальтозу, лактаза — только лактозу, а амилаза способна вызвать распад только крахмала.

Ферменты неустойчивы к действию высокой и низкой температуры, существенному подкислению или подщелачиванию, изменению концентрации солей, радиации и др. Это свойство обусловлено белковой природой ферментов.

При повышении температуры до 40-50 °С скорость ферментативных реакций возрастает на каждые 10 °С примерно в 2-3 раза. При дальнейшем повышении температуры многие ферменты начинают разрушаться и теряют в связи с этим свою активность (инактивируются). Чем выше температура, тем быстрее происходит инактивирование фермента. Однако многие ферменты сохраняют активность и при 70 °С. При температуре выше 80 °С практически все ферменты необратимо инактивируются. Сухие ферменты более устойчивы: некоторые переносят нагрев до 100°С в течение нескольких часов.

Температура, при которой практическая скорость реакции наибольшая, называется оптимальной. Для большинства ферментов она составляет 30-40 °С. Понижение температуры ниже оптимальной приводит к замедлению действия ферментов. Особенно заметно это сказывается при температуре ниже 0°С, хотя разрушение ферментов не происходит.

На ферментативные процессы существенно влияет активная реакция среды. Для одних ферментов наилучшей является кислая среда, для других — нейтральная или слабощелочная.

Изменение реакции среды за пределы оптимального значения приводит к существенному снижению скорости катализируемого процесса и в конечном счете к полной потере активности фермента. Установлено, что изменение кислотности среды приводит к потере электрического заряда белковыми компонентами ферментов, поэтому они теряют растворимость и осаждаются. Исчезает также возможность контакта ферментов с субстратом, и ферментативные реакции прекращаются. Происходит это в так называемой изоэлектрической точке, которая для каталазы совпадает со значением кислотности, равным 5,0 рН, для трипсина — 7,0-8,0 рН.

На скорости ферментативных процессов отражаются концентрация субстрата, на который действует фермент, и концентрация самого фермента. При малых концентрациях субстрата, когда фермент оказывается в избытке, скорость ферментативной реакции относительно снижается; практическая скорость реакции уменьшается при избытке субстрата.

Химические вещества могут оказывать на ферменты как активизирующее, так и инактивирующее действие. Например, соли тяжелых металлов (меди, никеля, серебра, свинца, ртути), даже в малых дозах, инактивируют действие ферментов, а в более значительных — разрушают их. Соли же некоторых щелочноземельных металлов в малых дозах активизируют действие ферментов. Фенол и хлороформ, убивающие микроорганизмы, оказывают парализующее действие и на ферменты. Сами ферменты могут иногда подвергаться разрушительному действию других ферментов. Необратимо инактивируют ферменты при действии больших доз ультрафиолетового или радиоактивного облучения.

Ферменты, выделяемые живыми клетками наружу и служащие для внеклеточной переработки пищи, называют экзоферментами; ферменты, не выделяющиеся при жизни клетки в окружающую среду, а участвующие только во внутриклеточных процессах, — эндоферментами.

Микробы, попадая в необычные условия обитания, сравнительно легко к ним приспосабливаются. При этом изменяется потребность в ферментах, и микробы в некоторых случаях оказываются способными продуцировать необходимые именно в этих условиях ферменты. Их называют адаптивными в отличие от конститутивных, которые постоянно имеются в клетках данного организма.

В настоящее время выделено около 1000 ферментов. По общности или близости каталитических свойств в соответствии с современной классификацией, предложенной специальной комиссией Международного биохимического союза 1961 г., ферменты делят на шесть классов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы (синтетазы). Каждый класс подразделяют на группы, а группы — на подгруппы.

Ниже дается характеристика классов ферментов.

Оксидоредуктазы — окислительно-восстановительные ферменты. Принимают участие в процессах дыхания, брожения, ускоряя процесс переноса атомов водорода от одного вещества к другому.

Трансферазы катализируют реакции переноса групп атомов от одного соединения к другому. Например, фосфоферазы переносят остаток фосфорной кислоты при спиртовом брожении, аминотрансферазы переносят аминокислоты от аминокислот к другим веществам.

Гидролазы катализируют многочисленные реакции, идущие с присоединением или отнятием воды. Примерами могут являться сахараза, мальтаза (ферменты, расщепляющие сахара, и др.).

Лиазы катализируют превращение веществ с разрывом связей между атомами углерода, углерода и кислорода.

Например, альдолаза катализирует распад 1,6 дифосфатфруктозы на 3 фосфоглицериновый альдегид и фосфодиацетон при спиртовом, молочно-кислом и других брожениях.

Изомеразы катализируют взаимное превращение изомеров. Например, триозофосфатизомераза катализирует взаимные превращения фосфодиацетона и 3 фосфоглицеринового альдегида в типичных брожениях.

Лигазы (синтетазы) катализируют реакции соединения молекул, сопровождающиеся распадом аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ).

Каждый класс, группа и подгруппа имеют свой шифр — номер, а каждый фермент в подгруппе — свой порядковый номер. Таким образом, наименование каждого фермента и его свойства могут быть выражены цифровым шифром. Словесное наименование конкретных ферментов складывается из названия субстрата, на который действует фермент, и типа вызываемой реакции. Если же фермент переносит какие-либо химические группы к другому субстрату, то в наименование включается и название этого субстрата. Так, фермент уреазы, ускоряющий реакцию расщепления мочевины на углекислый газ и аммиак, по этой номенклатуре должен называться карбамидамидагидролазой в связи с катализируемой реакцией:

Наименование этого же фермента в виде шифра 8.5.1.5 (класс 3, группа 5, подгруппа 1 и порядковый номер 5).

В связи со сложностью построения наименований ферментов по новой классификации наряду с новыми допускаются старые наименования, учитывающие лишь некоторые свойства ферментов (пепсин в переводе с греческого — пищеварение, трипсин — разжижение, папайи — от названия дынного дерева, из которого фермент получен). Старые наименования некоторых ферментов состоят из слова, обозначающего субстрат, и окончания «аза»: амилаза (действует на крахмал), протеаза (действует на белки), липаза (действует на жиры) и т. д.

Питание микроорганизмов

Микроорганизмы не имеют специальных органов питания. Они поглощают питательные вещества и выделяют продукты жизнедеятельности через всю поверхность тела путем осмоса. Он, как и явление диффузии, возникает под действием разных осмотических давлений, т. е. различий в концентрации растворенных веществ, в двух соседних точках раствора или по обе стороны полупроницаемой перегородки. Осмотическое давление — это та энергия, с которой вещества стремятся выровнять концентрацию.

Проникновение через полупроницаемую перегородку воды и растворенных в ней веществ происходит по-разному. Вода преодолевает ее быстрее, чем растворенные вещества. Скорость же проникновения веществ находится в обратной зависимости от величины частиц, находящихся в растворе.

Вода движется через перегородку в ту сторону, где суммарная концентрация растворенных веществ выше. Каждое растворенное вещество движется в ту сторону, где его концентрация ниже. Таким образом, концентрация веществ по обе стороны перегородки постепенно выравнивается.

Проникновение каждого вещества через перегородку прекращается лишь тогда, когда по обе ее стороны концентрация его станет одинаковой.

Величина осмотического давления может быть измерена специальным прибором — осмометром. Наиболее простой моделью его может служить прибор, состоящий из стеклянного резервуара, герметично закрытого с широкой стороны животным пузырем, колодиевой пленкой или целлофаном и имеющего отходящую вверх длинную трубку. Резервуар заполняют сахарным раствором большой концентрации и погружают в воду.

После погружения уровень сахарного раствора в трубке постепенно поднимается. Происходит это в результате того, что сахар медленно проникает через животный пузырь в воду, тогда как вода довольно быстро осмотирует внутрь колокола и, увеличивая объем раствора, повышает уровень его над колоколом. Высота подъема раствора в трубке над уровнем в сосуде характеризует разность осмотических давлений внутри и вне резервуара.

В принципе таков же механизм проникновения веществ из внешней среды в клетки микроорганизмов и выделения в нее из клеток продуктов жизнедеятельности. Однако в связи с громадной удельной поверхностью (поверхность единицы массы) клеток микробов вещества из внешней среды и обратно проникают очень быстро. В значительной мере именно этим объясняются быстрое размножение микробов и порча товаров, на которых Они развиваются. Так как оболочка микробных клеток непроницаема для многих веществ пищи, нерастворимых в воде (жиры, крахмал, белки), они могут поступать в клетку после разрушения ферментами микробов до растворимых соединений.

В жизнедеятельную микробную клетку вещества пищи поступают непрерывно, так как часть из них, проникнув в нее, вовлекается в различные биохимические процессы и под влиянием ферментов, содержащихся в клетке, превращается в другие более сложные нерастворимые или слаборастворимые вещества, входящие в состав тела клетки. Другая же часть веществ в процессе диссимиляции превращается в более простые соединения.

Таким образом, концентрация каждого вещества в нормальных условиях никогда не уравнивается внутри и вне клетки в процессе питания, и поступление его в клетку осуществляется непрерывно. Иногда проникновение вещества в клетки микробов не может быть полностью объяснено явлениями

осмоса. Установлено, что оболочка живых клеток и прилегающий к ней слой цитоплазмы (цитоплазматическая мембрана) обладают избирательной способностью отличать нужные вещества от ненужных. Этим объясняется способность микробов извлекать необходимые им вещества даже из растворов с чрезвычайно малой концентрацией и не пропускать внутрь клетки вредные вещества, содержащиеся в среде в значительных количествах.

Внутри клеток, находящихся в нормальном состоянии, суммарное осмотическое давление, как правило, выше, чем в питательной среде. Суммарное внутриклеточное давление создается веществами, поступившими в клетку, но еще не ассимилированными, а также продуктами жизнедеятельности, еще не выделившимися из клетки, и частично веществами клеточного синтеза. Поэтому одновременно с питательными веществами в клетки поступает и необходимая им вода.

Высоким суммарным осмотическим давлением в клетках микроорганизмов (до десятков атмосфер) можно объяснить их способность развиваться на сравнительно сухих средах. Так, плесневые грибы могут поражать товары и материалы, имеющие влажность 15 % и даже меньшую.

Высокое осмотическое давление внутри каждой клетки создает постоянный приток в нее воды. Как бы набухшая цитоплазма клетки с определенным напряжением давит на оболочку. Это состояние является нормальным и называется тургором. Находясь на пищевых продуктах в таком состоянии, микробы проявляют большую активность и быстро вызывают порчу. Если клетка оказывается в среде, где суммарная концентрация растворенных веществ намного выше, чем в клетке (растворы сахара, поваренной соли), происходит обратное явление — плазмолиз (постепенное обезвоживание клетки, т. е. цитоплазма ее сжимается и отстает от оболочки). Длительное нахождение в таком состоянии делает микробы нежизнедеятельными и даже вызывает их гибель. Этим пользуются при консервировании.

В клетки, находящиеся в среде с малой концентрацией растворенных веществ, проникает много воды. Это приводит их в состояние плазмоптика (переполненности). При этом оболочка может даже разорваться.

Требования большинства микроорганизмов к источникам питания разнообразны. Однако учитывая некоторые общие особенности питания микроорганизмов, их принято делить на две группы: аутоотрофы, питающиеся по типу высших растений, и гетеротрофы, питающиеся по типу животных организмов.

Аутоотрофы способны усваивать углерод из углекислоты и ее минеральных соединений, использовать элементарный азот. В эту группу входят многие почвенные бактерии: нитрифицирующие, клубеньковые азотфиксирующие, серо- и железобактерии и др. Все необходимые для построения тела вещества, в том числе белковые, они синтезируют из простых соединений.

Источниками энергии для построения сложных веществ некоторым аутоотрофным микробам служат химические реакции, например окисление водорода, окисление аммиака до азотистой и азотной кислот, сероводорода до серной кислоты, окисление метана, железа и др. Эта группа микроорганизмов называется хемосинтезирующими аутоотрофами.

Другие аутоотрофные микробы (железобактерии, пурпурные серобактерии), а также водоросли, наподобие высших зеленых растений, используют для синтеза энергию солнечного света. В клетках у них есть пигменты, выполняющие роль, сходную с ролью хлорофилла зеленых растений.

Гетеротрофы нуждаются в органических соединениях, которые служат одновременно источником углерода и энергии. К этой группе относят многочисленные микроорганизмы, использующие органические вещества мертвой природы, — сапрофиты, в частности гнилостные бактерии и возбудители различных брожений. К этой же группе относятся и паразиты (паразиты), например многие болезнетворные микробы.

Группа гетеротрофных микробов для питания использует углеводы, спирты, белки, жиры, органические кислоты. Некоторые из них способны усваивать парафин, а также циклические углеводороды. Под их влиянием происходит разрушение нефти и керосина. Такое же разнообразие имеется и в отношении источников азотистого питания. В качестве таковых для разных

микроорганизмов могут служить разнообразные азотистые вещества и даже молекулярный азот атмосферы.

Большинство сапрофитов используют как источник азота различные белковые вещества и продукты их распада, а также минеральные азотистые соединения — аммонийные соли, нитраты. Другие способны развиваться лишь при наличии определенного источника азота. Например, для развития молочнокислых бактерий необходимы сложные органические соединения азота (растворимые белки, пептоны, аминокислоты). Еще более требовательны к источникам азота микроорганизмы-паразиты, которые развиваются только за счет белков того организма, в котором они паразитируют. Некоторые могут усваивать азот даже из цианистых соединений.

Одни и те же вещества, являясь источником питания для одних микроорганизмов, совершенно непригодны и даже ядовиты для других. Так, нитрифицирующие бактерии совершенно не развиваются в присутствии даже незначительных количеств пептонов, глюкозы.

Для нормального развития микроорганизмы нуждаются в пище, обеспечивающей их не только пластическими и энергетическими, но и так называемыми ростовыми веществами.

Вещества эти часто нужны в минимальных количествах, но в то же время они необходимы. К их числу могут быть отнесены некоторые аминокислоты, которые используются для построения белков и ферментов. Из 20 аминокислот, входящих в состав белков, большинство синтезируется всеми микроорганизмами самостоятельно, однако некоторые микроорганизмы не могут создавать отдельные аминокислоты и обязательно должны поступать с пищей. При их отсутствии или недостатке микроорганизмы не растут и не размножаются. Поэтому аминокислоты относят к группе ростовых.

Примером может служить аминокислота триптофан, в отсутствие которой невозможен рост тифозной палочки, возбудителя столбняка. Другие микроорганизмы, в частности аутоотрофные, хорошо развиваются на средах, не содержащих эту аминокислоту. Они сами ее синтезируют. Существуют микроорганизмы, способные синтезировать ростовые вещества в количествах, превышающих собственные потребности. Они выделяют их в окружающую среду.

К группе ростовых веществ можно отнести и различные витамины. Для многих микроорганизмов они обязательно должны быть в питательных средах.

Витамины необходимы микроорганизмам для регулирования биохимических процессов и образования ферментов. С другой стороны, некоторые бактерии, дрожжи, актиномицеты в определенных условиях могут сами накапливать в среде значительные количества витаминов. Известны виды микроорганизмов, синтезирующие в больших количествах витамины В1, В2 — Многие актиномицеты и бактерии, имеющие красную, розовую, оранжевую, желтую окраски, образуют предшественников витамина А — каротины. Пропионовые бактерии, актиномицеты, метанобактерии синтезируют и выделяют в окружающую среду витамин В12.

В связи с высокой стоимостью промышленного производства витаминов из натуральных продуктов (моркови, лимонов, печени крупного рогатого скота и др.), сложностями химического синтеза в настоящее время развивается производство витаминов микробиологическим путем. Он экономически более выгоден. Витамин В12 получают только микробиологическим путем; витамин В2 и р-каротины — микробиологическим, и химическим способами.

Дыхание бактерий

Поступающие в микробную клетку питательные вещества трансформируются затем в те или иные составные вещества цитоплазмы, ядра, оболочки клетки и т. д. Для этих сложных синтетических процессов необходимо определенное количество энергии, которую микробная клетка должна получать для поддержания своей жизнедеятельности так же непрерывно, как и питательные вещества.

Энергия необходима не только для синтетических процессов, но и для других многочисленных проявлений жизнедеятельности бактерий — размножения микробов, движения, образования спор и капсул и т. д.

Всю необходимую энергию микробные клетки получают за счет экзотермических реакций, осуществляемых путем окислительно-восстановительных преобразований различных химических соединений, обладающих большими запасами потенциальной энергии.

Процессы, обеспечивающие энергетические потребности микроорганизмов, объединяются под названием дыхательных. Особенно доступны окислению в процессе дыхания углеводы, освобождающие большое количество энергии. Используются также и другие органические вещества — жиры, белки, кислоты и пр.

Л. Пастер впервые установил необычайную способность некоторых микроорганизмов развиваться без использования кислорода воздуха, в то время как все высшие организмы — растения и животные — могут жить в атмосфере, содержащей кислород.

По этому признаку Л. Пастер разделил микроорганизмы по типам дыхания на две группы — аэробы и анаэробы.

Аэробы для получения энергии осуществляют окисление органического материала кислородом воздуха, например уксусно-кислые бактерии, плесневые грибы.

В процессе аэробного дыхания растений и животных органическое вещество окисляется до конечных продуктов — CO_2 и H_2O . При этом освобождается весь запас энергии данного вещества:

У микроорганизмов такое дыхание встречается редко. Чаще органические вещества разрушаются не до конца. Образующиеся при этом все еще довольно сложные продукты могут использоваться человеком в хозяйственных целях (уксусная кислота, сорбоза, диоксиацетон и др.).

Однако при неглубоком окислении выделяется меньше энергии. Например, энергетический баланс при использовании уксусно-кислыми бактериями этилового спирта будет выражен уравнением:

Примерами типичных аэробов являются также чудесная палочка (продигиозум), сенная палочка, бактерии туберкулеза и др. Не только уксусно-кислые, но и некоторые другие аэробные микробы могут быть использованы для получения полезных веществ. Для этого необходимо прекратить процессы окисления, вызываемые этими микроорганизмами, на каком-либо этапе с тем, чтобы не произошло полного окисления и остались продукты с запасом скрытой энергии.

Анаэробы — это микроорганизмы, способные к дыханию без использования свободного кислорода. Анаэробный процесс дыхания у микроорганизмов происходит за счет отнятия у субстрата водорода. Отношение анаэробных микроорганизмов к кислороду различно. Одни из них совсем не переносят кислорода и носят название облигатных, или строгих, анаэробов. К их числу принадлежат, например, возбудители масляно-кислого брожения, столбнячная палочка, возбудители ботулизма. Другие микробы могут развиваться как в аэробных, так и в анаэробных условиях. Их называют факультативными, или условными, анаэробами; это молочно-кислые бактерии, кишечная палочка, протей, дрожжи и др.

В зависимости от условий существования факультативные анаэробы могут изменять анаэробный тип дыхания на аэробный. Так, дрожжи при ограниченном притоке кислорода разлагают сахар на спирт и углекислоту; при обильной аэрации у них преобладает аэробное дыхание с полным окислением Сахаров до углекислого газа и воды.

Разрушение энергетического материала в анаэробных процессах всегда идет не до конечных продуктов, образуя целый ряд нужных человеку веществ — этиловый и бутиловый спирты, масляную и молочную кислоты и др.

Типичные анаэробные дыхательные процессы принято называть брожениями. Примером получения энергии анаэробным путем может служить спиртовое брожение, осуществляемое многими дрожжами и некоторыми другими микроорганизмами по схеме:

Из приведенного уравнения видно, что часть субстрата, превратившаяся в углекислый газ, представляет собой глубоко окисленное по сравнению с гексозой соединение (отношение числа атомов углерода к кислороду в составе углекислого газа равно 1:2 против исходного 1:1). Зато другая часть, превратившаяся в этиловый спирт, восстановилась (отношение числа углеродных атомов к кислороду 2:1),

Окислительно-восстановительный процесс затронул исходный продукт сбраживания без участия кислорода.

Такой тип превращений субстрата характерен и для всех типичных брожений — молочно-кислого, масляно-кислого и др.

К числу анаэробов принадлежат представители различных групп микроорганизмов; среди них встречаются и болезнетворные, например возбудители газовой гангрены, палочка ботулизма и пр. Болезнетворными анаэробами богата загрязненная почва, поэтому попадание земли в раны может быть очень опасным.

В энергетическом отношении аэробное дыхание во много раз выгоднее анаэробного. Так, при аэробном процессе окисления глюкозы до углекислого газа и воды освобождается примерно в 25 раз больше энергии, чем при анаэробном процессе (например, спиртовом брожении). Это объясняется тем, что конечные продукты, получающиеся в результате анаэробного окисления, всегда представляют собой сложные органические соединения, имеющие большой запас энергии,— спирты, кислоты и др.

В связи с этим многие процессы брожения находят применение для получения ценных пищевых и . технических продуктов.

Продукты жизнедеятельности одних микроорганизмов часто могут быть энергетическим материалом для других. Так, дрожжи образуют из сахара этиловый спирт, который уксусно-кислые бактерии окисляют в уксусную кислоту.

В большинстве случаев из всего количества энергии, выделившейся из субстрата в ходе дыхательных процессов, на нужды самих микроорганизмов используется примерно лишь четвертая часть. Значительная доля энергии (75-90%) в виде тепла выделяется в окружающее пространство.

Выделение тепла при дыхании микроорганизмов можно наблюдать при выращивании культур в сосудах, защищенных от потери тепла, где температура питательной среды постепенно повышается. Выделением тепла при дыхании микроорганизмов обуславливаются процессы самосогревания влажного сена, навоза, торфа, зерновых масс, муки.

Существует довольно много светящихся бактерий, у которых окислительные процессы в клетке сопровождаются отдачей световой энергии. Свечение морской воды, прелого дерева, пищевых продуктов (мяса, рыбы) обуславливается присутствием светящихся бактерий, или фотобактерий. Их свечение объясняется интенсивным окислением кислородом особых фотогенных веществ. Установлено, что светиться могут и убитые бактерии.

По современным представлениям, значение дыхания в обмене веществ не ограничивается ролью только энергетического процесса. Установлено, что часть более или менее простых веществ, образующихся в ходе дыхания, вновь вовлекается в процесс синтеза необходимых для организма сложных соединений, т. е. используется в пластических целях.

Заканчивая рассмотрение обмена веществ микроорганизмов, следует обратить внимание на то, что неизбежно выделяемые ими в окружающую среду продукты жизнедеятельности, накапливаясь, оказывают губительное влияние на сами микроорганизмы, их выделяющие. При возрастании концентрации продуктов обмена в среде процессы жизнедеятельности замедляются и практически могут прекратиться совсем. Так, жизнедеятельность дрожжей значительно замедляется при накоплении в сбраживаемом субстрате 10—14 % спирта; не более 3-4 % уксусной кислоты могут переносить уксусно-кислые бактерии. Объяснить это явление можно тем, что продукты обмена затормаживают течение тех самых биохимических реакций, которые необходимы для поддержания нормальной жизнедеятельности клеток и итогом которых является образование этих веществ. Иллюстрацией может служить затруднение дыхания у всех, в том числе и у человека, в результате накопления углекислого газа, выделяющегося при дыхании. Некоторые продукты обмена,

обладающие широким спектром действия, т. е. оказывающие влияние не только на продуцирующие их организмы, но и на другие, находят применение в хозяйственной практике. Так, молочная и уксусная кислоты, углекислый газ, этиловый спирт и другие применяют для защиты пищевых продуктов от микробиологической порчи.

Влияние условий внешней среды на развитие микроорганизмов

Жизнедеятельность микроорганизмов находится в неразрывной взаимосвязи с окружающей средой. Физико-химические свойства окружающей среды могут подавлять развитие микробов, вызывать их гибель или способствовать развитию, а в некоторых случаях вызывать изменение свойств самих микробов. Микроорганизмы в свою очередь способны вызывать изменение в среде обитания, выделяя в нее продукты своей жизнедеятельности, поглощая различные вещества, необходимые им, меняя тем самым ее свойства.

Воздействием среды обитания на микробов широко пользуются в практике хранения и консервирования пищевых продуктов, большинство которых по химическому составу представляет собой благоприятную питательную среду для различных микроорганизмов. Однако если окружающие условия — температура, относительная влажность воздуха, освещенность и др. — неблагоприятны, то развития микробов не происходит, и товары длительное время сохраняются без изменения качества. Изучая этот раздел, следует уяснить природу воздействия на микроорганизмы различных факторов внешней среды, возможности регулирования поведения микроорганизмов с помощью того или иного воздействия.

Влияние физических факторов/ Влияние температуры

Микроорганизмы в сравнении с другими живыми существами имеют широкий температурный диапазон развития. Некоторые из них способны развиваться при 8-10° С и более низких температурах; другие, в частности обитающие в воде и в горячих источниках, хорошо чувствуют себя при 80-95 °С. Уникальные микроорганизмы выделены в 1982 г. в Красном море из глубинных горячих вод. Они живут при 250 °С и громадном давлении, прекращая жизнедеятельность от переохлаждения уже при 100°С. Абсолютное же большинство предпочитает температуры в пределах 15-35 °С.

В отношении каждой физиологической группы микроорганизмов различают три температуры: оптимальную (при которой данный вид наиболее активно проявляет свою жизнедеятельность); максимальную (выше которой жизнь данного вида прекращается в связи с гибелью); минимальную (ниже которой микроорганизмы не развиваются).

Интервал температур между максимальными и минимальными значениями у разных микроорганизмов неодинаков. Например, пределы развития сенной палочки составляют от 3 до 52 °С, т. е. интервал составляет почти пятьдесят градусов, тогда как у других он равен всего 1-2°С (менингококки).

В зависимости от оптимальной температуры развития микробы подразделяются на группы.

Психрофилы, или холодолюбивые, имеют минимальную температуру развития 0-2°С (некоторые — даже —10 °С), максимальную — 25-35, оптимальную — 15-20 °С. Однако они хорошо размножаются и при температурах значительно ниже оптимальной. К этой группе относятся все микробы, способные вызывать порчу продуктов питания в процессе хранения. Они могут развиваться и на товарах, хранящихся при комнатной температуре.

Термофилы, или теплолюбивые, имеют оптимальную температуру развития около 45-60°С, максимальную — около 80 и минимальную — около 35 °С. Обитают они в некоторых почвах, пищеварительном тракте животных, горячих источниках, в почве южных широт.

Мезофилы, или любящие средние температуры, имеют оптимальную температуру 25-37 °С, максимальную — 40-45, минимальную — около 10 °С. К этой группе относятся все гнилостные бактерии, большинство дрожжей и плесневых грибов. Представители этой группы чаще остальных вызывают порчу пищевых продуктов, хранящихся без охлаждения.

Микробы сравнительно быстро привыкают (приспосабливаются) к небольшим изменениям температуры. Поэтому небольшое понижение по сравнению с минимальной температурой или повышение по сравнению с максимальной не гарантирует прекращения развития микробов, что важно иметь в виду при хранении пищевых продуктов.

Влияние высоких температур. Температуры, превышающие максимальные, действуют на микробы губительно. В водной среде большинство беспоровых бактерий, дрожжи, плесневые грибы отмирают при нагревании до 60 °С в течение часа, до 70 °С — в течение 10-15 мин, при кипячении (100 °С) — в течение нескольких секунд. В воздушной среде гибель этих микробов наступает при 170 °С через 1-2 ч.

Споры бактерий обладают более высокой устойчивостью к нагреванию. Среди них имеются такие, которые остаются жизнеспособными при 4-часовом кипячении или нагревании в парах воды до 120 °С в течение 20 мин. Это объясняется тем, что в бактериальных спорах свободной воды вдвое меньше, чем в вегетативных клетках. Более высокая концентрация белков в цитоплазме и является причиной повышенной устойчивости к тепловой коагуляции.

Споры плесневых грибов и дрожжей хотя и более стойки, чем вегетативные клетки, но нагревание в водной среде до 100 °С часто вызывает их гибель.

В одних и тех же условиях споры одного и того же вида микробов погибают не одновременно. Некоторая часть их оказывается менее устойчивой, другая — более устойчивой. Поэтому чем больше спор в субстрате, тем больше среди них особо устойчивых. Чем сильнее обсеменен микробами, особенно споровыми, продукт, тем продолжительнее должно быть действие высоких температур для полного его обезвреживания.

Известны два основных способа обработки различных продуктов высокими температурами — стерилизация и пастеризация.

При стерилизации («стерилис» — бесплодный) полностью уничтожаются живые вегетативные и споровые формы микробов. Существует много приемов и методов стерилизации. Чаще ее проводят в специальных котлах — автоклавах. За счет герметизации и накапливания образующегося при нагреве пара в них создается повышенное давление и температура кипения воды повышается. При избыточном давлении в 0,5 атм она равна 112 °С, 1 атм — 121 °С и т. д. Наиболее широко применяется режим стерилизации при 120 °С в течение 20 мин, при котором погибают споровые и вегетативные формы различных микроорганизмов. Некоторые вещества, например растворы Сахаров, желатина, при таком нагреве разрушаются, поэтому их стерилизуют при 111 °С в течение 15-20 мин.

Стерилизацией пользуются при производстве мясных, рыбных, овощных и крупяных консервов, лабораторных питательных сред и др.

Эффект стерилизации зависит от количественного и качественного состава микрофлоры субстрата, его химического состава, консистенции. Чем выше обсемененность сырья, особенно споровыми формами, чем больше жира в продукте, чем больше масса и крупнее куски стерилизуемого продукта, тем эффект стерилизации слабее.

Наличие в продукте кислот и солей ускоряет гибель микробов при стерилизации.

При пастеризации уничтожаются только вегетативные клетки микробов, находящихся в продукте. При этом продукт однократно прогревают при температуре от 60 до 100 °С в течение нескольких минут. Пастеризация применяется для сохранения молока, пива, виноградных вин, соков, жиров и некоторых других пищевых продуктов. Режим пастеризации может быть различным в зависимости от свойств продукта, размеров, особенностей тары. В связи с тем, что некоторые термофильные бактерии и споры микробов могут оставаться при этом жизнеспособными, продукты, подвергнутые пастеризации, во избежание порчи необходимо хранить при пониженных температурах.

В лабораторной практике для получения эффекта стерильности при температуре, не превышающей 100 °С, иногда пользуются кипятильником Коха. Это металлический цилиндрический сосуд, на дно которого наливается вода; над водой, на решетке, помещают стерилизуемые предметы. При кипячении воды все они оказываются в атмосфере пара (при температуре 100 °С), вытекающего

через неплотно закрывающуюся крышку, отчего и возникло выражение «стерилизация текучим паром».

Однократное прогревание текучим паром не приводит к гибели споровых микробов. Для уничтожения их приходится прибегать к повторному нагреванию в течение двух дней по часу. Это так называемая дробная стерилизация, основанная на том, что выжившие после первого прогрева споры к следующему дню при комнатной температуре прорастают, а образующиеся из них вегетативные клетки легко убиваются действием температуры при втором и третьем прогреваниях. Лабораторную посуду и различные рабочие предметы (петли, скальпели и др.) можно стерилизовать в пламени горелки или завернутыми в бумагу при 170 °С. в течение 2 ч в суховоздушных шкафах — стерилизаторах.

Влияние низких температур. Низкие температуры, как правило, не убивают микробов, но приостанавливают их жизнедеятельность.

Некоторые микробы способны переносить исключительно низкую температуру и не погибают даже при —172 ... —190°С. Споры бактерий сохраняют способность к прорастанию даже при —250°С. Довольно устойчивы к холоду болезнетворные микроорганизмы, в частности представители кишечного тифозной группы.

Об устойчивости микробов к низким температурам свидетельствуют факты обнаружения жизнеспособных гнилостных бактерий в трупах животных, например мамонта, пролежавших в мерзлой почве тысячелетия. Однако развитие микроорганизмов при низких температурах если и происходит, то очень медленно. Наибольшую жизнедеятельность при низких температурах проявляют плесневые грибы, сохраняя способность развиваться даже при минусовых температурах. Тормозящее действие низких температур на микробы используют для хранения различных пищевых продуктов в охлажденном виде при 0-4°С и в замороженном — от —6 до —20 °С и ниже.

При хранении продуктов в замороженном виде на развитие микробов действуют не только низкая температура, но и недостаток жидкой воды, так как большая часть ее переходит в лед. Одновременно резко возрастает влияние осмотического давления, так как в небольшом количестве воды, оставшейся в жидком состоянии, оказываются растворенными практически все вещества, находившиеся ранее во всей массе свободной воды продукта.

Поскольку при хранении продуктов в замороженном виде погибают не все микробы, и часть их переходит в недействительное состояние, после дефростации (размораживания) они могут вновь размножиться и вызывать порчу продуктов. Процесс развития микрофлоры ускоряется при неправильной дефростации, когда ткани продукта не успевают поглотить выделившийся ранее тканевый сок, являющийся прекрасной средой для их развития.

Обитая длительное время в холодильниках и рефрижераторах, микробы приспосабливаются к новым условиям существования, приобретая способность развиваться при более низких температурах с большой интенсивностью.

Губительно действуют на микроорганизмы повторное замораживание и оттаивание.

Изменение температуры влияет на соотношение различных видов микроорганизмов, образование ароматических, вкусовых веществ, на свойства и качество продуктов при их производстве (сыры и др.). Развитие и последовательность микробиологических процессов в молоке при его хранении и переработке также связаны с температурными воздействиями. От температуры зависят характер молочного сгустка, аромат и вкус получаемых продуктов.

Снижение интенсивности жизненных процессов микробов или полное их прекращение с изменением температуры обусловлено изменением активности ферментов. При понижении температуры их каталитическая активность снижается, в результате чего различные процессы замедляются. При повышении температуры выше определенного предела ферменты микробов быстро инактивируются в связи с денатурацией белкового компонента их молекул.

Влияние влажности среды

Вода имеет большое значение в жизни микроорганизмов. С водой поступают питательные вещества, с нею из клетки удаляются продукты жизнедеятельности. Поэтому с уменьшением содержания воды в субстрате интенсивность развития микробов падает, а при уменьшении содержания воды ниже определенного предела их развитие может прекратиться совсем.

Нижним пределом влажности для бактерий является содержание ее в продукте около 20-30%. Менее требовательны к влаге плесневые грибы. Они успешно развиваются на товарах и материалах, влажность которых всего лишь 15-17%, а в отдельных случаях даже 6% (хлопковое волокно).

Чувствительность к уменьшению влажности субстрата у разных видов бактерий неодинакова. Например, нитрифицирующие и уксусно-кислые бактерии погибают при высушивании очень быстро, возбудители брюшного тифа — через несколько недель, молочно-кислые бактерии сохраняются жизнеспособными годами (отсюда возможность применять сухие молочные закваски). Различные микроорганизмы, в том числе и болезнетворные, могут также довольно долго (неделями и месяцами) сохраняться на бумажных деньгах, бумаге.

В связи с замедлением жизнедеятельности бактерий при высушивании сушку применяют как средство консервирования зерновых, крупяных товаров, мяса, рыбы, фруктов, овощей и др.

Поскольку на высушенных товарах микробы могут находиться в жизнеспособном состоянии, нельзя допускать увлажнения этих товаров, так как это создает условия для размножения микробов и приводит к порче товаров.

Широко применяется метод леофильной сушки молочно-кислых заквасок и других культур микроорганизмов. Высушивание ведется при температурах ниже нуля. При этом микроорганизмы не гибнут, а переходят в анабиотическое состояние (состояние скрытой жизни), в котором могут находиться продолжительное время.

Споровые формы микробов малочувствительны к высушиванию. Споры в высушенном состоянии могут сохраняться жизнеспособными десятки лет. При увлажнении они могут прорасти и превращаться в активные вегетативные клетки.

Многие товары при хранении изменяют влажность, становясь доступными действию микробов. Продукты, богатые влагой, легко ее теряют, а сухие обладают способностью поглощать влагу. Эта способность зависит от химического состава, физических свойств и строения продуктов. Изменение влажности чаще происходит в результате контакта с окружающим воздухом, всегда содержащим некоторое количество паров воды, или контакта с другими товарами и материалами.

Увлажнение опасно тем, что во влажных продуктах происходят микробиологические и биохимические процессы, вызывающие быстрое изменение и порчу товаров. Эти процессы в свою очередь вызывают дополнительное увлажнение, так как почти всегда сопровождаются образованием воды из сухого вещества продуктов.

Влияние различного рода излучений

Рассеянный солнечный свет мало влияет на жизнедеятельность микробов, но прямой солнечный свет вызывает довольно быструю гибель большинства из них. Особенно губителен он для болезнетворных видов. Даже наиболее устойчивые из них, такие, как возбудители туберкулеза, гибнут в течение короткого времени под действием прямого света. Более или менее устойчивы к действию света некоторые сапрофитные микроорганизмы, постоянно подвергающиеся его воздействию в природных условиях. Выделяются в отношении к свету фотосинтезирующие бактерии, для которых он необходим.

Наиболее заметным бактериоубивающим (бактерицидным) действием обладает часть светового спектра с короткими длинами волн (ультрафиолетовая, фиолетовая, голубая).

Ультрафиолетовые лучи (УФЛ) в настоящее время находят применение при дезинфекции воды, воздуха в рабочих помещениях, тары, оборудования.

Применение УФЛ для стерилизации пищевых продуктов ограничено в связи с малой проникающей способностью этих лучей (стерилизуется лишь поверхностный слой продукта) и некоторым

ухудшением вкусовых и пищевых достоинств продуктов под воздействием облучения, особенно тех, в составе которых содержится большое количество жиров.

Лучи рентгена, радиоактивные излучения в малых дозах стимулируют развитие микробов, в больших — вызывают их гибель. В настоящее время широко изучается возможность их применения в практических целях.

Наибольшей устойчивостью к действию излучений обладают плесневые грибы, споры бактерий.

Влияние концентрации веществ, растворенных в среде

Микроорганизмы чувствительны к повышению концентрации веществ, растворенных в субстрате, и связанному с этим высокому осмотическому давлению. Находясь в субстратах с высоким осмотическим давлением, микроорганизмы не могут осуществлять нормальный обмен веществ. Значительная часть воды из цитоплазмы клетки уходит в окружающую среду. Клетки обезвоживаются, и наступает состояние плазмолиза.

В таком жизнеспособном, но не жизнедеятельном состоянии плазмолизованные микробы, в том числе и болезнетворные, могут находиться довольно долго.

Не слишком существенное повышение осмотического давления в той или иной степени замедляет их жизнедеятельность. Наибольшей чувствительностью к повышенной концентрации веществ обладают микроорганизмы — возбудители гниения, бактерии кишечной группы.

В практическом отношении широкое использование получил метод консервирования продуктов, основанный на создании в них высокого осмотического давления за счет добавления сахара и поваренной соли. При добавлении в продукт 12% поваренной соли существенно замедляется развитие многих микроорганизмов, а при 20%-ном содержании соли жизнедеятельность почти всех микробов прекращается полностью. Метод подавления жизнедеятельности микроорганизмов высоким осмотическим давлением используется при консервировании рыбы, мяса, грибов, капусты, огурцов и др.

При использовании в целях консервирования сахара (варенье, джем, повидло и др.) для достижения необходимого эффекта его добавляют в значительно больших количествах — около 70%.

Вещества, имеющие меньшую молекулярную массу, способные в растворах распадаться на ионы, при равной с сахарозой процентной концентрации обеспечивают более высокое осмотическое давление в растворах и оказывают более выраженное подавляющее влияние на микрофлору.

Консервирующий эффект от добавления того или иного вещества находится в обратной, примерно пропорциональной зависимости от молекулярной массы этого вещества, что видно из соотношения:

Несколько большей устойчивостью к повышенным концентрациям в сравнении с бактериями обладают плесневые грибы.

Среди микроорганизмов имеются осмофильные, которые способны развиваться в сильноконцентрированных средах. Это некоторые дрожжи, размножающиеся в насыщенных растворах Сахаров и обуславливающие порчу различных продуктов питания — брожение меда,

варенья, сиропов и др. Осмофильность у микроорганизмов может постепенно повышаться за счет привыкания к среде.

Микробы, устойчивые к высоким концентрациям поваренной соли, носят название галофильных. Некоторые из них размножаются даже в насыщенных растворах поваренной соли.

Жизнедеятельность галофильных микроорганизмов может обуславливаться порча пищевых продуктов — рыбы, мяса.

В природе галофильные микробы обитают в морях, в воде и иле¹ соленых озер. Вместе с озерной солью они могут попадать и в пищевые продукты. Галофильными бактериями вызывается порча соленой рыбы, в частности появление порока, сказывающегося в ее покраснении (фуксин).

Влияние химических факторов/ Влияние реакции среды/ Влияние озона

Степень кислотности и щелочности среды оказывает большое влияние на развитие микроорганизмов, является одним из основных факторов, определяющих состав микробного населения различных субстратов. Для каждой физиологической группы микроорганизмов существуют определенные оптимальные пределы активной кислотности, выше и ниже которых задерживается ее развитие, а иногда наступает гибель. Пределы эти для одних микроорганизмов широки, для других значительно уже (табл. 3).

Из приведенных данных следует, что для большинства бактерий наиболее благоприятной является нейтральная или слабощелочная среда, для плесневых грибов и дрожжей — кислая. Для гнилостных бактерий кислая среда неблагоприятна и даже губительна. Те виды бактерий, которые сами продуцируют кислоты в процессе жизнедеятельности, например, молочно-кислые, уксусно-кислые, относительно устойчивы. Объясняется это тем, что они всегда сами меняют реакцию среды в кислую сторону и у них выработалась определенная устойчивость в этом отношении.

Зная, как реагируют те или иные микробы на наличие кислот, можно регулировать процессы их жизнедеятельности и обмен веществ, изменяя кислотность среды.

Так, пользуясь влиянием кислотности среды на дрожжи, можно получить большой выход спирта и малое количество глицерина в кислой среде. Те же дрожжи в щелочной среде образуют мало спирта, но в 10 раз увеличивают выход глицерина. Масляно-кислые бактерии в нейтральной среде сбраживают сахара с образованием главным образом масляной кислоты; в кислых средах основными продуктами брожения являются бутиловый спирт и ацетон.

Влиянием кислотности на микроорганизмы широко пользуются в микробиологической практике при переработке и хранении пищевых товаров. Так, подавляющее действие кислот на гнилостные микроорганизмы положено в основу квашения овощей. Молочно-кислые бактерии, развиваясь в них, образуют молочную кислоту и препятствуют этим развитию процессов гниения. На этом же принципе основано получение кисло-молочных продуктов.

В некоторых случаях прибегают к другому приему — кислотообразующих бактерий культивируют не в самом продукте, а на специальных субстратах, из которых выделяют образовавшиеся кислоты. Затем кислоты вводят в другие продукты питания, придавая им стойкость и некоторые новые потребительские и пищевые достоинства. Такими товарами являются, например, различные маринады.

Механизм тормозящего влияния кислой среды на развитие микроорганизмов объясняется, по-видимому, тем, что экзоферменты микробов оказываются в неблагоприятной зоне кислотности. Кроме того, проникая из окружающей среды в цитоплазму микробных клеток, кислоты изменяют направление и активность биохимических процессов, влияя на эндоферменты. Действие некоторых кислот (уксусной, масляной и др.) проявляется не только в смещении активной кислотности, но и в специфическом угнетающем влиянии.

Влияние озона

Озон, являясь сильным окислителем, способен оказывать губительное действие на микрофлору. В атмосфере, содержащей 3-5 мг озона в 1 м³, происходит заметное подавление развития плесневых грибов, дрожжей, бактерий. Более высокие концентрации озона оказывают губительное действие на микрофлору, но одновременно влияют на органолептические свойства пищевых продуктов. При периодическом озонировании камер хранения (2-3 раза в неделю по 3 ч) удастся увеличить сроки хранения копченых колбас и сыров в несколько раз.

Механизм влияния озона на микрофлору пока недостаточно ясен. Возможно, что эффект определяется не только самим озоном, но и отрицательно заряженными ионами компонентов атмосферы, образующимися в процессе получения озона с помощью озонаторов.

Действие ядовитых веществ

Спирты, эфиры, фенол, формалин, хлор, соли тяжелых металлов, сернистый газ, углекислота, бензойная, салициловая, сорбиновая кислоты и многие другие вещества являются ядовитыми по отношению к микробам.

При небольших концентрациях эти вещества препятствуют развитию микробов, а проникая в клетку в значительных количествах, вызывают гибель. Вещества, применяемые для уничтожения микробов, получили название антисептиков, или дезинфицирующих.

В связи с тем что некоторые из них придают продуктам неприятные вкус и запах и что большинство антисептических веществ в определенной степени ядовито для человека, применение их для обработки пищевых товаров ограничено.

Несколько шире их применение для защитной обработки тканей, дезинфекции оборудования, помещений, отработанных промышленных вод, питьевой воды.

Хлор оказывает очень сильное бактерицидное действие на микроорганизмы. Широко используется для обработки питьевой воды из расчета 0,3—1 мг активного хлора на 1 л. В виде хлорного молока (взвесь 10%-ной хлорной извести) применяется для дезинфекции помещений, выгребных ям.

Формалин, является активным убивающим бактерии средством. Летучесть позволяет широко применять этот препарат для уничтожения микроорганизмов на самых разнообразных предметах быта; 4%-ный раствор формалина может заменить обычно применяемые растворы сулемы и карболовой кислоты.

Действенность дезинфекции, т. е. достижение антисептического эффекта, зависит не только от концентрации антисептического вещества, но и от прочих условий. С повышением температуры, как правило, активность химического вещества возрастает, с понижением — падает.

Для обработки пищевых продуктов из этой группы веществ наибольшее применение находят салициловая, бензойная, сорбиновая кислоты, спирт этиловый.

Салициловая кислота эффективно подавляет развитие плесневых грибов. В связи с токсичностью для человека применение ее для защиты пищевых товаров постепенно снижается.

Бензойная кислота находится в небольшом количестве в кожице некоторых ягод, например брусники, клюквы. Предохраняет их от микробной порчи при хранении в естественных условиях. Будучи добавлена в виде натриевой соли в рыбные и мясные изделия, сильно подавляет развитие микробальной порчи.

Сорбиновая кислота (естественная, выделенная из ягод рябины, и полученная химическим путем) находит все более широкое применение для консервирования плодоовощной продукции. Являясь продуктом естественного происхождения, не оказывает вредного действия на организм человека.

Угнетающее действие сорбиновой кислоты сказывается на плесневых грибах и дрожжах, используемых в консервной промышленности, в концентрациях 0,05-0,1%.

Спирты, особенно этиловый, оказывают губительное действие на многие микроорганизмы: этиловый спирт в разведенном состоянии (50-70°) более активен, чем ректификат (96°). Спиртовые настойки и экстракты плодов и ягод являются более стойкими, обычно не поддающимися микробной порче длительное время, тогда как водные экстракты быстро разрушаются микроорганизмами. Однако устойчивость различных микробов к спирту колеблется в значительных пределах. Так, 70-90%-ный алкоголь в несколько минут убивает неспоровые микробы, на споры же спирт действует слабо.

Для защиты пищевых продуктов от микроорганизмов в небольших количествах применяют уротропин, борную кислоту, буру. Губительное действие на микроорганизмы оказывают и некоторые металлы — серебро, медь, золото и др. В присутствии ничтожного их количества в растворах микроорганизмы не развиваются. Эффект действия лучше сказывается в средах с малым содержанием белков — питьевой воде, фруктовых соках. Некоторое практическое применение находят соли серебра для обеззараживания питьевой воды. С этой целью для индивидуального использования применяют препараты посеребренного песка.

Споры бактерий обладают сравнительно большой устойчивостью к действию антисептических веществ, что объясняется наличием у них плотной оболочки и неспособностью цитоплазмы, состоящей из обезвоженных коллоидов, вступать в активные реакции с другими веществами. Гибель спор возбудителя сибирской язвы наступает, например, в 5 %-ном растворе фенола (карболки) лишь через 14—40 сут.

Из неспорообразующих микробов наиболее устойчивы к химическим веществам туберкулезная палочка и стафилококки. Представляют интерес летучие антисептики, в частности сернистый газ, применяемый для консервирования фруктов и фруктовых заготовок. Однако даже после продолжительной выдержки и тепловой обработки после хранения в продуктах сохраняются остаточные количества сернистого газа.

Углекислый газ (CO₂) в отличие от сернистого абсолютно безвреден при введении в пищевые продукты, обладает способностью быстро и полностью удаляться из них после извлечения из камеры хранения. Находясь в атмосфере в количестве 20-30%, углекислый газ значительно замедляет жизнедеятельность большинства микробов, а концентрации его 60-80% и больше практически прекращают их развитие. Особенно эффективно воздействие CO₂ при одновременном охлаждении продуктов. При пониженных температурах (0-7°С) и концентрации CO₂ в атмосфере около 50% развитие почти всех микроорганизмов замедляется в 2-4 раза и соответственно увеличивается срок хранения пищевых товаров.

Углекислый газ обладает свойством легко проникать через различные материалы, поэтому подавляет развитие микробов не только на поверхности, но и в толще продуктов (в фарше, колбасах и т. д.).

Ограниченное применение CO₂ объясняется главным образом дефицитом подходящей (легкой, герметически укупоривающейся, непроницаемой для CO) тары. Установлено, что такой тарой могут служить пакеты и мешки из полимерных пленок — полиэтилена, целлофана, сарана и др.

Углекислотное хранение широко применяется для хранения плодов в пленочных контейнерах. В качестве углекислотного следует рассматривать буртовое и траншейное хранение картофеля и овощей. Углекислый газ, накапливаясь до 5-7% в атмосфере бурта, подавляет развитие плесневых грибов и бактерий, обеспечивает отличную сохранность овощей.

Широта спектра действия CO₂ на различные группы микроорганизмов открывает возможности к его разнообразному использованию.

При квашении овощей с применением герметизации в пленочных вкладышах и безгнетового прессования накапливающийся под пленкой углекислый газ может рассматриваться как второй действующий фактор консервирования наряду с молочной кислотой. Концентрация его над поверхностью квашеных овощей может достигать 94 %. Наличие углекислого газа под пленкой

полностью устраняет развитие вредной микрофлоры в поверхностном слое, улучшает гигиеническое состояние продукта, снижает потери в виде овершья до минимума.

Углекислый газ при его промышленном получении дешев, недефицитен, практически безопасен в обращении. Широкое использование его для подавления развития вредной микрофлоры при хранении может дать большой экономический эффект народному хозяйству.

На антисептических свойствах дыма, получаемого от некоторых пород деревьев, основано копчение рыбных и мясных продуктов. Содержащиеся в дыме альдегиды, кетоны, фенолы, спирты, смолы, кислоты и другие вещества оказывают бактерицидное действие на микроорганизмы. Это действие коптильных веществ сохраняется продолжительное время после завершения копчения. Оно усугубляется влиянием высокой температуры при копчении, частичным обезвоживанием продукта, действием поваренной соли, что способствует существенному увеличению сроков хранения продуктов.

Механизм губительного действия ядовитых веществ на микроорганизмы разнообразен. При действии химических веществ на клетку значительным изменениям в первую очередь подвергаются белки цитоплазмы. Кислоты и щелочи могут способствовать расщеплению их на простые соединения, влиять на ферменты. Некоторые вещества (соли тяжелых металлов, формальдегид, спирт) вызывают коагуляцию белков; другие, вступая в химические взаимодействия с аминокислотами, блокируют их. Спирт и щелочи могут растворять липиды клеточной мембраны. Хлор, озон, марганцово-кислый калий, перекись водорода являются окислителями. Механизм действия серебра, марганца и других связан в основном с нарушением окислительных процессов в клетке.

Влияние биологических факторов

Жизнь микроорганизмов в природных условиях обычно протекает совместно с другими живыми существами — микробами, растениями, животными. Взаимоотношения между этими организмами носят весьма разнообразный характер и существенно сказываются на их развитии.

Основными типами взаимоотношений являются симбиоз, метабиоз, паразитизм, антагонизм.

Симбиоз — это взаимоотношения, устанавливающиеся при совместном обитании в одной и той же среде двух или более видов микробов, при которых они не мешают друг другу в развитии, или когда такое совместное обитание является даже необходимым для них. Примером могут служить отношения при одновременном нахождении на пищевых продуктах анаэробных и аэробных микробов. Поглощая кислород, аэробы создают благоприятные условия для развития анаэробов. В этой связи понятно, почему иногда продукты, хранящиеся в обычных условиях, подвергаются анаэробной порче и становятся даже ядовитыми (ботулизм).

Взаимопользные отношения устанавливаются между дрожжами и молочно-кислыми бактериями в опаре и тесте при производстве хлеба, в молоке при производстве кефира, кумыса. Молочная кислота необходима для дрожжей, а дрожжи обеспечивают молочно-кислых бактерий ростовыми веществами. Симбиотические взаимоотношения устанавливаются между клубеньковыми бактериями и бобовыми растениями. Используя готовые органические вещества растений, клубеньковые бактерии взамен снабжают их азотистыми веществами, синтезируемыми из азота воздуха.

Метабиоз — форма сожительства, близкая к симбиозу. При метабиотических взаимоотношениях один вид микроорганизмов в процессе жизнедеятельности создает благоприятные условия для другого. Так, многие сапрофиты в процессе питания способны превращать белки в пептоны, полипептиды и аминокислоты. Другие же микробы, неспособные использовать белки, хорошо усваивают эти вещества. Первые создают продукты питания для вторых, продукты жизнедеятельности вторых могут служить пищей для третьих и т. д.

Отношения метабиоза способствуют быстрой порче квашеных и соленых овощей, кисломолочных продуктов, если они хранятся открытыми. Молочнокислые бактерии продуцируют молочную кислоту, ее потребляют плесневые грибы и подготавливают таким образом субстрат для гнилостных бактерий.

Дрожжи, продуцируя, спирт при развитии в средах, содержащих сахар, например во фруктовых соках, подготавливают условия для уксусно-кислых бактерий, вслед за которыми этот субстрат могут использовать плесневые грибы, превращая уксусную кислоту в углекислый газ и воду. Метабиозом объясняется быстрая минерализация всех органических веществ, попадающих в почву. Принцип метабиоза лежит в основе всего круговорота веществ в природе.

Паразитизм — форма взаимоотношений, когда один из организмов развивается за счет другого. Примером паразитизма могут служить взаимоотношения между бактериофагами и бактериями. Бактериофаги, питаясь веществами живых бактерий, разрушают их.

Антагонизм — это такие взаимоотношения, при которых совместно обитающие виды микроорганизмов оказывают угнетающее действие друг на друга.

Механизм подавления сожительствующих микробов бывает различным: быстрое потребление питательных веществ или кислорода из субстрата одним из видов; выделение в субстрат кислот и других продуктов обмена, затрудняющих развитие прочих микроорганизмов или делающих его совершенно невозможным.

На использовании антагонизма между молочнокислыми и гнилостными микробами основаны квашение овощей, сквашивание молока. И. И. Мечников предложил использовать молочно-кислые бактерии для борьбы с гнилостными бактериями, обитающими в кишечнике человека и постоянно отравляющими его продуктами своей жизнедеятельности.

В природных средах обитания и различных субстратах тот или иной тип взаимоотношений между микроорганизмами устанавливается не изолированно от других типов, а во взаимосвязи с ними, образуя сложные системы влияний и зависимостей.

Конкурентоспособность в антагонистических взаимоотношениях у некоторых микроорганизмов находится в тесной зависимости от их способности продуцировать и выделять в среду обитания особые вещества, сильно угнетающие другие виды — антибиотики («анти» — против, «биос» — жизнь). Этих веществ известно довольно много. Те из них, которые оказались практически безвредными для человека, но очень бактерицидными (убивающими бактерий), широко применяются в медицине, в животноводстве, как лечебные и стимулирующие средства. Некоторые из них обладают не бактерицидным, а бактериостатическим действием (останавливают развитие бактерий). Характерным свойством антибиотиков является их избирательность, заключающаяся в том, что каждый из них действует только на определенную группу микроорганизмов. Имеются и такие, спектр действий которых достаточно широк.

У многих микроорганизмов при длительном многократном воздействии на них небольших доз антибиотиков вырабатывается устойчивость к препаратам. Антибиотики — вещества малостойкие, активность их снижается под действием нагреваний, Кислот, света и других факторов.

Пенициллин — антибактерийное вещество, выделяемое плесневыми грибами из группы пеницилловых. Наиболее чувствительны к пенициллину стрептококки, стафилококки и пневмококки. Палочковидные формы более устойчивы. Устойчивость к пенициллину некоторых бактерий объясняется тем, что они продуцируют фермент пенициллиназу, разрушающий этот антибиотик.

Стрептомицин вырабатывается актиномицетами. Обладает свойством подавлять рост многих микроорганизмов. Применяется при лечении острой формы бруцеллеза, кишечных заболеваний и др.

Грамицидин вырабатывается почвенной бациллой бревис. Действует на стафилококков, стрептококков, пневмококков, возбудителей газовой гангрены, дизентерии, брюшного тифа, а также на сибиреязвенную бациллу.

Биомицин продуцируется актиномицетами. Подавляет рост многих бактерий.

К числу антибиотиков, вырабатываемых микроорганизмами, относятся также тетрациклин (группа близких по свойствам веществ) и другие соединения.

Антибиотические вещества используются в основном в лечебных целях. Широкого применения для подавления микробиологических процессов в пищевых продуктах они не получили, так как спектр действия каждого из них сравнительно узок, а микрофлора, обсеменяющая пищевые товары, очень

разнообразна. Кроме того, широкое применение их в практике хранения очень быстро могло бы привести к потере ими лекарственного значения в связи с неизбежным появлением устойчивых к ним разновидностей микробов.

Лабораторные исследования ряда антибиотических веществ, тем не менее, показали, что в будущем, с расширением числа изученных антибиотиков, некоторые могут быть применены для обработки пищевых товаров. В промышленных масштабах уже применялась обработка биомицином рыбы южных районов рыболовства. Установлена пригодность пенициллина, низина, хлортетрациклина для борьбы с микробами — вредителями дрожжевого производства.

Вещества, близкие по характеру действия к антибиотикам, способны продуцироваться и высшими организмами — животными и растительными. Такие вещества, открытые в 1928 г. советским исследователем Б. П. Токиным, были названы фитонцидами.

Фитонциды выделяют растения, они обладают губительным действием на бактерии, грибы. Особенно большой бактерицидностью обладают фитонциды лука, чеснока, алоэ, крапивы, листьев черемухи, можжевельника. Фитонциды, полученные из лука в виде кристаллического порошка в разведении 1:40 000, моментально убивают дифтерийные бактерии. На действии фитонцидов основано лечение ран травами. Фитонциды являются веществами летучими и оказывают влияние на микрофлору на расстоянии.

Фитонциды характеризуются менее выраженной специфичностью действия по сравнению с антибиотиками микробного происхождения. По химическим свойствам они представляют собой вещества, относящиеся к различным группам.

Удалось точно установить химическую природу некоторых фитонцидов. Из чеснока, например, выделен аллицин — маслянистая жидкость, растворимая в спирте. Он не обладает запахом чеснока, который появляется лишь при расщеплении аллицина соответствующим ферментом. Из лишайника «испанский мох» выделена и идентифицирована усниновая кислота, угнетающая рост туберкулезных бактерий.

Фитонциды удлиняют срок хранения пищевых продуктов.

Из веществ животного происхождения, обладающих свойствами антибиотиков, известны лизоцим и эритрит.

Лизоцим — белок со щелочными свойствами, обнаружен во многих веществах и продуктах животного происхождения — в молоке, белке куриного яйца. Находится он также в слюне, слезах, сыворотке крови, рыбьей икре, лейкоцитах. Лизоцим губителен для многих бактерий. Вызывает одновременно и растворение микробных клеток. Опыты по обработке икры осетровых рыб лизоцимом для повышения ее устойчивости к микробной порче дали положительные результаты.

Эритрин получен из красных кровяных шариков крови животных. Обладает бактериостатическими свойствами по отношению к возбудителю дифтерии стафилококкам, стрептококкам.

Изменчивость и наследственность микроорганизмов

Как и весь мир живых организмов, микробы в процессе эволюции постоянно изменяют свои свойства.

Простота строения, быстро протекающие жизненные процессы и быстрая сменяемость поколений являются причинами высокой приспособляемости (адаптации) и изменчивости микроорганизмов. Приспособление к различным факторам у микроорганизмов протекает неодинаково. Адаптация, например, к изменениям температуры, особенно повышенной, происходит медленнее, чем к использованию новых источников питания.

Способность микроорганизмов сравнительно легко приобретать новые свойства используется в практике для получения особо ценных, высокопродуктивных их разновидностей (штаммов), применяемых в пищевой промышленности, производстве медицинских препаратов и для других целей.

Путем селекции, т. е. многократного отбора, получены штаммы спиртоустойчивых дрожжей и кисло-устойчивых уксусно-кислых бактерий. В результате неоднократно повторенного отбора

выделены улучшенные расы дрожжей, применяемые в производстве шампанских вин. Путем направленного изменения свойств получены авирулентные (неспособные вызывать заболевание) расы многих болезнетворных бактерий — сибиреязвенных бацилл, чумной палочки, бруцеллеза и др. Такие штаммы используются для производства вакцин.

Согласно теории, объясняющей механизм наследования признаков, сформулированной в середине прошлого века И. Г. Менделем, в клетках живых организмов находятся особые наследственные задатки, или факторы. С ними новым поколениям передается вся наследственная информация о программе развития от родительского организма.

Установлено, что первичная наследственная информация сосредоточена в особых структурных элементах ядра клетки — хромосомах. Главной составной частью хромосом является дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК). ДНК всех организмов содержит всего четыре нуклеотида, образованных соответствующими азотистыми основаниями — аденином (А), гуанином (Г), тиминем (Т) и цитозином (Ц). Нуклеотиды, помимо азотистого основания, содержат дезоксирибозу (сахар) и остатки фосфорной кислоты. Повторяясь множество раз и в разной последовательности, они образуют бесчисленное количество различных сочетаний в молекуле ДНК. Эти особенности структуры ДНК и являются шифром, с помощью которого закодированы свойства и признаки каждого организма.

ДНК построена в виде двух цепочек нуклеотидов, спирально закрученных навстречу одна другой и соединенных через пары нуклеотидов. Строение ДНК принято сравнивать со спиральной лестницей. Молекулы ДНК очень велики, в их состав входят тысячи и даже миллионы нуклеотидов.

Молекулярный вес ДНК бактерий достигает 5000000-8000000. Отдельные участки цепочки ДНК, или так называемые гены, ответственны за то или иное конкретное свойство, признак организма.

В процессе размножения организмов двойная спираль ДНК расщепляется, и на каждой половинке «лестницы» достраивается точная копия отщепившейся части. Так удваивается набор ДНК.

Половина набора, т. е. уже целая молекула ДНК, попадает во вновь образовавшуюся клетку и обеспечивает ее соответствующее развитие, строение, свойства.

Помимо селекции, возникновение измененных форм микроорганизмов может происходить путем мутации, адаптации и диссоциации.

Мутация — это изменение в химической структуре того или иного участка хромосом (гена) и возникшие в связи с этим изменения свойств организма, наступающие внезапно. Иногда под мутацией понимают любое изменение в наследственном механизме клетки.

Мутации микроорганизмов могут происходить естественным путем и вызываться искусственно, с помощью, например, химических воздействий, ультрафиолетового и рентгеновского облучений, действия хлористого марганца, перекисей, минеральных масел. В результате таких воздействий на клетки у некоторых из них возникают повреждения, перестановки отдельных нуклеотидов в цепочке ДНК и др.

При одном и том же воздействии мутанты, т. е. клетки с измененной наследственностью, могут оказаться с совершенно различными свойствами. В большинстве случаев приобретенные мутантами свойства невыгодны для самих микробов и не нужны человеку. Но среди множества мутантов могут находиться особи с более полезными в хозяйственном отношении свойствами, чем у исходных форм.

Наиболее перспективным методом для получения мутантов и последующего выделения полезных форм является радиационная и химическая обработка. Так, облучением гриба пенициллиум удалось получить полезные мутанты, которые в 50-100 раз активнее образуют пенициллин по сравнению с исходными формами.

В сотни раз более активные мутанты, чем исходные формы, используются в производстве глутаминовой кислоты. С помощью мутантных микроорганизмов в значительных количествах получают также аминокислоту лизин.

Адаптация — это приспособление микроорганизмов к новым условиям во внешней среде, к появлению в ней новых источников питания, антибиотиков и т. д.

Среди множества клеток, обитающих в том или ином субстрате, в результате неожиданных, постоянно происходящих мутаций могут оказаться отдельные клетки с повышенной способностью воспринять эти новые условия. Частота их появления оценивается как 1:107. Размножаясь в благоприятных для них условиях быстрее остальных, они со временем становятся преобладающими, составляя основную массу по численности, или даже полностью замещают исходную культуру.

Таким образом, адаптация представляет собой сочетание мутаций с последующим отбором.

Диссоциация заключается в расщеплении культур микроорганизмов при выращивании в лабораториях на несколько типов, отличающихся внешними особенностями колоний.

С внешними отличиями связаны и некоторые отличительные физиологические свойства.

Большой интерес представляет изучение механизма изменчивости и наследования приобретенных признаков, последовательности расположения в молекуле ДНК участков, ответственных за те или иные признаки, свойства. Знания в этой области имеют большое теоретическое значение, а в перспективе могут дать возможность целенаправленного формирования новых разновидностей и форм микроорганизмов с необходимыми свойствами.

Важнейшие микробиологические процессы и их хозяйственная роль/ Типичные брожения

Человеком широко используется способность микробов в процессах питания и дыхания активно преобразовывать различные вещества. С помощью микроорганизмов получают ценные пищевые продукты, вещества, применяемые в промышленности,— при выделке шкур, мочке льна и конопли; некоторые из них способны защищать пищевые продукты от нежелательного воздействия со стороны других микроорганизмов. С другой стороны, эти же преобразования веществ под влиянием микроорганизмов, развивающихся в пищевых товарах и других средах самопроизвольно, приносят вред, вызывая порчу, приводят к большим количественным потерям.

Как было выяснено ранее, многие микробы способны к дыханию в среде, не содержащей свободного Кислорода. Такой тип дыхания называется брожением. Именно брожения наиболее важны в практическом отношении.

Типичные брожения

В зависимости от преимущественно накапливающихся при брожении веществ различают спиртовое, молочно-кислое, пропионово-кислое, масляно-кислое брожение и др.

Процессы брожения, а также аэробного дыхания проходят с использованием в основном углеводов (крахмала, сахаров), но иногда при микробиологических процессах исходным материалом могут быть спирты, органические кислоты и даже белки.

Спиртовое брожение

Спиртовое брожение лежит в основе целого ряда пищевых производств — виноделия, пивоварения, изготовления спирта. Оно играет существенную роль в процессах хлебопечения, производства диетических кисло-молочных продуктов и других технических процессах. Оно заключается в превращении углеводов в этиловый спирт, углекислый газ и другие вещества.

Типичными представителями микроорганизмов — возбудителей этого брожения являются настоящие дрожжи, в основном из рода сахаромицес.

При определенных условиях слабое брожение могут вызывать некоторые бактерии и плесневые грибы. Непосредственную связь дрожжей и спиртового брожения, издавна известного людям из практики превращения виноградного сока в вино, установил Л. Пастер. В дальнейшем Либихом, Э. Бухнером и А. Н. Лебедевым было доказано, что спиртовое брожение может происходить и без непосредственного участия дрожжей или даже бесклеточных ферментных препаратов, полученных из дрожжей.

В настоящее время установлено, что спиртовое брожение представляет собой целый ряд последовательно совершающихся окислительно-восстановительных и других превращений, в результате которых образуются этиловый спирт, углекислый газ и другие вещества. Легче всего дрожжами сбраживаются простые сахара — фруктоза, глюкоза.

Дисахара (сахароза), мальтоза также могут сбраживаться. Предварительно они гидролизуются дрожжами на составляющие их моносахара (гексозы).

Молочный сахар — лактоза сбраживается лишь немногими, редко встречающимися расами дрожжей.

Более сложные углеводы (крахмал, гликоген и др.) они не сбраживают. В практике такие углеводы предварительно гидролизуются кислотным или ферментативным методом, после чего становятся доступными для дрожжей.

Дрожжи широко распространены в природе. Встречаются на фруктах, ягодах, винограде, в почве и воздухе, особенно в летнее время. Принято различать культурные и дикие дрожжи. Культурными называются дрожжи, имеющие техническое применение в связи с теми или иными положительными свойствами. Например, дрожжи, применяемые в пивоварении, обладают способностью хорошо осветлять пиво, придавать ему приятные вкус, аромат; виноградные — обеспечивают особый букет; хлебные — отличаются активным размножением и способностью хорошо разрыхлять тесто. Дикие дрожжи имеют более слабую бродильную способность и образуют вещества, придающие неприятные привкус и запах.

Уравнение спиртового брожения в общем виде выглядит следующим образом:

Расчет, основанный на учете молекулярных весов сахара и спирта, показывает, что из каждой весовой единицы углевода теоретически возможно образование лишь около половины спирта:

Суммарное уравнение спиртового брожения не раскрывает всей сложности процессов превращения сахара в спирт и углекислый газ, а также того, что, кроме главных продуктов брожения, обычно еще образуются в некотором количестве побочные продукты — янтарная и уксусная кислоты, глицерин, уксусный альдегид, сивушные масла (смесь изомеров высших спиртов — амилового, изобутилового, бутилового и прочих), а также ряд веществ, от присутствия которых даже в ничтожных количествах зависят специфические вкус и аромат вина, пива и других продуктов.

На промежуточных этапах брожения появляются такие соединения, как трифосфоглицериновый альдегид $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_3(\text{H}_2\text{PO}_3)$ и пировиноградная кислота $\text{C}_2\text{H}_3\text{CO}_2\text{OH}$, которая в последующей стадии спиртового брожения декарбоксилируется под влиянием фермента пируватдекарбоксилазы и превращается в уксусный альдегид и углекислый газ:

Уксусный альдегид с помощью восстановленной формы фермента алкогольдегидрогеназы восстанавливается в этиловый спирт:

Эта реакция иллюстрирует завершающий этап спиртового брожения. Постоянное присутствие среди продуктов брожения глицерина объясняется восстановлением части трифосфоглицеринового альдегида еще на промежуточных этапах в соответствующий спирт — глицерин по схеме, аналогичной восстановлению уксусного альдегида.

Химизм спиртового брожения несколько меняется под действием различных факторов. В щелочной среде, кроме спирта, образуется уксусная кислота. Прибавление бисульфита натрия к бродящей жидкости приводит к образованию, кроме спирта, значительных количеств глицерина и уксусного альдегида.

Наиболее энергично спиртовое брожение протекает при температуре 25-40 °С.

Дрожжи способны вести брожение как при очень малом содержании Сахаров, так и в довольно концентрированных субстратах, содержащих до 60 % Сахаров. Они выдерживают присутствие продуктов своей жизнедеятельности (СО₂ и спирта) в довольно высоких концентрациях. Так, брожение продолжается, хотя и крайне медленно, даже при накоплении спирта до 10-12 %. Чувствительность дрожжей к спирту повышается при увеличении температуры и при высокой концентрации сахаров.

Дрожжи могут переносить и высокие концентрации углекислого газа, хотя его избыток несколько замедляет брожение.

Нахождение в бродящем субстрате белков в количестве, большем, чем необходимо дрожжам для пластических целей, ведет к тому, что белки, не являясь дефицитными в данном случае, также используются как энергетический материал. Расщепление белков на аминокислоты, дезаминирование и декарбоксилирование последних приводят к образованию сивушных масел, резко ухудшающих качество продукции, получаемой брожением.

Дрожжи в зависимости от поведения при разных температурах делятся на две группы: дрожжи верхового и низового брожения.

Дрожжи верхового брожения хорошо развиваются при доступе кислорода; бродящий субстрат делают мутным, на дне его образуют рыхлый осадок; брожение сопровождается обильным образованием углекислоты и пены.

Дрожжи низового брожения при средних и оптимальных температурах (6-10°С) более активны; они оседают на дно скорее, образуя компактный осадок.

Верховые дрожжи используют при производстве спирта, в хлебопечении; различные расы низовых дрожжей — для производства пива, вин. Так, например, известны расы винных дрожжей — Алиготэ, Массандра 3, Шампанское 7, Магарач 7, Малиновая 10 и др.

Чистым культурам дрожжей этих рас присваиваются названия тех сортов винограда, вин или соков, для переработки которых они применяются.

Применение чистых культур определенных рас дрожжей улучшает технологию сбраживания, обеспечивает получение вин, пива, кваса с определенными специфическими потребительскими достоинствами — вкусом, ароматом, прозрачностью, стойкостью при хранении.

Важной отраслью пищевой промышленности является производство различных типов пекарских дрожжей.

При наличии достаточного количества кислорода дрожжи переходят на аэробный тип дыхания, при котором более экономно расходуется субстрат в связи с большим выходом энергии на грамм-молекулу сброженного сахара. При этом они усиленно размножаются. Эта особенность положена в основу производства пекарских дрожжей.

Клетки дрожжей, выращенные в жидкой высокопитательной среде в условиях хорошей аэрации, затем отделяют, промывают, после чего спрессовывают в брикеты различной массы.

Ранее на ряде примеров была оценена возможная роль дрожжей в порче различных товаров (плодов, ягод, соков, мяса, рыбы), однако и сами дрожжи, и ими осуществляемые технологические процессы могут быть объектом воздействия других микроорганизмов, попадающих из внешней среды. Так, в виноделии часто наблюдается порча вин в результате развития случайных, диких дрожжей.

Вина при этом мутнеют, теряют характерные для данного сорта запах и вкус.

Молочно-кислые, пропионово-кислые и уксуснокислые бактерии вызывают скисание вин, образование в них тягучей массы (ослизнение).

В производстве пива существенный вред приносят дикие пленчатые дрожжи. Попадая в бродильные емкости или в готовое пиво, они делают пиво мутным, придают ему пустые, неприятные вкус и запах.

Плесневению, гниению и другим процессам порчи могут подвергаться при хранении прессырованные и сухие дрожжи.

Молочно-кислое брожение

Молочно-кислое брожение представляет собой процесс, столь же важный с хозяйственной точки зрения, как и рассмотренное выше спиртовое брожение.

Молочно-кислое брожение играет определяющую роль при производстве простокваши, кумыса, кефира, сметаны; при квашении капусты, огурцов; силосовании сочных растительных кормов. Очень важна его роль при изготовлении жидких дрожжей, заквасок, кваса.

Важным техническим продуктом является сама, молочная кислота, широко применяемая при производстве фруктовых соков, консервов, в кондитерской, кожевенной, текстильной и других отраслях промышленности.

Все микроорганизмы, способные вызывать молочно-кислое брожение, в зависимости от соотношения получаемых конечных продуктов брожения делятся на две группы — гомоферментативные (типичные) и гетероферментативные (нетипичные).

Гомоферментативные молочнокислые бактерии являются анаэробами или микроаэрофилами. Они неподвижны, спор не образуют, грамположительны, хорошо выносят высушивание (сухие молочно-кислые закваски сохраняются годами). Требовательны к питательной среде, так как многие нуждаются в свободных аминокислотах и других ростовых веществах, в витаминах.

Среди них встречаются палочковидные и кокковые формы. Все они кислотоустойчивы.

Палочковидные формы образуют до 2-3 % кислоты, кокковые — до 1-1,2 %. В процессе брожения из сахаров образуют в основном молочную кислоту при самом минимальном количестве побочных продуктов. Суммарное уравнение брожения, вызываемого ими, выглядит следующим образом:

Химизм молочно-кислого брожения сходен со спиртовым. Сбраживанию могут подвергаться как простые моносахара, так и дисахара. Более сложные углеводы перерабатываться не могут, так как молочно-кислые бактерии не имеют ферментов для их расщепления.

В связи с некоторыми различиями в ферментных системах сходство процессов превращения сахаров при молочно-кислом и спиртовом брожениях сохраняется лишь до образования пировиноградной кислоты. Отсутствием у гомоферментативной группы молочно-кислых бактерий ферментов, способных вызывать декарбоксилирование пировиноградной кислоты, объясняется невозможность образования уксусного альдегида. Сама пировиноградная кислота, являясь кетоникислотой, восстанавливается в соответствующую оксикислоту. Восстановление осуществляется ферментом лактикодегидрогеназой. Восстановленная форма кофермента лактикодегидрогеназы (НАДН₂) отдает водород пировиноградной кислоте по следующей схеме:

Наибольший интерес из гомоферментативных возбудителей молочно-кислого брожения представляют следующие.

Молочно-кислый стрептококк — кокки встречаются в молоке и сквашивают его. Газа не образуют. Лучше всего развиваются при температуре 30-35 °С; в этих условиях молоко свертывается через 10-12 ч, в среде накапливают до 1% кислоты. Кокки соединены в короткие цепочки или попарно.

Сливочный стрептококк — кокки лучше растут при температуре 25-30 °С. Применяются в заквасках наряду, с предыдущими. Накапливают до 0,8% кислоты. Кокки образуют длинные цепочки.

Болгарская палочка имеет оптимальную температуру роста 40-45 °С. В молоке образует 2,7- 3,7% молочной кислоты. Часто образует длинные цепочки.

Ацидофильная палочка имеет температурный оптимум роста 40 °С, в молоке накапливает до 2,2% кислоты. Применяется для производства ацидофильного молока. Способна к слизееобразованию.

Палочка Дельбрюка имеет оптимум температуры развития 45-50 °С. Сбраживает растительные сахара, но совсем не сбраживает молочный сахар — лактозу. Необходима для производства молочной кислоты. Развивается при квашении овощей. Вредит в сахарном и спиртовом производствах. Клетки располагаются поодиночке или в виде коротких цепочек.

Молочно-кислая палочка (бакт. плантарум) — одна из основных культур, развивающихся при квашении овощей, силосовании кормов. Может принимать участие в порче сыров типа Чеддер, вызывая, появление ржавых пятен. Вредит в сахарном и спиртовом производствах.

Сырная палочка имеет оптимальную температуру роста 40-42 °С. Накапливает до 1,5% кислот. Имеет важное значение в сыроделии, принимая участие в созревании Швейцарского и Советского сыров. Участвует в брожении кумыса.

Гетероферментативные молочно-кислые бактерии являются факультативными анаэробами. При брожении, кроме молочной кислоты, в зависимости от видов участвующих бактерий и условий брожения образуют разнообразные вещества — уксусную кислоту, этиловый спирт, а также янтарную кислоту, различные эфиры, углекислый газ, водород, диацетил (вещество, обладающее характерным приятным ароматом) и др. В общих чертах уравнение этого брожения, учитывающее основные конечные продукты, выглядит так:

Участием молочно-кислых гетероферментативных бактерий наряду с дрожжами при выбраживании ржаного теста объясняется значительное накопление молочной и уксусной кислот, этилового спирта, выделение CO₂. При совместном обитании молочно-кислые бактерии оказывают на дрожжи благотворное влияние.

Еще более наглядным примером симбиотического сожительства этих микроорганизмов являются так называемые кефирные зерна, применяемые как закваска при производстве кефира.

Группа гетероферментативных бактерий способна к более глубокому расщеплению белков, чем гомо-ферментативная.

По отношению к температуре среди молочно-кислых бактерий различают группу мезофилов, оптимальная температура развития которых 35°С, и группу термофилов, оптимум температуры для которых около 45 °С. При создании условий, соответствующих требованиям молочно-кислых бактерий, процессы брожения идут с наибольшей скоростью.

Среди гетероферментативных видов молочно-кислых бактерий наиболее важны следующие.

Капустная палочка — возбудитель брожения при сквашивании капусты и огурцов. Образует до 1,2% молочной кислоты. Наряду с другими веществами продуцирует много ароматических веществ, придающих продуктам в процессе сквашивания приятные вкус и аромат.

Ароматообразующие молочно-кислые стрептококки образуют из углеводов заметное количество эфиров и диацетила.

Из нетипичных молочно-кислых бактерий заслуживают внимания также представители рода лейконосток. Это слегка удлинённые кокки размером 0,8-1 мкм, образующие цепочки или располагающиеся попарно. Часто образуют слизистую оболочку. Термовыносливы — выносят нагревание до 88 °С. Могут принимать участие в порче вин, понижая кислотность и превращая их в сплошную слизистую массу.

Молочно-кислые бактерии из обеих групп способны вызывать порчу и других товаров. Являясь строгими анаэробами или же микроаэрофилами, они усиленно развиваются в упакованных в пленки товарах». Вызывают ослизнение мясных товаров при их вакуумной упаковке. Многие из них вызывают забраживание соков. Являясь довольно термостойкими, в отдельных случаях сохраняются после пастеризации в. молоке и вызывают его порчу. Некоторые представители этой группы способны приживаться в кишечнике человека, играя роль антагонистов гнилостных бактерий. Это их свойство и послужило основанием для гипотезы И. И. Мечникова, согласно которой молочно-кислые бактерии следует использовать в качестве средства борьбы с преждевременной старостью, наступающей в связи с постоянным отравлением человека продуктами жизнедеятельности гнилостных микроорганизмов желудочно-кишечного тракта. Использованная первоначально И. И. Мечниковым для этой цели болгарская палочка оказалась малоустойчивой к кислой среде желудочного сока. В дальнейшем вместо нее получила применение культура ацидофильной палочки,

более стойкой, способной приживаться в организме человека. В целом эта гипотеза не разрешила проблемы борьбы с преждевременной старостью. Однако составная ее часть — идея использования антагонизма между микробами — получила признание и широко используется в настоящее время в практике.

Пропионово-кислое брожение

Бактерии этой группы сбраживают различные сахара с образованием пропионовой и уксусной кислот, а также углекислоты. Характерной их особенностью является способность сбраживать также и молочную кислоту, которая частично превращается в пропионовую, а частично идет на образование уксусной кислоты и углекислого газа.

Пропионово-кислые бактерии являются более строгими анаэробами, чем молочно-кислые бактерии. Как правило, в питательных средах развиваются медленно. Оптимальная температура роста лежит в пределах от 14 до 35 °С. Способны в некоторых условиях накапливать до 1,6% кислоты. Все пропионово-кислые бактерии представляют собой короткие неподвижные палочки, не образующие спор; при выращивании в кислой среде некоторые дают удлинённые клетки, иногда разветвленные; грамположительны; желатин не разжижают. Между собой различаются главным образом способностью сбраживать различные сахара. Наряду с молочно-кислым пропионово-кислым брожением является процессом, формирующим потребительские достоинства сыров в процессе их созревания. В суммарном виде пропионово-кислое брожение выглядит следующим образом:

Пропионово-кислые бактерии, помимо сахаров, способны сбраживать пировиноградную кислоту, глицерин, молочную кислоту. Последнее свойство является очень важным, так как именно этот процесс лежит в основе формирования рисунка сыра и отчасти его вкуса и запаха.

Медленно продуцируемый бактериями углекислый газ образует в сырной массе умеренные глазки. Пропионовая и уксусная кислоты, а также ряд жирных кислот, образующихся при разложении (дезаминировании) пропионово-кислыми бактериями различных аминокислот, придают сырам острый вкус и специфический запах.

Некоторые пропионово-кислые бактерии способны продуцировать значительные количества витамина В12 и в этой связи используются для получения его в промышленных количествах, другие находят применение в промышленных процессах получения самой пропионовой кислоты.

Масляно-кислое брожение

Процесс открыт Л. Пастером в 1861 г. На его примере была установлена возможность жизни бактерий в бескислородных условиях, Масляно-кислое брожение является сложным биохимическим процессом превращения углеводов, иногда спиртов, других кислот в масляную кислоту. Образуются также уксусная, пропионовая, валериановая, капроновая, янтарная, муравьиная и другие кислоты, этиловый, бутиловый, амиловый, пропиловый спирты, водород и углекислота. При щелочной реакции среды преобладает выход масляной кислоты — бутилового спирта и ацетона. Остальные вещества образуются в незначительных количествах.

Возбудители масляно-кислого брожения широко распространены в природе. Они встречаются в почве, навозе, загрязненной воде, молоке, сыре и т. д. Особенно широко они представлены в различных почвах — до 90% образцов почвы содержат эти бактерии.

Возбудители масляно-кислого брожения имеют характерные отличия от большинства других бактерий — в клетках у них откладывается крахмалоподобное вещество — гранулеза, поэтому клетки при обработке их иодом окрашиваются в синий цвет. Все бактерии этой группы образуют споры, которые имеют эллиптическую форму, от 1 до 1,6 мкм в длину и 0,8 мкм в ширину. При

образовании споры цилиндрическая форма клеток изменяется; она приобретает вид веретена или барабанной палочки. Размер самих клеток — 4-12 мкм в длину при диаметре 1-1,5 мкм.

Масляно-кислые бактерии — строгие анаэробы и хорошо растут только при давлении кислорода не более 3-5 мм ртутного столба. В качестве азотного питания могут использоваться различные азотистые соединения — пептон, минеральные азотистые вещества и др. Лучшая температура для их развития колеблется в пределах 30-40 °С. Споры могут выносить кипячение в течение нескольких минут.

К группе масляно-кислых бактерий — относится много бактерий — клостридиум бутурикум, клостридиум сахаробутурикум, клостридиум пастерианум и др.

Отличаются между собой в основном способностью накапливать в разных соотношениях масляную кислоту, ацетон, бутиловый спирт.

Общее уравнение этого брожения, учитывающее лишь постоянно образующиеся вещества, выглядит так:

Более подробное рассмотрение химизма брожения затруднительно в связи с многообразием получающихся веществ. Общим с другими брожениями является лишь часть процесса, заканчивающаяся образованием пировиноградной кислоты.

Масляная кислота представляет собой бесцветную летучую жидкость с резким запахом. При значительном разведении она, так же как и ее соли, имеет неприятный запах пота. В технике масляная кислота находит применение в кондитерском и парфюмерном производствах в виде эфиров, т. е. соединений со спиртами. Эфиры являются ценными ароматическими веществами. При небольших концентрациях запах напоминает некоторые фрукты. Так, например, эфир масляной кислоты имеет яблочный запах, этиловый — грушевый, амиловый — ананасный и т. п.

Не менее ценными промежуточными продуктами являются ацетон, бутиловый спирт. Для повышения их выхода меняют кислотность среды при брожении, используют особо продуктивные разновидности масляно-кислых бактерий.

В природных условиях масляно-кислое брожение играет громадную роль в разрушении растительных остатков, богатых углеводами, — в почве, на дне рек, болот, т. е. везде, куда затруднен доступ воздуха.

Масляно-кислое брожение, однако, часто приносит и вред, вызывая бомбаж в консервах, прогоркание молока, вспучивание сыров и др.

Аэробные окислительные брожения

Это процессы дыхания микроорганизмов, происходящие при обязательном участии кислорода. Брожениями они называются лишь условно за сходство с истинными брожениями, заключающимися в том, что среди продуктов жизнедеятельности бактерий, вызывающих эти процессы, обязательно образуются органические сложные вещества, имеющие запас энергии.

Некоторые из этих веществ находят применение в пищевой промышленности и технике — уксусная, лимонная кислоты и др. При естественном течении этих процессов без регулирующего участия человека субстрат может подвергаться дальнейшему глубокому окислению, вплоть до образования углекислого газа, воды, т. е. может происходить полная минерализация. Чтобы избежать этого, при практическом использовании процессы аэробного дыхания приходится искусственно прерывать.

Уксусно-кислое брожение

Уксусно-кислое брожение представляет собой процесс превращения этилового спирта при участии кислорода в уксусную кислоту. Брожение является важным в хозяйственном отношении, так как позволяет получать в больших количествах из доступных субстратов уксусную кислоту — вещество, широко используемое в пищевой, текстильной и других отраслях промышленности.

Процесс уксусно-кислого брожения протекает в два этапа. Сначала этиловый спирт окисляется до уксусного альдегида:

а затем уксусный, альдегид в результате дальнейшего окисления превращается в уксусную кислоту:

Результаты этих превращений могут быть выражены следующим суммарным уравнением:

Возбудители уксусно-кислого брожения встречаются на растениях, ягодах, фруктах, часто совместно с дрожжами в квашеных овощах, в почве, воздухе, на зерне и многих других материалах. Они представляют собой слабоподвижные или неподвижные бесспорные палочки; отличаются высокой степенью устойчивости к кислотам, некоторые способны проявлять жизнедеятельность при содержании в среде до 7-11% уксусной кислоты; нуждаются в питательных средах сложного состава; оптимальная температура их развития 20-34°C.

Важными представителями этой группы являются уксусная палочка, способная накапливать в среде до 6% кислоты, орлеанская уксусно-кислая палочка, накапливающая до 9,5 % кислоты и хорошо развивающаяся на слабом вине, а потому используемая для промышленного получения винного уксуса, а также палочка Шютценбаха, которая образует сплошную поверхностную пленку и накапливает до 11,5% уксусной кислоты.

Для промышленного получения пищевого уксуса слабый спиртовой раствор сбраживают чистыми культурами в условиях с принудительной аэрацией. Процесс отбора готовой продукции (столового уксуса) ведется непрерывно. Реже пользуются старинным способом сбраживания в открытых чанах разбавленного столового вина для получения так называемого винного уксуса.

Уксусно-кислые бактерии способны сбраживать не только этиловый спирт, но и другие первичные спирты, превращая их в соответствующие кислоты. Они могут также окислять вторичные спирты в кетоны. Например, молочная кислота окисляется в пиро-виноградную, являющуюся кетонокислотой, по схеме:

Попадая на различные товары, уксусно-кислые бактерии могут вызывать их порчу — скисание вина, пива. Они являются вредителями спиртового, дрожжевого, хлебопекарного и других производств.

Лимонно-кислое брожение

Лимонно-кислое брожение — это окислительный аэробный процесс превращения сахаров в лимонную кислоту плесневыми грибами.

Такой способностью в той или иной степени обладают различные грибы, но наиболее продуктивным является представитель аспергилловых грибов — аспергиллус нигер. Этот гриб в значительных количествах образует лимонную кислоту при малом количестве побочных продуктов — щавелевой кислоты и др.

Химизм процесса до настоящего времени недостаточно изучен.

Для получения лимонной кислоты по методу, предложенному русскими учеными С. П. Костычевым и В. С. Буткевичем, в плоских открытых сосудах сначала выращивают гриб — возбудитель брожения (на 20%-ном растворе сахара с добавкой минеральных солей при температуре 30-32°C. На растворе через два дня образуется складчатая пленка гриба. Питательный раствор из-под нее сливают, нижнюю поверхность гриба промывают кипяченой водой, и под пленку вводят чистый раствор сахара без питательных солей и азотистых веществ. В этих условиях начинается образование лимонной кислоты. Процесс брожения заканчивается за 3-4 дня. Выход лимонной кислоты — 50-60% массы израсходованного сахара и 9-10% объема субстрата. Лимонную кислоту выделяют, очищают и используют для пищевых и технических целей. Одновременно с лимонной образуется щавелевая кислота (особенно при щелочной реакции субстрата). Лимонная кислота

является ценным пищевым продуктом, применяется в кондитерском и консервном производствах, в кулинарии, при приготовлении безалкогольных напитков.

Микробиологический метод получения лимонной кислоты очень выгоден, так как основан на использовании сравнительно дешевого сырья — сахара или мелассы и минеральных солей.

Получение лимонной кислоты из растительного сырья — лимонов — обходится дорого в связи с их высокой стоимостью и небольшим содержанием в них самой кислоты. Лимонную кислоту получают также, извлекая ее из отходов табачного производства.

Разрушение жиров микроорганизмами

Ранее отмечалось, что некоторые микроорганизмы способны накапливать в своем теле значительные количества жиров. Кроме дрожжей, способных образовывать до 30% жиров к сухой массе, весьма активно продуцируют жиры плесневые грибы — до 41% к массе сухого мицелия.

Эти и другие организмы могут рассматриваться как перспективные для промышленного получения жиров микробиологическим путем.

С другой стороны, известно, что жиры, как и другие вещества в природе, подвергаются разрушающему влиянию микроорганизмов. Более того, микроорганизмы, способные разрушать жиры, в ряде случаев вызывают порчу жиросодержащих товаров.

В сравнении с другими химическими ингредиентами пищевых товаров жиры являются довольно стойкими к воздействию микроорганизмов. Однако среди бактерий, и особенно плесневых грибов, есть разновидности, являющиеся активными разрушителями жиров.

Наиболее активно расщепляют жиры синегнойная папочка, холерный вибрион, тифозная и туберкулезная палочки, протей, группа ахромобактер. Из плесневых грибов наиболее активны грибы родов пенициллиум, аспергиллюс, а также молочная плесень (оидиум лактис). Некоторые жирорасщепляющие микрококки, спорообразующие бактерии и другие образуют красные, желтые, коричневые жирорастворимые пигменты, которые за счет диффузии попадают в пищевые продукты и окрашивают их (флюоресцирующие бактерии, палочка чудесной крови). Способны к разрушению жиров и актиномицеты. Эти группы микроорганизмов выполняют первичную работу по деструкции жиров — вызывают их гидролиз на составляющие компоненты — глицерин и жирные кислоты. Дальнейшее разрушение наряду с вышеуказанными микроорганизмами вызывают и многие другие, в том числе дрожжи. Глицерин и некоторые жирные кислоты в отличие от жиров образуют водные растворы и поэтому легко поглощаются клетками бактерий. При участии аэробных бактерий высокомолекулярные жирные кислоты окисляются с разрывом углеродной цепочки и в виде простых соединений усваиваются микроорганизмами.

В разрушении органических кислот принимают участие различные бактерии и грибы, причем строгой специализации здесь не отмечается: нередко одна и та же кислота разлагается многими микробами, и один и тот же микроорганизм обладает способностью к окислению ряда кислот.

Глицерин перерабатывается дрожжами, уксуснокислыми бактериями и другими аэробными и анаэробными микроорганизмами.

Даже при неглубокой микробиологической порче жиров, входящих в состав пищевых продуктов, качество товаров в целом оказывается неудовлетворительным. Микробиологическая порча может наблюдаться в сале-сырце, сливочном масле и других товарах.

Для защиты жиров и жиросодержащих товаров от микробиологической порчи необходимо пользоваться низкотемпературным хранением. При уничтожении этой микрофлоры термообработкой необходимы более жесткие режимы, чем обычно.

Гниение

Микроорганизмы играют большую роль в процессах разрушения белковых веществ. Последние в громадном масштабе происходят в природе, являясь составной частью круговорота веществ.

Обычно гниением называют целый ряд внешне сходных, а по существу весьма различных процессов. Это порча мяса, рыбы, плодов, овощей, древесины, а также процессы, происходящие в почве, навозе и др.

В более узком понимании гниением принято считать процесс разложения белков или субстратов, богатых белком, под влиянием микроорганизмов.

Разрушение молекул белка микроорганизмами ведется с различных позиций — одни продукты расщепления необходимы в качестве пластического материала для построения своего тела, другие используют их как энергетический материал. Последние вызывают более глубокий распад.

С этих позиций порчу древесины, в которой крайне мало белка, нельзя назвать гниением. Термин «гниение» неприменим также к портящимся фруктам и овощам, в которых основная масса сухого вещества приходится на углеводы. Кроме того, следует иметь в виду, что плоды, ягоды, овощи являются живыми организмами и к ним более применимо понятие «микробиологическое заболевание», а не «гниение».

Расщеплять белки с помощью выделенных во внешнюю среду ферментов способны многие микроорганизмы.

Некоторые виды гнилостных бактерий расщепляют белки до пептонов и аминокислот. Другие вызывают более полное расщепление белка с образованием более простых азотистых и безазотистых продуктов — индола, скатола, фенола, жирных кислот, аммиака, метана, углекислоты, водорода. Многие из этих соединений отличаются неприятным запахом.

Гниение легко протекает как при доступе воздуха, так и в условиях полного анаэробноза.

Первые этапы микробиологического воздействия на белки всегда сводятся к протеолитическому расщеплению сложной белковой молекулы в зависимости от глубины процесса на отдельные составные части — пептоны, полипептиды и аминокислоты.

Схематично этот этап сводится к следующему:

Дальнейшие превращения могут протекать по двум различным направлениям.

Дезаминирование заключается в отщеплении от аминокислот аминной группы в виде аммиака. Различают дезаминирование окислительное, гидролитическое и восстановительное. В каждом случае образуются различные продукты. Ниже рассматривается дезаминирование аминокислот в различных условиях на примере аланина.

Возможны и другие пути дезаминирования, приводящие к образованию иных продуктов, например ненасыщенных соединений.

Декарбоксилирование заключается в отщеплении от аминокислот карбоксильной группы в виде углекислого газа. Декарбоксилирование активнее протекает в кислой среде. В результате, помимо углекислого газа, образуются амины — кадаверин, путресцин и агматин (трупные яды). В настоящее время ядовитость их не считается подтвержденной. Схема образования некоторых аминов приведена ниже:

В практических условиях декарбоксилирование и дезаминирование протекают часто совместно. В результате образуется большое число различных соединений — кислот, спиртов и др. Например, продолжая рассматривать разрушение аминокислот на примере аланина, можно убедиться в возможности образования этих веществ:

Из других аминокислот в этих процессах образуются соответственно и другие вещества — муравьиная и масляная кислоты, бутиловый и амиловый спирты. В дальнейшем все эти соединения полностью минерализуются, т. е. превращаются в воду, углекислый газ, метан и прочие простые соединения.

При глубоком разрушении серосодержащих аминокислот (метионина и цистеина) образуются сероводород, аммиак, меркаптаны — вещества, обладающие неприятным запахом, ощущаемым даже при ничтожных концентрациях:

Разрушение в процессе гниения аминокислот, имеющих циклическое строение, приводит к образованию веществ, имеющих специфический неприятный запах индола и скатола.

Из аэробных микроорганизмов наиболее часто в процессах гниения принимают участие следующие.

Микоидес — подвижная почвенная бацилла; образует споры овальной формы разной величины; на агаре дает характерные ветвистые колонии, по внешнему виду напоминающие мицелий гриба; широко распространена в природе; белки разрушает без образования сероводорода.

Сенная палочка (бациллюс субтилис) — короткая, подвижная споровая палочка с округленными концами; образует морщинистые колонии; широко распространена в природе, энергично вызывает глубокое разрушение белка.

Картофельная палочка (бациллюс мезентерикус) — по свойствам близка к палочке, известна как возбудитель картофельной болезни хлеба.

Бацилла мегатериум — подвижная споровая палочка, часто образующая цепочки; в отличие от бациллы микоидес продуцирует много сероводорода; колонии ее имеют слизистую поверхность.

Бактерия флуоресценс — небольшая подвижная палочка; на питательных средах дает зеленую опалесцирующую окраску за счет образуемого пигмента флуоресцеина.

Бактерия продигиозум (палочка чудесной крови) — мелкая подвижная палочка; образует кроваво-красные колонии или сплошной налет красного, розового цветов на различных продуктах.

По способности разрушать белки к этой группе относят кишечную палочку и палочку протей, являющиеся условными анаэробами.

Среди анаэробных бактерий активными возбудителями гниения являются путрификус, спорогенес и др.

Путрификус — подвижная споровая палочка; разлагает белки с выделением газообразных веществ; встречается в гниющих пищевых продуктах, почве, консервах, навозе.

Спорогенес — подвижная споровая палочка; характерна активным образованием сероводорода при гниении.

Не только бактерии, но и плесневые грибы и актиномицеты способны разрушать белковые вещества. Очень важным является участие этих микроорганизмов в гнилостных процессах, происходящих в почве. Значение гнилостных микроорганизмов чрезвычайно велико. Действуя в широкой температурной зоне (от 8 до 40 °С), они способны вызывать порчу большинства пищевых продуктов и нередко наносят громадный ущерб при хранении товаров, готовых блюд в общественном питании, в домашнем хозяйстве. Некоторые из них представляют опасность для здоровья человека, так как способны продуцировать ядовитые вещества (протей, отдельные штаммы кишечной палочки, некоторые масляно-кислые бактерии и др.).

Микрофлора почвы

Почва является хорошей средой для обитания микроорганизмов в связи с наличием в ней питательных веществ и влаги. Почва хорошо защищает их от влияния прямого солнечного света, высушивания.

В расчете на 1 г обсемененность почвы может составлять сотни миллионов клеток (глинистые, песчаные) и даже миллиарды (черноземы). Почвы удобряемых сельскохозяйственных участков могут содержать до 5-8 млрд. клеток. Во влажных нейтральных или слабокислых почвах микроорганизмы находят хорошие условия для размножения, и их там обычно много. В неблагоприятных по свойствам почвах — кислых, болотистых, сухих — микробов меньше.

Особенно обильно населены поверхностные слои (глубина 1-10 см), так как они постоянно обогащаются питательными веществами за счет отмерших растительных и животных организмов, сточных вод. В верхнем слое (до глубины 1-2 мм) микробов встречается меньше, чем в более глубоко расположенных горизонтах, из-за губительного воздействия прямого солнечного света, постоянных перепадов влажности и высушивания.

На глубине в несколько метров микробов значительно меньше из-за недостаточного количества органических питательных веществ и слабой аэрации. С глубиной не только снижается численность клеток, но и уменьшается число обитающих видов. Однако к на больших глубинах (в несколько метров) встречаются отдельные клетки микробов.

К видам типичных для почв относятся нитрифицирующие, денитрифицирующие, азотфиксирующие, целлюлозоразрушающие, серобактерии, пигментные гнилостные бактерии, плесневые грибы, актиномицеты, водоросли и др.

Из сапрофитных бактерий в почвах много аэробных спорообразующих, в том числе сенная, картофельная палочки, и анаэробных — из группы масляно-кислых и др.

Кроме того, в почвах могут оказываться патогенные микробы, попадающие туда с трупами животных, отбросами (возбудители желудочно-кишечных заболеваний, пищевых отравлений (ботулизм), раневых инфекций и др.).

Болезнетворные бактерии, как правило, постоянно в почве не обитают, но при попадании в нее могут некоторое время сохраняться. Корни растений (своими выделениями), микробы-антагонисты, частые перепады влажности и температуры оказывают губительное действие на них, вызывая постепенное отмирание. Тем не менее, холерный вибрион, например, выживает в почвах от 1 до 26 недель. Споровые формы еще устойчивее — возбудители сибирской язвы, столбняка, ботулизма, газовой гангрены, попав в почву, сохраняются в ней годами, а в некоторых условиях активно в ней размножаются.

Пищевые продукты следует тщательно оберегать от загрязнения почвой, так как с ней могут попасть на продукты микробы, вызывающие порчу, или микробы, опасные для здоровья человека.

Из почвы микробы с пылью или с потоками дождевой или снеговой воды попадают в реки, озера и другие природные воды, в воздух. Таким образом, почва является первоисточником микробов в природных условиях.

Объективная оценка санитарного состояния почвы производится по результатам обнаружения в ней бактерий *E. coli* (кишечная палочка); *Cl. perfringens* (кlostридии пёрфрингенс), *Sir. faecalis* (фекальный стрептококк).

Микрофлора воды

Для ряда микроорганизмов вода является естественной средой обитания.

Особенно богата микрофлора открытых водоемов и рек. Наибольшее количество микроорганизмов находится в поверхностных слоях воды, в прибрежной зоне водоемов. С увеличением глубины количество микроорганизмов уменьшается. Содержание их в воде зависит от времени года и метеорологических условий. Осенью, а также во время разливов рек, сильных дождей, когда в воду попадают микробы, смываемые с поверхности почвы, число их бывает наибольшим. Попадая в природные водные резервуары — моря, реки, озера, пруды с поверхности земли, из воздуха с дождем и пылью, со сточными и хозяйственно-бытовыми потоками, многие микроорганизмы находят там благоприятные условия для жизни. Загрязненность в таких случаях может составлять от десятков тысяч клеток до миллиона в 1 мл.

В соленых водах морей и океанов, в минеральных источниках также обитают приспособившиеся к высокому осмотическому давлению разнообразные микроорганизмы.

Важную роль в формировании микрофлоры природных водных источников играет микрофлора придонного ила. Численность обитающих там бактерий достигает 400 млн. на 1 г ила. На поверхности ила они образуют особый слой, содержащий серобактерии, нитрифицирующие и азотфиксирующие бактерии, а также анаэробные бактерии, разлагающие клетчатку, жиры и другие вещества. Все они обеспечивают круговорот веществ в водоеме.

В воде и илистых отложениях морей, болот, горячих источников обитают древнейшие живые существа нашей планеты — метанообразующие бактерии, использующие в процессе жизнедеятельности водород и углекислоту.

В природных водах могут активно размножаться и обитать также некоторые из случайно попадающих бактерий, способные довольствоваться минимальными количествами органических веществ.

Значительно ограничивает численность микроорганизмов в воде до глубины 1,5-3 м солнечный свет.

Беднее микрофлора почвенных вод, особенно глуболежащих водоносных слоев, куда из-за фильтрационных свойств почвы микроорганизмы почти не попадают.

Со сточными водами, выделениями больных людей и животных в воду могут попадать и различные патогенные микробы — холерный вибрион, возбудители брюшного тифа, дизентерийные микробы, сибиреязвенные бациллы и др. Они могут сохраняться в воде длительное время. Так, холерный вибрион, например, в воде выживает до нескольких месяцев и даже перезимовывает, шигеллы — от нескольких дней до 2-6 недель. Возбудитель туберкулеза выживает в речной воде до 5 месяцев, возбудитель туляремии и сальмонеллы — до 3 месяцев. Отсюда становится ясным, что вода, загрязненная патогенными микробами, может явиться причиной массовых заболеваний людей. Поэтому при использовании воды из того или иного источника важно знать степень ее загрязнения. Воду, сомнительную по степени чистоты, следует обязательно кипятить. Особенно опасно фекальное загрязнение воды, так как именно с ним в воду могут вноситься возбудители желудочно-кишечных заболеваний.

Оценка санитарных свойств воды осуществляется с помощью физических, химических и биологических методов. Мутные, окрашенные, пахнущие различными веществами, особенно аммиаком, содержащие много органических веществ воды не должны использоваться без специальной обработки. Однако и прозрачная вода, безупречная по внешним показателям, может быть обильно обсеменена опасной микрофлорой.

Примеси в воде различных химически активных веществ, например аммиака, сероводорода, солей азотной и азотистой кислот, хлоридов и солей фосфорной кислоты, свидетельствуют о загрязнении ее промышленными стоками.

Неудовлетворительная по санитарным показателям вода может явиться не только источником различных инфекций, но и средством их распространения на другие области. Такую воду перед использованием очищают — отстаивают, фильтруют, хлорируют, озонируют, обрабатывают ультрафиолетовыми лучами. Используют другие приемы.

Загрязненные промышленными стоками и бытовыми водами естественные водоемы могут быть приведены в такое состояние, когда их дальнейшее хозяйственное использование невозможно, когда они сами становятся источником опасности — отравлений и инфекций.

В большинстве случаев при умеренном загрязнении водоемов их свойства, чистота воды через некоторое время восстанавливаются в результате естественно протекающего процесса самоочищения.

Процесс естественного самоочищения заключается в комплексе физико-химических и биохимических превращений веществ. Из физико-химических процессов важное значение имеют оседание частиц и включение их в состав ила, окисление и другие химические превращения загрязняющих веществ.

Сточные воды, попав в водоемы, оказываются значительно разбавленными. В этих условиях внесенная со стоками микрофлора, а также естественная микрофлора водоема получают возможность бурно развиваться. При этом ею утилизируются (используются вплоть до полного исчезновения) все внесенные химические загрязнения. Развивавшаяся масса микроорганизмов в свою очередь становится пищевой средой для инфузорий, простейших организмов — обитателей природных вод; она уничтожается также бактериофагами, микробами-антагонистами. В конечном счете, и эта группа организмов в свою очередь потребляется личинками насекомых, мальками рыб, и постепенно таким образом восстанавливается естественное состояние водоема. Однако такой процесс протекает с достаточной интенсивностью лишь в том случае, когда в водоемы попадают не слишком большие количества загрязнений. Сильно загрязненные органическими и другими веществами сточные воды, прежде чем они будут выпущены в водоем, должны проходить предварительную очистку.

Очистка сточных вод. Одним из методов биологической очистки сточных вод является фильтрация их через почву на специальных земельных участках, называемых полями фильтрации. Поступающая на полз фильтрации вода просачивается сквозь почву и отводится дренажными трубами в близлежащий водоем. Накапливающиеся в верхних слоях фильтрационного поля органические

вещества под действием бактерий, постоянных обитателей этого слоя, подвергаются аммонификации с образованием аммонийных солей. Последние окисляются в соли азотной кислоты». Большая часть микробов, попавших в фильтрационный слой из сточных вод, задерживается им и вскоре погибает.

Более рациональный способ очистки сточных вод — обработка их на полях орошения. Принцип действия полей орошения такой же, но используются попеременно два участка — на одном идет очистка вод, другой используют для выращивания сельскохозяйственных культур. Через некоторое время функции участков меняются — первое поле используют для выращивания каких-либо культур, второе — для фильтрации. Почвы таких полей, богатые удобрительными веществами, дают отличные урожаи.

Очистка с помощью биологических фильтров заключается в фильтрации сточных вод через резервуары, заполненные пористыми материалами. На большой поверхности этих материалов в виде пленки развиваются разнообразные микроорганизмы, быстро перерабатывающие органические и другие загрязняющие вещества. На первом этапе идут процессы окисления и аммонификации этих веществ, а затем окисления уже самих аммиачных соединений в соли азотной кислоты.

Описанные способы очистки хотя и надежны, но требуют использования больших земельных площадей и времени. Быстрее очистка осуществляется в аэротэнках — проточных бассейнах, в которые вводится так называемый активный ил, в массе которого основная доля приходится на микроорганизмы. С помощью активного ила адсорбируются и перерабатываются органические загрязнения. Воздух, подаваемый под давлением снизу, способствует поддержанию частиц ила во взвешенном состоянии и очень быстро окислению и переработке веществ.

Остатки, получаемые при отстаивании сточных вод, могут перерабатываться в анаэробных условиях в так называемых метантэнках. В результате процессов брожения и гниения осадки, содержащие клетчатку, жиры, белки и другие вещества, превращаются в простые соединения, в том числе горючие газы, используемые в промышленных целях.

Предварительно очищенные указанными способами сточные воды после этого выпускаются в природные водоемы или после дополнительной очистки вновь используются в тех же производствах. В связи с нехваткой пресной воды на ряде промышленных предприятий в процессах, не связанных непосредственно с выпуском пищевых товаров, допускается повторное использование очищенной воды.

Очистка питьевых вод. Одним из методов очистки питьевой воды является отстаивание в бассейнах-отстойниках. При этом взвешенные частицы оседают, а вместе с ними и большинство бактерий. Более полное осветление воды достигается коагуляцией ее серно-кислым алюминием.

Образующиеся хлопья, оседая, увлекают взвешенные частички и микроорганизмы. Далее происходит фильтрация воды через песочные фильтры. На фильтрах задерживается до 98-99 % оставшихся в воде бактерий. Однако и после фильтрации все еще остается некоторое их количество, среди которого возможны и болезнетворные формы. Поэтому воду после фильтрации подвергают дезинфекции. Ее чаще всего осуществляют хлорированием.

Хлорирование — доступный способ обеззараживания воды, позволяющий уничтожить многие, в том числе паратифозные, бруцеллезные и другие беспоровые патогенные микроорганизмы. При этом действие обработки на микробов оказывается в течение всего времени нахождения в ней остаточных количеств хлора. Для хлорирования используется хлорная известь. Использование ее основано на том, что активный хлор, обладая окисляющими свойствами, губительно действует на бактерии при достаточном его содержании. Может употребляться в этих целях и газообразный хлор.

Перспективной является обработка воды для обеззараживания бактерицидными ультрафиолетовыми лучами. Они в отличие от хлора не придают воде неприятного привкуса, более губительны для спор бактерий. Недостаток этого метода, препятствующий повсеместному его использованию, — слабая эффективность при обработке вод с пониженной прозрачностью.

Питьевая вода должна удовлетворять целому ряду требований, в том числе и микробиологическим. В 1 мл водопроводной воды должно быть не более 100 микробов. В 1 мл колодезной и речной питьевой воды должно быть не более 1000 клеток. Водопроводная вода считается сомнительной,

если в 1 мл содержится от 100 до 500 микробов-клеток, и загрязненной — 500 и более клеток. Колититр допускается в водопроводной не менее 300 мл, в колодезной и речной — не более 100 мл. В питьевой воде не должно быть патогенных бактерий. Нормируется содержание органических примесей. Вода открытых водоемов перед использованием в пищевых целях должна быть очищена и обеззаражена. Допускается использование без обработки только артезианской воды. Требования, предъявляемые по микробиологическим показателям к питьевой воде, предъявляются и к пищевому льду, как искусственному, так и естественному.

Микрофлора воздуха

Воздух является неблагоприятной средой для жизни микроорганизмов. В нем они не находят пищи, подвергаются высушиванию, губительному действию прямых солнечных лучей.

Однако они постоянно находятся в воздухе, попадая в него с почвенной, промышленной и водной пылью. Поэтому качественный и количественный состав микрофлоры воздуха является случайным. Он целиком определяется составом микрофлоры почвы и воды, наличием промышленных предприятий и другими факторами. Большинство микробов в воздухе сравнительно быстро погибает. Споровые палочки, кокковые формы бактерий, споры плесневых грибов обладают большей выживаемостью, устойчивы в воздухе туберкулезные палочки, защищенные оболочкой, содержащей воскообразные вещества.

Воздух чище зимой, чем летом. Над океанами и морями, в Арктике он чище, чем над сушей.

Над лесными массивами воздух чище, чем над распаханной территорией, благодаря выделению фитонцидов и других биологически активных веществ.

Особенно много микробов в нижних слоях воздуха над крупными городами. В 1 м³ такого воздуха их может находиться до десятков тысяч. Уже на высоте 500 м (по данным Е. Н. Мишустина) в 1 м³ содержится лишь 2-3 тыс., а на 2000 м — от десятков до сотен клеток. Много микробов может быть в воздухе производственных помещений.

Воздух является своеобразной транспортной магистралью, с помощью которой микробы могут разноситься на далекие расстояния, попадать на пищевые продукты, в организм людей. Это опасно, так как среди всех микробов в воздухе могут встречаться вредные и болезнетворные, например возбудители туберкулеза, вирусы и др. Поэтому оздоровление воздуха как природной среды вообще и очистка воздуха рабочих помещений являются важной повседневной задачей.

Очистку воздуха в помещениях осуществляют путем систематической влажной уборки, вентиляции. В холодильных камерах используют бактерицидные лампы (облучение УФЛ) и др.

Микрофлора тела человека

В процессе эволюции живых существ, в том числе человека и микроорганизмов, происходило взаимное их приспособление. В результате этого сформировалась группа микроорганизмов, постоянно обитающих на внешних покровах и во внутренних органах человека.

Каждый человек, находясь в окружении естественных природных источников микрофлоры, общаясь с другими людьми и вступая с ними в разнообразные отношения, в результате прямых и косвенных контактов «обменивается» с ними микрофлорой.

В организм человека поступают микроорганизмы с водой, пищей, с различных предметов, из воздуха. Состав этой «случайной» группы зависит не только от факторов внешней среды, но и от специфики работы, быта, индивидуальных особенностей физиологии и обмена веществ каждого человека (жирной или сухой кожи, потливости и др.).

С удивлением оценивая многообразие и многочисленность микробов в окружающей среде, и в первую очередь на своем теле, А. Левенгук отметил, что в его собственном рту их больше, чем людей во всем Соединенном королевстве.

В последние годы появляются сведения, что микрофлора тела человека при всей своей многочисленности и разнообразии имеет и строго индивидуальные особенности у каждого индивидуума. Эта индивидуальная специфичность микрофлоры настолько высока, что выдерживает

сравнение со специфичностью отпечатков пальцев. Это в принципе позволяет по «отпечаткам» микрофлоры человека идентифицировать его личность.

Чрезвычайно разнообразна микрофлора полости рта. Подходящая температура, щелочная реакция слюны, остатки пищи являются благоприятными условиями для развития самых различных микроорганизмов. Практически у всех людей в ротовой полости обитают микрококки, стрептококки, стафилококки, споровые и неспоровые палочки, вибрионы, спирохеты, спириллы, ацидофильная палочка, дрожжи, актиномицеты и др.

Особенно богаты микробами зубной налет и отложения в кариозных зубах, складки миндалин.

У больных людей и бактерионосителей в ротовой полости могут встречаться гемолитические стрептококки, дифтерийная палочка, менингококки, туберкулезная палочка и др.

Органы дыхания человека не имеют постоянной микрофлоры. Состав ее целиком зависит от содержания микробов во вдыхаемом воздухе. Очень обильна микрофлора желудочно-кишечного тракта, особенно отделов толстого кишечника. Для иллюстрации можно указать, что взрослый человек ежедневно выделяет из кишечника многие сотни миллиардов микроорганизмов. В кишечнике постоянно обитают бактерии коли, некоторые кокки, столбнячная бацилла, бацилла перфрингенс и др.

Масса разнообразных микроорганизмов находится на руках, куда они попадают со всех других частей тела и из окружающей среды. Обнаружение на руках типичных обитателей желудочно-кишечного тракта, в частности кишечной палочки, свидетельствует о неудовлетворительном санитарно-гигиеническом режиме труда, быта, о низком уровне личной гигиены.

Чистота рук, тела, поддержание нормального состояния здоровья являются необходимыми для работников торговли и общественного питания, имеющих с пищевой продукцией постоянные контакты.

Патогенные микроорганизмы

Человека, животных и растения с миром микроорганизмов связывают сложные и весьма разнообразные взаимоотношения.

Исключительно важное значение имеют взаимоотношения с группой патогенных микробов. Патогенными называют микроорганизмы, способные вызывать заболевания.

Наибольший интерес представляют возбудители заболеваний человека и животных, поскольку они во многих случаях являются общими.

Среди патогенных видов имеются как паразиты, всегда развивающиеся за счет других животных организмов, так и сапрофиты. Последние обычно имеют переходные свойства и лишь при особо благоприятствующих условиях могут приобретать черты паразитов. Примером может служить сапрофитная кишечная палочка, при известных условиях способная вызвать воспалительные процессы в почках, мочевом пузыре и других органах. Некоторые сапрофиты относятся к патогенным, так как среди продуктов их жизнедеятельности имеются такие, которые воспринимаются человеком как токсины — яды.

Каждый вид болезнетворных микроорганизмов способен вызывать только определенное заболевание с характерными признаками и особенностями течения. Это свойство носит название специфичности. Специфичность инфекционного процесса — важный признак, проявляющийся в локализации возбудителей, избирательности поражения органов и тканей, особенностях течения болезни, механизме выделения микробов из организма хозяина, формировании у последнего иммунитета.

Под патогенностью понимается вообще способность определенного микроорганизма при соответствующих условиях вызывать специфическое болезненное состояние организма. Патогенность является видовым признаком болезнетворных микробов. Она приобретена, по-видимому, в результате длительного приспособления к развитию в организме хозяина.

Отдельные разновидности одного и того же патогенного вида микробов могут обладать различным по силе болезнетворным действием. Оно зависит от способности проникать в организм,

размножаться в нем и вызывать патологические изменения. Степень болезнетворности патогенного микроба называют вирулентностью. Если микроб принадлежит к патогенному виду, то его называют патогенным и в том случае, когда он в силу каких-либо причин в данный момент не способен вызвать заболевание, утратил свою вирулентность или степень его вирулентности снизилась.

Таким образом, вирулентность является меняющимся признаком, служащим мерой патогенности. Вирулентность патогенного микроба можно повысить, создавая для него наиболее благоприятные условия или, например, последовательно заражая целый ряд восприимчивых животных. Наоборот, создавая возбудителю неблагоприятные условия, можно снизить его вирулентность или совсем лишить его вирулентности. Прибавление различных химических веществ, вредно действующих на микроорганизм, воздействие неблагоприятной температуры способствует понижению вирулентности микробов.

Искусственное снижение вирулентности болезнетворных микроорганизмов используется при получении вакцин для профилактики многих заразных заболеваний.

Для оценки степени вирулентности патогенных микроорганизмов устанавливают единицу вирулентности — ДСМ (доза смертельная минимальная). Это наименьшее количество живых микроорганизмов, вызывающее гибель тех или иных животных в 80 % случаев.

Для более определенной характеристики используют DCL (доза безусловно смертельная), вызывающую 100%-ную гибель животных.

В процессе жизнедеятельности патогенных микробов образуются вещества, обладающие очень высокой степенью ядовитости, — токсины. Непосредственной причиной болезненного состояния организма при развитии или нахождении в нем патогенных микробов является присутствие этих ядов — токсинов. Различают экзо- и эндотоксины.

Экзотоксины выделяются в окружающую среду при жизни микробов. Они обладают большой ядовитостью по отношению к животному организму. Например, 0,005 мл жидкого столбнячного токсина, или 0,0000001 мл ботулинического жидкого токсина, убивают морскую свинку.

Под влиянием нагревания и света экзотоксины легко разрушаются, а под действием некоторых химических веществ, например, формалина, теряют свою токсичность. Токсигенность не является обязательным свойством. Все токсигенные микроорганизмы могут развиваться, не продуцируя токсины. Экзотоксины имеют белковую природу, а некоторые из них обладают свойствами ферментов. Они избирательно действуют на отдельные органы и ткани. Столбнячный токсин, например, поражает нервные клетки, регулирующие двигательные функции, дифтерийный — надпочечники и мышцу сердца. Действие экзотоксинов сказывается очень быстро — уже через несколько часов после попадания в организм. Однако есть и термостабильные экзотоксины — стафилококковый, ботулинический. Они выдерживают кипячение в течение нескольких минут, не разрушаясь, не разрушаются и под влиянием ферментов желудочно-кишечного тракта.

Эндотоксины — это токсины, прочно связанные с телом микробной клетки и освобождающиеся только после ее гибели и разрушения. Они менее токсичны, весьма устойчивы к действию высоких температур, не теряют своей токсичности даже при кипячении. Эти токсины характерны для возбудителей брюшного тифа, паратифов.

Инфекция

Сложный биологический процесс, возникающий в результате внедрения патогенных микроорганизмов в макроорганизм и проявления жизнедеятельности в нем, носит название инфекции. В некоторых случаях этим термином называют лишь сам процесс проникновения микробов в организм хозяина. Инфекционные болезни характеризуются особым признаком, не свойственным другим болезням, — они являются заразными, т. е. способными передаваться от больных лиц здоровым.

Источниками инфекции (для людей и животных), являются, как правило, больные люди или животные, выделяющие во внешнюю среду болезнетворные микробы. Источником могут быть и уже переболевшие люди или животные, у которых возбудители болезни иногда очень длительное

время остаются в организме после практического выздоровления,— бактерионосители при дизентерии, брюшном тифе и др. Явление бактерионосительства (бациллоносительства) возникает при прекращении лечения до наступления полного выздоровления; при неправильно проводившемся лечении; иногда при самоизлечении легко протекавшего заболевания, прошедшего незамеченным. Организм человека в этих случаях, приобретая нечувствительность к действию микробных токсинов, не освобождается от самих возбудителей и постоянно выделяет их в окружающую среду.

Выделенные во внешнюю среду патогенные микробы могут долгое время оставаться жизнеспособными, находясь в почве, воде, на различных предметах и пищевых товарах, в воздухе. В некоторых случаях это время составляет недели и даже многие месяцы. В организм человека болезнетворные микробы могут попасть в результате прямого контакта (соприкосновение больного со здоровым при рукопожатии, уходе за больным и т. д.) или косвенным путем — через зараженную пищу, воду, предметы обихода, воздух (при кашле и чихании с капельками жидкости или с пылью).

Передатчиками инфекции могут служить животные и насекомые. Так, при разделке шкуры, мяса больных животных может происходить заражение сибирской язвой, бруцеллезом. Употребление молока и мяса от больных животных также может быть причиной заболеваний. Через продукты, поврежденные грызунами, или через укусы грызунов (мыши, крысы) может распространяться туляремия.

Механическими переносчиками многих патогенных микробов являются мухи и другие насекомые.

Блохи способны быть переносчиками чумных бактерий, а вши — бактерий, вызывающих сыпной тиф. Возбудители активно размножаются в теле этих насекомых, остающихся поэтому заразными в течение всей своей жизни.

Попадание патогенного микроба в организм не всегда ведет к заболеванию. Возникновение инфекционного процесса тем вероятнее, чем агрессивнее микроб в отношении организма, т. е. чем выше его вирулентность, чем большее количество микробов одновременно проникло в организм.

Большое значение во многих случаях имеет место внедрения возбудителя в организм — «входные ворота» инфекции. Так, при кишечных инфекциях (дизентерии, холере, брюшном тифе) такими «воротами» является рот; если же возбудитель этих заболеваний проникает в царапины, порезы на коже, заболевания не происходит. Палочка столбняка, наоборот, может вызвать заболевание лишь при попадании в организм через ранки, порезы; попадая же постоянно с пищей в желудок, заболевания не вызывает.

С другой стороны, многие болезнетворные микробы — возбудители чумы, туберкулеза, бруцеллеза — вызывают заболевание вне зависимости от места внедрения.

Заболевание проявляется не сразу после внедрения патогенного микроба в организм, а через некоторый срок. Время от внедрения микробов в организм до проявления первых признаков заболевания называют скрытым, или инкубационным, периодом. Продолжительность его зависит от вирулентности и количества внедрившихся микробов, места проникновения, состояния самого организма животного и окружающих условий. Однако при каждом заразном заболевании инкубационный период более или менее постоянен и может составлять от 2-4 дней (при сибирской язве, столбняке) до нескольких недель (сыпной и брюшной тиф, бешенство) и даже лет (при проказе).

Защитные силы организма в борьбе с инфекциями

Существенное значение в возникновении инфекционного процесса, его развитии и исходе заболевания имеют также свойства и состояние зараженного организма, которые зависят от условий жизни, материальной обеспеченности, характера и условий труда, быта, питания человека и других факторов.

Повышение материального благосостояния трудящихся, охрана здоровья в нашей стране заметно снизили количество инфекционных заболеваний, а некоторые из них полностью ликвидированы. Тем не менее, борьба с заболеваниями микробной природы не теряет своей актуальности и сегодня.

Патогенные микробы, проникнув в организм человека или животного и найдя в нем благоприятные условия для развития (пищу, воду, минеральные вещества, благоприятную температуру и т. п.), тем не менее, не всегда вызывают заболевание. Известно, что в ряде случаев человек или животное может быть носителем живущих и размножающихся в нем болезнетворных микробов, не причиняющих ему вреда. Например, туберкулезные палочки обнаруживаются в легких не только у больных, но и у большинства здоровых людей. Это говорит о том, что не всегда попадание возбудителя в организм приводит к возникновению заболевания. Для того чтобы возник инфекционный процесс, помимо всего перечисленного, необходимо, чтобы возбудитель попал в восприимчивый организм. Непременным условием возникновения инфекционного процесса является не только внедрение и размножение микроба, но и определенная чувствительность организма, а также способность возбудителя болезни преодолевать защитные приспособления макроорганизма.

Установлено, что разные люди, виды животных и даже отдельные представители одного и того же вида в неодинаковой мере подвержены воздействию патогенных микробов, т. е. они обладают различной степенью сопротивляемости инфекции (люди, живущие на севере, легче заболевают различными видами лихорадки, южане — туберкулезом и т. д.).

Известно также, что люди и животные, однажды переболевшие холерой, оспой и т. п., как правило, вторично не заболевают, а если это и происходит — то болезнь протекает в легкой форме.

Такое состояние устойчивости или невосприимчивости организма к действию патогенных микробов или же ядов носит название иммунитета.

Организм каждого живого существа обладает целым рядом защитных приспособлений для борьбы с микробами и их токсинами. Такими защитными свойствами обладает кожа. Являясь физической преградой на пути микроорганизмов, она одновременно обладает бактерицидными свойствами в отношении возбудителей желудочно-кишечных и других заболеваний. Бактерицидное действие кожи зависит от ее чистоты. На загрязненной коже микробы сохраняются дольше, чем на чистой.

Проникновению микробов в организме препятствуют слизистые оболочки рта, носа, дыхательных путей, кишечника; они также обладают бактерицидными свойствами — выделяют особые вещества, убивающие микробов. Обильное отделение слизи ведет к механическому удалению микробов. Желудочный сок, имеющий резко кислую реакцию, губительно действует на многие микроорганизмы. Нормальная микрофлора кишечника или обогащенная молочнокислыми бактериями угнетает попадающих в организм болезнетворных микробов.

Бактерицидными свойствами обладают слюна, слезы, сыворотка крови в связи с содержанием в них бактерицидных веществ, одним из которых является лизоцим.

Однако во многих случаях эти защитные приспособления оказываются нарушенными (царапины на коже) или недостаточными (пониженная секреция слизистых покровов, низкая кислотность желудочного сока), что позволяет возбудителю проникнуть в организм и прижиться в нем.

В ответ на внедрение возбудителя макроорганизм мобилизует особые, мощные средства борьбы с ним. Одним из таких средств являются белые кровяные шарики (лейкоциты) и другие клетки организма. Они захватывают и уничтожают микробов, проникших в организм. Основоположник учения о защитной роли клеток организма, русский ученый И. И. Мечников назвал их фагоцитами, т. е. пожирателями клеток бактерий.

Явление фагоцитоза существует и в нормальном организме, но оно усиливается при возникновении инфекции, особенно в отношении того вида микробов, который вызывает заболевание.

Защитными свойствами обладают также жидкие части крови — сыворотка и лимфа. Они содержат вещества, вызывающие гибель микробов и обезвреживание их ядов. Эти вещества получили название антител. Вырабатываются антитела в различных тканях организма — костном мозге, селезенке, лимфатических узлах и других органах и тканях, богатых ретикулярной соединительной тканью. Действие антител строго специфично, т. е. направлено на тот микроорганизм или яд, который вызвал заболевание. Факторы, вызвавшие образование антител, носят название антигенов.

В зависимости от происхождения различают иммунитет врожденный (естественный) и приобретенный.

Врожденный иммунитет обуславливается биологическими особенностями организма, т. е. является видовым признаком организма. Так, человек обладает врожденным иммунитетом к чуме свиней, собак, поэтому такие заболевания для людей опасности не представляют.

Приобретенный иммунитет возникает в результате перенесенного инфекционного заболевания (естественный) или введения в организм вакцин или сыворотки (искусственный).

Вакцины представляют собой убитых или ослабленных возбудителей инфекционных заболеваний или их обезвреженные токсины. В результате борьбы с вакциной организм мобилизует собственные защитные средства, проходит определенную тренировку в борьбе с активными возбудителями болезни. Чаще всего вакцины применяют для профилактики заболеваний. Приобретенный иммунитет является активным, т. е. возникшим в результате активной борьбы организма с возбудителем болезни.

Введение противосспенной вакцины с профилактической целью практиковал английский врач Э. Дженнер еще в 1796 г. Заражая людей так называемой «коровьей оспой», ему удавалось уберечь их от заболевания натуральной оспой (термин вакцина происходит от латинского слова «васса» — «корова»).

В дальнейшем Л. Пастер разработал методы предохранения человека от многих заразных заболеваний путем вакцинации. Он установил способы ослабления вирулентности микроорганизмов нагревом, воздействием формалина, вводил микробы с ослабленной вирулентностью в организм человека, что делало его невосприимчивым к данному заболеванию. Возможность защиты организма от инфекций ослабленными, живыми болезнетворными микробами, т. е. вакцинами, открыла большие перспективы перед медициной в профилактике заразных заболеваний. Л. Пастер получил вакцины против сибирской язвы, бешенства и других болезней.

Лечебные сыворотки представляют собой жидкую часть крови животных, перенесших инфекционное заболевание в результате искусственного заражения.

Сыворотки вводят чаще в лечебных целях, обычно под кожу. Иммунитет, возникающий при их применении, наступает быстро — в течение нескольких часов. Называют его пассивным, так как он обуславливается содержащимися в сыворотках защитными веществами (антителами), вводимыми в организм в готовом виде. Приобретенный пассивный иммунитет обычно носит кратковременный характер, тем не менее, практическое значение лечебных сывороток очень велико. Они чаще применяются в экстренных случаях для лечения уже проявившегося заболевания (ботулизм, дифтерия и др.). Противостолбнячную сыворотку применяют часто и в профилактических целях.

Все виды приобретенного иммунитета отличаются строгой специфичностью, т. е. организм становится невосприимчивым только к определенному инфекционному заболеванию.

Пищевые заболевания микробной природы

Пищевые заболевания микробной природы возникают при употреблении недоброкачественной пищи, в которой содержатся патогенные микроорганизмы. Возбудители этих заболеваний попадают из воздуха, почвы, загрязненной воды, используемой для мойки или приготовления пищи; могут заноситься насекомыми, грызунами, а также людьми, соприкасающимися с продуктами питания (с рук, одежды, с капельками слюны при кашле и чихании и т. д.).

Нарушение санитарно-гигиенического режима в процессе приготовления пищи, во время ее хранения и реализации закономерно приводит к тому, что пищевые товары обсеменяются патогенными микробами.

Вместе с пищей в организм человека таким образом вносятся возбудители самых различных заболеваний — дизентерии, брюшного тифа, туберкулеза, сибирской язвы, ботулизма и др.

Различают две группы пищевых заболеваний микробной природы: пищевые инфекции и пищевые отравления (интоксикации).

Пищевые инфекции

Пищевые инфекции возникают при активном размножении и токсинообразовании возбудителей в организме хозяина. Эти заразные заболевания передаются от одного человека к другому в основном через пищевые продукты, воду, реже иными путями. Вместе с пищей в организм вносятся возбудители различных заболеваний. Наибольшую опасность представляют возбудители желудочно-кишечных заболеваний. Для некоторых из них (возбудителей брюшного тифа, дизентерии, холеры) пищевые продукты являются средой, неблагоприятной для развития. Однако на пищевых продуктах они могут длительное время оставаться жизнеспособными. Так, возбудители брюшного тифа выживают в сыре до 1,5 мес., в масле сливочном — до 7 мес., в мороженом — до 2 лет, в мякише ржаного хлеба из обойной и обдирной муки — до 2 дней, а в мякише пшеничного хлеба — до 30 дней. Пища служит для них лишь переносчиком, доставляет их в те органы человека (например, в желудочно-кишечный тракт), где они способны активно размножаться и вырабатывать токсины.

Пищевые инфекции заразны и очень опасны, так как многие пищевые продукты, с которыми они могут распространяться, употребляются людьми ежедневно.

С момента попадания возбудителя этих инфекций в организм человека до проявления клинических признаков заболевания проходит обычно продолжительное время, в течение которого возбудители приспосабливаются к данному организму, размножаются, распространяются в нем различными путями, не проявляя внешне своего присутствия. Это затрудняет раннюю диагностику таких заболеваний, поэтому часто возникают их вспышки и даже эпидемии. Организм человека или животного в это же время приводит в действие все защитные механизмы для борьбы с инфекцией.

В возникновении пищевых инфекций ведущая роль принадлежит живым микробам.

Брюшной тиф — тяжелое инфекционное заболевание. Возбудители патогенны только для человека. Это бактерии из рода сальмонелл: тифозная палочка, палочки паратифа А и паратифа В. Они имеют много сходных морфологических и физиологических свойств, поэтому рассматриваются совместно. Это мелкие, подвижные, не образующие спор палочки, являющиеся факультативными анаэробами. Оптимальная температура их развития около 37°C. Чувствительны к нагреванию. При кипячении гибнут за несколько секунд. От действия дезинфицирующих растворов фенола, хлорной извести, хлорамина погибают через несколько минут. Они различаются способностью использовать различные сахара, причем степень патогенности находится в обратной зависимости от биохимической активности. Так, тифозная палочка, обладающая наименьшей способностью к переработке различных сахаров, имеет наиболее ярко выраженные болезнетворные свойства.

Возбудители заболевания проникают в организм через рот, пищевод, локализуются в тонком отделе кишечника, далее попадают в лимфатические узлы кишечника и другие органы. При разрушении клеток возбудителей в организме выделяется сильнодействующий токсин. Инкубационный период около двух недель.

Заболевание проявляется в изъязвлении тонких кишок, сопровождаемом повышением температуры, общей слабостью, острым поносом. Возбудители брюшного тифа могут длительное время сохраняться у выздоровевших людей и выделяться в окружающую среду. При несоблюдении санитарно-гигиенических правил выделяемые бактерионосителями микробы попадают в воду, пищевые продукты и вновь вызывают заболевание.

Дизентерия — заболевание обычно массового характера. Источником инфекции служат люди, больные острой или хронической формой дизентерии. Распространяется заболевание в большинстве случаев через грязные руки, откуда возбудители попадают на пищевые продукты, в воду и т. д. Во внешней среде, на посуде, овощах, фруктах, денежных знаках, в речной и морской воде сохраняются жизнеспособными в течение нескольких недель.

Холера — тяжелое инфекционное заболевание, характерное только для человека. Возбудителями являются две близкие разновидности вибрионов, имеющие форму короткой изогнутой палочки; подвижны; спор не образуют. Способны вырабатывать экзо- и эндотоксины. Заболевание распространяется через пищу, воду, грязную посуду, руки. Разносчиками могут быть мухи.

Возбудители устойчивы во внешней среде: в почве выживают до 26 недель, в рыбе, крабах, устрицах — до 40 дней, на продуктах питания — до 10 дней. Имеются предположения о возможности размножения в водоемах, иле.

Малоустойчивы к высокой температуре: кипячение убивает холерные вибрионы в течение нескольких секунд. Чувствительны к дезинфицирующим растворам, кислотам. Так, раствор соляной кислоты (1:10000) вызывает их гибель в течение 1 мин. Длительность инкубационного периода — от нескольких часов до шести дней. Для заболевания характерно длительное бактерионосительство.

Холерой болеет только человек. Действие оказывает эндотоксин холерного вибриона (рис. 14).

Наибольшая вероятность заболевания в случае попадания возбудителя в организм у лиц с пониженной кислотностью желудочного сока. Размножение вибриона происходит в тонком кишечнике. Выделение токсина приводит к нарушению водно-солевого обмена, терморегуляции, деятельности сердечно-сосудистой системы.

Наблюдаются обильный понос, нарушение циркуляции крови и появление синюшности, падение температуры до 35°C, судороги икроножных мышц и анурия (отсутствие мочеотделения). При этом заболевании часты смертельные исходы.

Заболевание в некоторых случаях может протекать в виде очень тяжелой интоксикации без всяких симптомов со стороны кишечника и может иметь форму обычного гастроэнтерита, без признаков интоксикации.

Меры профилактики те же, но, особое внимание необходимо уделять поддержанию правил санитарии и личной гигиены, борьбе с мухами.

Помимо типичных пищевых инфекций, распространяющихся в основном только с пищевыми продуктами, имеются заболевания, для которых существуют и другие пути распространения, например контактный и бытовой. В связи с частым их возникновением и передачей возбудителей через пищу эти заболевания рассмотрены в группе пищевых инфекций.

Бруцеллез — заболевание, поражающее не только человека, но практически всех животных и даже птиц. Наиболее часто заболевает мелкий и крупный рогатый скот. Выделения больных животных содержат много микробов, которые заражают почву, корм, воду.

Возбудители бруцеллеза представляют собой кокковидные бактерии. Они не имеют спор, неподвижны, являются факультативными анаэробами. Оптимальная температура их развития 37 °С, устойчивы к факторам внешней среды: в почве сохраняются до 3-4 мес., на белье и одежде — до 30 дней. Способны долго сохраняться в пищевых продуктах (в днях): в молоке — до 8, в брынзе — до

45, в масле — до 60, в мясе на холоде — до 20. Быстро гибнут под действием высокой температуры, например при 60 °С — в течение 10—15 мин, при кипячении — моментально.

Малоустойчивы к действию дезинфицирующих растворов.

Для человека наиболее опасны бруцеллы коз и овец. Заражение происходит при попадании возбудителей на слизистые покровы полости рта, глаз и даже через неповрежденную кожу. В дальнейшем бруцеллы попадают в лимфатические узлы, а затем поступают в кровь и разносятся по всему организму, проникая в печень, почки, селезенку, костный мозг, легкие и в другие органы.

Инкубационный период при бруцеллезе — 4-20 дней. Болезнь чаще начинается незаметно.

Обычными признаками являются общая слабость, ознобы, опухание и боли в суставах, мышцах, резкая головная боль, бессонница, раздражительность, различная сыпь на коже. При острой форме бруцеллеза бывает волнообразная лихорадка — смена периодов с высокой и нормальной температурами. Продолжительность болезни — от нескольких недель до нескольких месяцев и даже лет.

Профилактические меры заключаются в обязательном кипячении молока перед употреблением и проваривании мяса до достижения температуры внутри кусков не менее 80°С.

Туберкулез — инфекционная, хронически протекающая болезнь. Возбудитель открыт Р. Кохом в 1882 г. Туберкулезная палочка тонкая, слегка изогнутая, неподвижная; спор не образует; иногда имеет слабое ветвление; является типичным аэробом. Оптимальная температура развития — 37 °С, реакция среды нейтральная или слабощелочная. Устойчива к различным факторам внешней среды, в том числе к воздействию кислот. В высушенной мокроте может сохраняться до нескольких недель, на одежде и белье — до 2 мес.; рассеянный свет вызывает гибель в течение 2—10 дней; более чувствительна к действию прямого солнечного света и к высокой температуре — при кипячении гибнет в течение 5-10 с, в нагретом до 65-70 °С молоке — через 30 с.

Возбудитель может долго сохраняться в пищевых продуктах: в сыре — до 2 мес., в кисло-молочных — до 20 дней.

Источниками инфекции являются больные люди, реже — животные. Распространяется заболевание через воздух капельно-жидким или контактным путем, известны случаи пылевой инфекции. Заражение обычно происходит через дыхательные пути, но иногда и через кишечник при употреблении зараженных пищевых продуктов.

Основное значение в борьбе с туберкулезом имеет общее улучшение условий труда и быта. В СССР создана широкая сеть туберкулезных диспансеров и санаториев, специализированных курортов.

Сибирская язва — острое и очень опасное инфекционное заболевание животных и человека. Бацилла сибирской язвы неподвижна. На искусственных питательных средах образует очень характерные колонии. Края их неровные, так как состоят из переплетающихся между собой локонов с завитками. Оптимальная температура развития 30-37°С. Спорообразование происходит при температуре 12-42°С только при доступе кислорода воздуха. Споры исключительно устойчивы к воздействиям внешней среды: сохраняют жизнедеятельность многие десятилетия, выдерживают кипячение, действие кислот, щелочей, дубителей и солей; жизнеспособные споры были обнаружены даже на овчине, прошедшей дубление и окраску; в соленом мясе споры сохраняются до 45 дней.

Предполагают, что в почве споры возбудителя сибирской язвы переходят в вегетативную форму, и происходит размножение культуры.

Первоисточником распространения инфекции являются больные животные. Заражение людей происходит при контакте с ними, при обработке животного сырья или употреблении в пищу зараженных продуктов животного происхождения (недостаточно проваренного мяса и др.).

У человека сибирская язва может быть в трех формах: кожной, легочной, кишечной. Кожная форма возникает при непосредственном контакте с животными и продуктами животного происхождения, чаще встречается у мясников, рабочих кожевенного, мехового и других производств; заражение происходит через ранки, царапины на кожных покровах. Легочная форма появляется в результате попадания сибиреязвенных спор в дыхательные пути. Кишечная форма возникает при употреблении

в пищу мяса или молока больных животных; при заражении появляются головные боли, головокружение, тошнота, рвота, понос, а через 5-8 дней часто наступает смерть.

Для лечения применяются противосибиреязвенные сыворотки. В профилактике заболевания основная роль принадлежит строгому ветеринарному контролю за убойными животными, санитарному надзору за гигиеническим состоянием боен. Больные животные переработке не подлежат, трупы их должны сжигаться.

Ящур — пищевое инфекционное заболевание вирусного характера. Это заразное заболевание крупного рогатого скота, свиней и овец, передающееся человеку. Вирус ящура — один из самых мелких. Он нестоек к нагреванию, щелочам, антисептическим веществам. Во внешней среде при температуре 37 °С сохраняет жизнеспособность в течение нескольких дней; в выделениях животных сохраняется до 2 мес.

Человек заражается от больных животных при непосредственном контакте: при уходе за ними, первичной переработке туш или употреблении зараженного сырого молока. Инкубационный период продолжается около недели. Появляется общая слабость, на воспаленной слизистой оболочке рта выступают пузырьки, которые превращаются в болезненные язвочки. Заболевание обычно протекает легко, но иногда может заканчиваться и смертью. У людей, переболевших ящуром, иммунитет сохраняется только к вирусу соответствующего типа (их известно три).

Борьба с ящуром проводится путем предупреждения заболевания среди животных. Люди, ухаживающие за больными животными, должны иметь защитную одежду, перчатки. Молоко от больных животных необходимо кипятить, мясо должно быть обязательно хорошо проваренным. Если забиваются животные, подозреваемые на заболевание ящуром, но не имеющие повышенной температуры тела, то их мясо перед использованием необходимо 1-2 сут. выдержать. За это время вирус полностью погибнет.

Пищевые отравления (интоксикации)

Возбудители пищевых отравлений в отличие от возбудителей пищевых инфекций способны жить и активно размножаться на продуктах. При этом пищевые продукты, не меняя заметно органолептических свойств, становятся ядовитыми в результате накопления в них токсинов. Употребление таких продуктов ведет к тому, что токсины через стенки желудка и кишечника попадают в кровь и в короткое время (в течение нескольких часов) вызывают очень тяжелые заболевания. В некоторых случаях возбудители пищевых отравлений, попав в организм, также развиваются в нем и этим усугубляют болезнь.

Особенностями пищевых отравлений микробной природы являются массовость проявления и быстрота развития признаков болезни. Через 2-24 ч после употребления пищи могут возникнуть рвота, резкие боли в области живота, головная боль и общая слабость, понос, а в отдельных случаях и более тяжелые симптомы с последствиями.

Наиболее опасными пищевыми отравлениями являются ботулизм и отравления, вызываемые стафилококками.

Ботулизм — тяжелое пищевое отравление, вызываемое бациллой ботулизма. Эта палочка является сапрофитом, строгим анаэробом. Она подвижна, образует споры, придающие ей форму веретена. Наиболее активно проявляет жизнедеятельность при температуре 20-37 °С; при температуре ниже 15°С она хотя и развивается, но токсинов не образует.

Споры ботулиноса выдерживают 10-минутное нагревание в водной среде при температуре 120°С и иногда могут оставаться жизнеспособными после 4-часового кипячения.

Известно шесть типов возбудителей ботулизма — А, В, С, D, Е, F, отличающихся некоторыми физиологическими особенностями. Наиболее часто пищевые отравления у человека вызывают типы А, В, Е. Бациллы ботулизма встречаются в почве, на фруктах и овощах, в рыбе, иле, навозе. Широкое распространение ведет к неизбежному их попаданию на пищевые продукты и сырье, используемое в пищевой промышленности. Являясь строгими анаэробами, они развиваются обычно внутри крупных кусков ветчины, рыбы, колбасы, а также в герметично закрытых консервах.

Консервы становятся бомбажными при попадании в них спор ботулинуса. Как и вся группа масляно-кислых бактерий, возбудитель ботулизма продуцирует углекислый газ, водород.

Нередко развитие возбудителя ботулизма происходит без газообразования и других характерных признаков. Продукты, оставаясь внешне совершенно доброкачественными, оказываются ядовитыми; может улавливаться лишь легкий запах прогорклого масла.

Токсин бациллы ботулизма является наиболее сильным из всех известных ядов. Он не разрушается в кислой среде желудочного сока, выдерживает кипячение до 10 мин, поэтому прогревом продуктов до температуры кипячения его не удается обезвредить.

Инкубационный период при ботулизме может длиться от нескольких часов до 10 сут.

Токсин ботулизма почти никогда не вызывает диспепсических явлений (нарушения пищеварения), но поражает черепно-мозговые нервы. Вначале наблюдается расстройство зрения (двоение предметов, опущение век, косоглазие), затем расстройство глотания, ослабление слуха, афония и потеря голоса и, наконец, паралич дыхания, приводящий к гибели. Заболевание ботулизмом примерно в 85 % случаев при отсутствии лечения приводит к смерти. При лечении специальными сыворотками и общеукрепляющими средствами смертность существенно снижается.

В прошлом заболевание часто возникало при употреблении копченой рыбы осетровых пород и особенно колбас (от латинского слова «ботулис» - «колбаса»), отчего и получило свое название.

В настоящее время во всех странах заболевание связано в основном с употреблением домашних консервированных продуктов. Способы и режимы обработки пищевых товаров, применяемые в домашних условиях (посол, копчение, консервирование в банках), не обеспечивают уничтожения палочек ботулизма, и в первую очередь спор. При продолжительном хранении в таких продуктах может образоваться токсин.

Соблюдение режима тепловой обработки, строгий санитарный контроль за качеством сырья, хранение готовых товаров при низких температурах и другие профилактические меры способствуют снижению частоты заболевания ботулизмом.

Стафилококковые отравления — часто встречающиеся пищевые заболевания, вызываемые стафилококками. Патогенные представители этого рода являются наиболее частыми виновниками пищевых отравлений. Они неподвижны, спор не образуют, стойки к высушиванию, продуцируют желтый, золотистый и другие пигменты. Наибольшую опасность представляют виды, образующие золотистый пигмент — золотистый стафилококк. Оптимальная температура роста 37°C, токсин образуется только при температуре выше 4 °С. Стафилококки хорошо выдерживают нагревание до 70 °С, а при 80-85 °С погибают только через 20-25 мин. Эти возбудители широко распространены в природе, постоянно встречаясь в воздухе и пыли.

Основной источник инфицирования пищевых продуктов стафилококками — человек. Многие люди являются носителями этих микробов на слизистых покровах носа, гортани, на руках (при гнойничковых заболеваниях кожи). Из животных носителями патогенных стафилококков являются коровы, больные маститом. Вместе с молоком от таких коров возбудители попадают в другие продукты.

Стафилококки активно размножаются в аэробных и анаэробных условиях на всех достаточно увлажненных пищевых продуктах, имеющих нейтральную, слабокислую или слабощелочную реакцию. Они переносят высокие концентрации поваренной соли (до 12%) и сахара (до 50%), чем, по-видимому, и обусловлено частое их обнаружение в кондитерских кремах, сырах, брынзе, молоке, мороженом, рыбных и мясных кулинарных изделиях.

Пищевые продукты, зараженные стафилококками, обычно не имеют внешних признаков порчи, чем опасны в употреблении.

Чувствительность человека к токсину стафилококков очень высокая — отравление наступает у 90% людей, которые употребляли зараженную пищу. Токсины, особенно эндотоксины, очень устойчивы к высоким температурам и разрушаются при кипячении лишь через 2 ч или при нагревании до 120 °С в течение 30 мин.

Заболевание проявляется через 1-6 ч после приема зараженной пищи, сопровождаясь тошнотой, многократной рвотой, болями в желудке, но смертельные случаи редки.

Профилактической мерой против развития стафилококков в продуктах является строгое соблюдение температурных режимов и сроков хранения.

Отравления продуктами, зараженными бациллой цереус (*Cereus*), в последние годы заняли заметное место среди всех пищевых заболеваний микробной природы. Бацилла цереус является почвенной, аэробной, споровой, слабоподвижной палочкой. Оптимальная температура роста около 30 °С, минимальная — около 3—6 °С. Лучше развивается в нейтральной или слабощелочной среде. Споры отличаются высокой терморезистентностью — сохраняются не только при обычных режимах температурной обработки пищи на предприятиях общественного питания и в быту, но и при стерилизации консервов, молока и др.

При накоплении в 1 г более 100 тыс. клеток продукт становится опасным и при употреблении вызывает отравление. Симптомы заболевания — рвота, понос, общая слабость.

Нетребовательность к условиям обитания способствует быстрому размножению возбудителя в большинстве продуктов питания и в связи с этим — частым пищевым отравлениям. Известны отравления, вызванные употреблением мясных, рыбных, молочных продуктов, кондитерских изделий и др.

Мерами профилактики отравления, вызываемого бациллой цереус, являются предотвращение развития возбудителя на товарах действием низких температур, соблюдение сроков хранения.

Отравления продуктами, пораженными плесневыми грибами, нередко возникают при употреблении в пищу продуктов переработки зерна, различных злаков (пшеницы, ржи, овса, гречихи и др.), зимовавших в поле или убранных поздней осенью, что может приводить к возникновению так называемой алиментарно-токсической алейки. Токсин, образуемый некоторыми плесневыми грибами из рода фузариум во влажном зерне при низкой температуре, обладает большой устойчивостью. Он не разрушается при длительном хранении зерна и муки, стоек к действию высокой температуры при варке или выпечке изделий из муки и крупы, полученных из зараженного зерна. Симптомами заболевания являются повышение температуры, отечность ротовой полости, боли во рту и пищеводе, омертвление участков слизистых покровов ротовой полости.

Другие грибы из этого же рода вызывают заболевание, носящее название «пьяный хлеб». Возникает оно при употреблении хлеба, выработанного из зараженного еще в период вегетации зерна.

Заболевание сопровождается тошнотой, рвотой, головокружением. Прогрев зерна до 100 °С перед помолом разрушает ядовитые начала, приготовленный из такой муки хлеб опасности не представляет.

В связи с употреблением зараженного хлеба может возникать и отравление спорыньей, при котором наблюдаются поражение нервных окончаний и их омертвление. Для отделения ядовитых рожков спорыньи зерно очищают на специальных ситах или опускают в концентрированный солевой раствор. За счет разницы в удельном весе рожки всплывают и могут быть удалены.

Пищевые токсикоинфекции

Это группа заболеваний, занимающих промежуточное положение между пищевыми типичными инфекциями и пищевыми интоксикациями (отравлениями). Протекают они подобно интоксикациям, как острые желудочно-кишечные заболевания, и в то же время они заразны. Объясняется это способностью возбудителей размножаться как в пищевых товарах, так и в организме человека. Заболевание в зависимости от условий может носить характер, близкий как к интоксикациям, так и к инфекциям. По некоторым данным, на долю токсикоинфекций приходится большая часть всех пищевых заболеваний микробной природы.

Токсикоинфекций имеют короткий инкубационный период, исчисляемый несколькими часами. Обычно возникают при употреблении пищи, в которой возбудители размножились до значительных количеств (10⁵-10⁶ клеток в 1 г продукта). Вызываются токсикоинфекций разными бактериями, но чаще сальмонеллами.

Группа сальмонелл является частью более широкой кишечно-тифозной группы, включающей патогенные, непатогенные и условно-патогенные виды микроорганизмов, например кишечную палочку. Все представители этой большой группы очень близки по внешним и биохимическим признакам. Существенным различием в биохимической активности является способность непатогенных видов сбрасывать молочный сахар (лактозу), в то время как все патогенные виды неспособны к этому.

Сальмонеллы представлены множеством видов, различающихся патогенностью, биохимическими и другими свойствами; некоторые из них, например тифозная палочка, вызывают заболевания только человека, другие — и человека, и животных.

Токсикоинфекции, вызываемые патогенными сальмонеллами, носят название сальмонеллезов.

Все возбудители имеют форму палочек с закругленными концами. Они подвижны, спор не образуют, являются факультативными анаэробами. Оптимальная температура их роста 37°C; при температуре ниже 5 °C не растут, оптимальная реакция среды слабощелочная. Нагревание до 60 °C выдерживают в течение часа, до 75 °C — в течение 10 мин, при кипячении погибают моментально. При наличии в продуктах поваренной соли более 8 % их развитие значительно замедляется, а при 12-15 % — прекращается совсем. Однако жизнеспособность они могут сохранять даже в насыщенных солью мясных рассолах до 4 мес. В соленом и копченом мясе погибают через 2-3 мес.

Природным источником патогенных сальмонелл являются животные: крупный и мелкий рогатый скот, свиньи, лошади, собаки и различные грызуны. Часто сальмонеллы встречаются у уток, гусей, кур, голубей. У животных они вызывают различные заболевания: паратиф телят, свиней, тиф поросят, кур и др. У многих животных (у крупного рогатого скота, свиней, мышей и крыс) встречается так называемое здоровое бактерионосительство сальмонелл, что представляет большую опасность для людей.

Заболевание чаще распространяется через инфицированное мясо, мясные продукты, птицу, яйца и продукты их переработки, реже через молоко. Известны случаи заболевания сальмонеллезом при употреблении рыбных товаров, устриц, ягод, фруктов и овощей.

Загрязнение пищевых товаров сальмонеллами возникает разными путями. Молоко может быть инфицировано еще в вымени больного животного, во время дойки и обработки; бактерии могут также попадать в молоко с кухонного инвентаря, одежды и рук доярок. Источником могут служить яйца, особенно водоплавающей птицы, инфицируемые во время снесения. Вместе с яичной массой возбудители попадают в кремы, кондитерские изделия. Заносить сальмонеллы на пищевые товары могут также крысы, мыши, мухи. Наибольшую опасность представляют, а следовательно, требуют наибольшего внимания при производстве и хранении продукты питания и блюда, не подвергающиеся перед использованием вторичной обработке. Размножение возбудителей на продуктах может происходить при неправильном их хранении в неохлаждаемых местах.

При обсеменении сальмонеллами пищевых продуктов их органолептические показатели (вкус, запах, цвет) не изменяются. Обнаружить наличие бактерий на товарах можно только бактериологическим анализом.

Инкубационный период заболевания — несколько часов. У больных появляются рвота, тошнота, понос, общая слабость, расстройство сердечно-сосудистой системы, резкие боли в животе. В тяжелых случаях вследствие непрекращающейся рвоты и поноса возникает резкое обезвоживание организма. Заболевание продолжается от 1 до 6 дней и обычно заканчивается выздоровлением. Болезненное состояние возникает под действием токсинов, освобождающихся в кишечнике человека в связи с отмиранием массы клеток возбудителей, попадающих в организм вместе с пищевыми продуктами, а не в результате накопления токсинов в товарах.

Профилактика сальмонеллезов заключается в поддержании правильного санитарного режима на предприятиях торговли и общественного питания, соблюдении личной гигиены работниками, организации хранения товаров с применением холода, строгом соблюдении сроков их хранения. Важную роль в предупреждении сальмонеллезов играют правильная кулинарная обработка пищи и своевременная раздача ее в горячем виде. Должна быть исключена возможность контакта готовых блюд с необработанными продуктами (через разделочные столы, доски, посуду).

Среди токсикоинфекций имеются такие, которые называются условно-патогенными микроорганизмами. К ним относятся некоторые постоянные представители микрофлоры желудочно-кишечного тракта, которые при попадании на пищевые продукты и обильном размножении в них способны вызывать пищевые заболевания, протекающие по типу токсикоинфекций. Среди таких бактерий наиболее частыми возбудителями заболеваний являются представители группы протей, кишечной палочки перфрингенс.

Бактерии группы протей представляют собой бесспорные, подвижные, мелкие палочки. Оптимальная температура их развития 25-37 °С. Характерным признаком этой группы является разлитой рост на агаровых питательных средах (роение колоний).

Палочки протей обладают способностью лишь в слабой степени разрушать белки. Попадая на пищевые продукты, которые подвергались кулинарной обработке и на которых нет других гнилостных микроорганизмов, протей даже при массовом размножении не оказывает заметного влияния на их вкус, запах и другие органолептические свойства. Употребление таких продуктов вызывает заболевание, протекающее по типу сальмонеллезных токсикоинфекций, но менее тяжелое и имеющее более короткий инкубационный период.

Кишечная палочка — микроорганизм, являющийся основным постоянным обитателем желудочно-кишечного тракта человека и животных. Форма палочки несколько округлая, спор не образует, подвижна, неприхотлива к питательным средам и является условным анаэробом. Оптимальная температура ее развития 37 °С, но может расти и при 44-46 °С. Устойчива к внешней среде. В воде и почве выживает до нескольких месяцев. В связи с этим почва и вода всегда в той или иной мере оказываются загрязненными кишечной палочкой. К действию высоких температур неустойчива: при нагревании до 60°С погибает в течение 10-15 мин.

В организме человека кишечная палочка в целом играет положительную роль — в процессе жизнедеятельности она образует витамины группы В, проявляет антагонистические свойства по отношению к тифозным и дизентерийным бактериям. При ухудшении общего состояния организма человека могут проявляться патогенные свойства кишечной палочки. Проникая в верхние отделы тонкого кишечника, она вызывает тяжелые заболевания — различные воспалительные процессы, иногда и сепсис.

Кроме условно-патогенных видов кишечной палочки встречаются виды со свойствами типичных патогенных микроорганизмов. Они являются причиной кишечных заболеваний детей — колиэнтеритов. Известны также патогенные разновидности кишечной палочки, способные вызывать пищевые токсикоинфекции. Заболевания возникают, как правило, при употреблении готовых кулинарных изделий (мясных, рыбных, салатов, винегретов, а также молока и молочных продуктов) через 5-8 ч после употребления зараженной пищи. У больных появляются тошнота, рвота, боли в животе, понос, повышается температура. Выздоровление наступает через 2-3 дня.

Основным источником загрязнения пищи кишечной палочкой является человек. Соблюдение правил личной гигиены — основное условие предупреждения пищевых токсикоинфекций, вызываемых кишечной палочкой. Пищевые продукты часто бывают обсеменены кишечной палочкой еще до поступления на предприятия торговли и общественного питания, поэтому необходимо поддерживать соответствующую температуру при хранении и тщательно проводить их тепловую обработку.

Наличие кишечной палочки является показателем санитарного состояния исследуемых объектов (продуктов, инвентаря и др.). Непосредственное обнаружение возбудителей кишечных заболеваний на пищевых продуктах затруднено, и на практике его проводят редко, а о санитарном состоянии продуктов и возможном присутствии болезнетворных микроорганизмов судят по наличию на них фекальных загрязнений. Кишечная палочка из желудочно-кишечного тракта постоянно попадает во внешнюю среду, поэтому присутствие ее в воде, почве, на пищевых продуктах может служить показателем их фекального загрязнения.

Вместе с кишечной палочкой во внешнюю среду от больных людей и животных или бактерионосителей могут попадать возбудители брюшного тифа, дизентерии, холеры и других заболеваний. Для оценки санитарного состояния воды и пищевых продуктов в них определяется коли-титр, т. е. наименьшее количество исследуемого материала, в котором удастся обнаружить

хотя бы одну кишечную палочку. Чем меньше титр, тем выше загрязненность товара кишечной палочкой, тем хуже его санитарное состояние, тем больше оснований опасаться, что на нем могут быть и болезнетворные микроорганизмы.

Иногда вычисляют коли-индекс, т. е. число клеток кишечной палочки, находящейся в том или ином количестве (объеме) материала. Например, если коли-титр равен 1/100 г (мл), то коли-индекс — 100. Это свидетельствует о содержании в 1 г материала не менее 100 клеток бактерий кишечной, группы.

На питьевую воду, молоко и некоторые мясные товары стандартами предусмотрены предельные показатели коли-титра.

Заболевания, вызываемые клостридиями группы перфрингенс, имеют особое значение. В связи с участвовавшими в последние годы случаями идентификации перфрингенс в качестве возбудителей пищевых токсикоинфекций изучение этих микроорганизмов представляет определенный интерес для специалистов торговли и общественного питания.

Из шести типов перфрингенс пищевые заболевания у людей чаще всего вызывает тип А. Бациллы перфрингенс являются неподвижными, спорообразующими палочками, окрашивающимися по методу Грама, факультативными анаэробами. Оптимальная температура развития 37-45 °С, наибольшее токсикообразование наблюдается при 37 °С. Вырабатывают два вида токсинов — некротический и гемолитический, а также протоксин, способный переходить в активный, действующий токсин лишь под влиянием протеолитических ферментов желудочно-кишечного тракта.

Возбудители заболевания встречаются в воде, почвах, в сырых колбасах, на битой птице, в специях, приправах. Клостридии группы перфрингенс известны также как возбудители раневых инфекций, в частности газовой гангрены. Находятся в числе постоянных обитателей кишечника людей и животных. Разными путями попадая на пищевые товары, при благоприятных условиях размножаются. Стойки к внешним воздействиям, однако вегетативные клетки почти полностью погибают при обжарке и варке колбас. В процессе хранения при температуре 4-6°-С и ниже постепенно происходит их полное отмирание. При более высокой температуре могут происходить их интенсивное размножение и токсинообразование. Органолептические изменения в мясе, фарше, ливерных и других колбасах, консервах, хранящихся при низкой температуре, даже при значительном обсеменении возбудителем, незаметны или же недостаточно специфичны.

Заболевание сопровождается желудочными болями, тошнотой, рвотой, общей слабостью. В некоторых случаях кончается смертью. Возникает после употребления мясных готовых блюд, продуктов растительного происхождения и других, обильно обсемененных бациллами типа А, реже С и F.

Меры профилактики сводятся к строгому соблюдению правил приготовления и хранения пищи, что исключает массовое размножение бацилл перфрингенс.

В профилактике кишечных заболеваний, кроме указанных ранее мер, большое значение имеет контроль за общей обсемененностью продуктов бактериями. Чем она выше, тем вероятнее присутствие опасных для человека микроорганизмов. Поэтому на общую обсемененность обследуют товары и готовые блюда, столовые приборы, спецодежду и руки работников, непосредственно соприкасающихся с продуктами в процессе реализации и раздачи пищи на предприятиях общественного питания.

Микробиология мяса и мясных продуктов

Микробиология мяса. В крови, мышцах здоровых животных, как правило, микроорганизмы отсутствуют. Значительное же содержание микробов в мясе и мясопродуктах объясняется загрязнением их при обработке. Внутри мышц, в крови обнаруживаются микробы лишь у больных и ослабленных животных, организм которых не в силах препятствовать проникновению микрофлоры через стенки кишечника. В процессе первичной переработки скота микробы с шерстного покрова, со шкуры, из кишечника, с орудий убоя и обработки, с оборудования попадают на поверхность туши. Через лимфатические и кровеносные сосуды при обескровливании туш на подвесных путях микробы могут проникать с воздухом внутрь.

После первичной обработки туши могут содержать от десятков до, сотен тысяч микробов на 1 см² поверхности.

В процессе перевозки и торгового разуба туши обсемененность еще более увеличивается. При накоплении большого количества микробов на поверхности мяса они вдоль кровеносных и лимфатических сосудов, костей, сухожилий распространяются во внутренние слои. Скорость проникновения тем меньше, чем ниже температура хранения, чем выше упитанность, туш или чем большая поверхность покрыта жиром. Например, при 0°C развитие микробов и их проникновение внутрь происходят медленнее, чем при 5°C; мясо от упитанных животных того же вида портится позже, чем мясо от тощих, говядина портится медленнее свинины.

Особенно важна, корочка подсыхания — пленка, образующаяся на поверхности мяса при хранении. Не будучи нарушенной, она задерживает проникновение микробов внутрь.

Даже у мяса, издающего запах порчи, бактерии обнаруживаются лишь до глубины 1 см. Если же во внутренних слоях оказывается много микробов, о чем можно узнать, микроскопируя на предметном стекле отпечаток со стерильно полученного среза, то мясо следует считать несвежим. Чаще всего порча мяса как продукта белкового состава протекает в форме аэробного или анаэробного гниения.

Помимо ранее описанных возбудителей гниения, в порче мяса могут принимать участие кишечная палочка, бактерия протидиозум и др. Последняя приводит к образованию необычайно ярких красных пятен на мясе и других продуктах.

Различные сардины образуют на мясе желтые пятна, другие микробы могут придавать ему синюю окраску (синегнойная палочка) или зеленоватую (бактерия флюоресценс и т. п.).

Некоторые микробы могут вызывать ослизнение мяса с поверхности. Этот порок возникает на остывшем и охлажденном мясе, а также при хранении в условиях высокой влажности окружающего воздуха. Ослизнение становится заметным при содержании 5-10 млн. клеток на 1 см² поверхности. Ослизнение не затрагивает глубокие слои мяса и мало влияет на его пищевую ценность, однако существенно ухудшает товарный вид. Мясо становится липким, меняется его цвет. Такое мясо реализации через магазины не подлежит.

Помимо бактерий, на мясе могут развиваться всевозможные плесневые грибы. Являясь аэробами, они поражают только поверхностные слои. Потребляя кислые соединения, они повышают рН мяса, подготавливая его, таким образом для развития впоследствии гнилостных бактерий.

Плесневые грибы очень устойчивы к низким температурам и могут развиваться на мясе даже при -8°C. Это обстоятельство является одной из причин, требующих хранения мороженого мяса при более низких температурах.

Микробиология мясного фарша. Обычно микрофлора фарша значительно обильнее, чем микрофлора целого куска мяса. Это объясняется тем, что при превращении мяса в колбасный фарш происходит равномерное распределение микробов в большом количестве находившихся на поверхности мяса, во всей массе фарша. Часть микрофлоры попадает в мясо с мясорубки и другого оборудования. Это, а также наличие в фарше воздуха, доступность раздробленных клеток мышечной ткани воздействию микробов ведут к быстрому размножению их. Порча становится ощутимой при содержании 5-10 млн. в 1 г клеток бактерий.

Хранят фарш непродолжительное время и только на холоде.

Микробиология колбас. Колбасный фарш, являющийся основой для приготовления колбас, очень сильно обсеменен микрофлорой. Его обсемененность по сравнению с мясным фаршем может быть более высокой, так как часто готовится он из мяса, хранившегося продолжительное время. Значительное количество микроорганизмов, особенно споровых, попадает в него со специями. По литературным данным, в 1 г приготовленного колбасного фарша может содержаться до 90 млн. клеток микроорганизмов. Термическая обработка колбас хотя и вызывает гибель большинства микробов, но всех не уничтожает. Некоторое число жизнеспособных бактерий остается внутри колбасных батонов. Например, в готовых сосисках Московского мясокомбината им. А. И. Микояна сразу после производства содержалось от 3,4 до 12 тыс. бактерий. В центральной части батона микроорганизмов обнаруживается обычно еще больше — от 4,5 до 20 тыс. в 1 г. Основная часть бактерий внутренней части колбас представлена споровыми формами, стойкими к нагреву.

При хранении и реализации колбас общее количество микробов в них постепенно возрастает. Увеличивается в первую очередь обсемененность поверхности за счет попадания микроорганизмов из внешней среды (вторичное обсеменение). Эта часть микрофлоры колбасных изделий гораздо более активна, разнообразна по составу. Не испытав повреждающего действия нагрева, она способна быстро размножаться. Этим и объясняется развитие процесса микробиологической порчи колбас не изнутри, а с поверхности.

Из колбасных товаров наименее стойки при хранении изделия группы вареных, ливерных колбас, а также зельцы, студни. В первую очередь это относится к изделиям низших сортов, имеющих повышенную влажность, в рецептуру которых входит сильно обсемененное микрофлорой сырье (мясная обрезь, субпродукты, мука и др.). Копченые и полукопченые колбасы более стойки в хранении в связи с меньшей обсемененностью сырья, меньшей влажностью, большей соленостью, содержанием дымовых веществ.

Микробиология битой птицы. Сохраняющийся кожный покров несколько защищает мышечную ткань битой птицы от загрязнения микроорганизмами из внешней среды. Однако на самом кожном покрове обсемененность достигает значительной величины, особенно при повышенной относительной влажности воздуха, когда микрофлора активно размножается. Общая обсемененность птицы может быть очень значительной — множество микробов сохраняется в ротовой полости, во внутренних органах (особенно у полупотрошенной птицы). При удалении кишечника на тушки могут попадать микроорганизмы из желудочно-кишечного тракта. Предубойное голодание птицы, облегчающее технологию переработки, приводит к общему ослаблению ее организма, что может явиться причиной проникновения сальмонелл и других микробов из желудочно-кишечного тракта во внутренние органы и ткани. В целом мясо птицы в этом отношении представляет большую санитарную опасность, чем мясо теплокровных животных.

Микробиология яиц и яичных продуктов

Микробиология яиц. Поверхность яиц еще при снесении обсеменяется различными микроорганизмами. Содержимое же свежеснесенных яиц, полученных от здоровой птицы, как правило, свободно от микроорганизмов. Стерильными яйца остаются довольно долго и во время хранения. Это можно объяснить тем, что яйцо представляет собой живую зародышевую клетку (гигантских размеров), обладающую естественным иммунитетом, а также тем, что скорлупа яиц, пленка из высохшей слизи на ней и подскорлупные оболочки препятствуют проникновению микробов.

Из яйца в процессе дыхания через скорлупу выделяется углекислый газ. В связи с этим внутрь яиц устремляется воздух, вместе с которым могут попадать и микробы. Одновременно идет усыхание содержимого яйца. Проникновение микрофлоры усиливается при нарушении целостности защитных пленок и самой скорлупы. Однако большинство микроорганизмов гибнет под влиянием лизоцима (иммунного вещества, содержащегося в яйце). При продолжительном хранении постепенно нарушается целостность оболочек, снижается активность защитных (иммунных) факторов и яйцо может подвергнуться микробиологической порче. Для защиты яиц от влияния микрофлоры следует создавать условия, замедляющие естественные биохимические изменения в них и сберегающие, таким образом, защитные силы. Для этого следует применять холод. При хранении яиц во влажной атмосфере происходит увлажнение скорлупы. На ней поселяются плесневые грибы, дрожжи, бактерии. Надскорлупная оболочка разрушается микробами и постепенно через поры скорлупы они проникают внутрь.

Основным процессом при бактериологической порче яиц является гниение. Микробы, попавшие в яйцо, развиваются около места внедрения и образуют скопления колоний, имеющих вид темных пятен, которые овоскопом легко обнаруживаются. Ими сбраживаются сахара, гидролизуются жиры. Наличие пятен или мутности в яйце является признаком гнилой порчи.

Возбудителями порчи яиц чаще всего являются кишечная палочка, протей, стафилококки, плесневые грибы (аспергиллус, пенициллиум и др.). Нередко порча яиц сопровождается настолько обильным выделением дурнопахнущих газообразных продуктов (сероводорода, аммиака), что они

взрывают скорлупу яйца и вытекающая масса загрязняет опасной микрофлорой другие, рядом лежащие яйца.

В испражнениях больных и переболевших птиц, особенно водоплавающих, могут содержаться сальмонеллы. Лизоцим яичного белка оказывает слабое действие на бактерии паратифозной группы, и поэтому они могут размножаться, не вызывая видимых изменений.

Микробиология яичных продуктов. Продукты переработки куриных яиц (меланж, яичный порошок) также содержат в себе микрофлору, способную при благоприятных условиях развиваться.

Меланж является нестойким к действию микроорганизмов продуктом. Для предупреждения порчи хранить его можно только в замороженном виде. Размороженный меланж после вскрытия банок можно хранить не более 2-3 ч. В нем нормируется обсемененность микробами, т. е. титр кишечной палочки должен быть не менее 10^6 ; не должно содержаться патогенных микробов.

Яичный порошок содержит до нескольких сотен тысяч микробов в 1 г. При увлажнении или хранении его в разведенном виде эта микрофлора быстро вызывает порчу. В яичном порошке длительное время могут сохраняться сальмонеллы, кишечная палочка и протей. Поэтому при термической обработке изделий из яичного порошка следует прогревать их до высокой температуры.

Микробиология рыбы, рыбных продуктов и моллюсков

Микробиология рыбы. Несмотря на большое сходство в химическом составе с мясом, рыба и рыбные продукты еще менее стойки к воздействию микробов.

Объясняется это более высокой степенью обсеменения рыбы, спецификой микрофлоры, в значительной части являющейся холодолюбивой. Попадая в условия более высокой температуры после вылова рыбы, эта микрофлора чрезвычайно быстро развивается. Рыба чаще сохраняется целиком. Поверхность ее покрыта слоем слизи, служащей для множества находящихся в ней микробов хорошей питательной средой. С другой стороны, громадное количество микробов находится в кишечнике рыбы, в большинстве случаев не удаляемом. Оттуда после гибели рыбы микробы легко попадают в ткани. Поэтому порча рыбы может происходить одновременно с поверхности и изнутри.

Очень быстро развиваются микробы, находящиеся в жабрах. Имеет значение и то обстоятельство, что выявление больных экземпляров рыб в улове и их удаление затруднены. Такие экземпляры могут создавать очаги порчи при хранении массы рыбы. Обильно обсеменяется рыба различной микрофлорой и при разделке, переработке и хранении.

В состав микрофлоры рыбы чаще всего входят микрококки, сардины, споровые и бесспоровые палочки, в том числе и гнилостные. В кишечнике рыбы, особенно выловленной в бассейне Каспийского моря, нередко встречаются палочки ботулинуса. Товары из такой рыбы могут являться причиной тяжелого отравления — ботулизма.

В результате действия протеолитических ферментов микробов на белки рыб образуются аммиак, три-метиламины, сероводород, индол и ряд других неприятно пахнущих веществ. Порча рыбы идет тем быстрее, чем выше температура.

О свежести рыбы можно судить по цвету жабр, запаху, издаваемому ими, по консистенции рыбы — при порче она становится дряблой в связи с разрушением основного белка соединительной ткани — коллагена, очень неустойчивого у рыб. В отличие от свежей и охлажденной рыбы в мороженой микробиологические процессы совсем не происходят или идут крайне замедленно. На поверхности мороженой рыбы при длительном хранении может наблюдаться развитие плесневых грибов в виде единичных точечных колоний. Сильное же развитие их делает рыбу непригодной к потреблению.

Рыба вяленая, копченая является высокопитательным продуктом. При ее выработке значительная часть микрофлоры погибает или переходит в пассивное состояние. Однако жизнедеятельность бацилл ботулинуса в случаях, когда они находятся в рыбе, и выработка ими токсинов не прекращаются. Чтобы избежать развития этих опасных микроорганизмов, крупную рыбу после вылова немедленно следует потрошить и охлаждать или замораживать. Очень важным является правильное удаление кишечника, исключая попадание возбудителя ботулизма в ткани рыбы.

Микробиология рыбных продуктов. Изъятая с соблюдением правил асептики икра рыб, как правило, стерильна. Обсеменяется она разнообразными микробами в процессе технологической обработки. Гнилостные микроорганизмы вызывают ослабление оболочек икринок и их разрушение. Вытекающая плазма, являясь высокопитательной, доступной средой, создает условия для еще более энергичного развития микроорганизмов. Те концентрации соли, которые применяются при обработке икры, оказывают недостаточное бактериостатическое действие. Для усиления действия поваренной соли в икру вводят антисептики (до 0,3% буры или до 0,1% уротропина). Состав микрофлоры пастеризованной икры намного беднее. В 1 г ее обычно обнаруживаются всего лишь сотни клеток, преимущественно споровых палочек, кокков.

Микробиология моллюсков. Микрофлора их формируется за счет попадания микробов из морской воды и ила, с рук и оборудования, из кишечника самих моллюсков при переработке. Особенно сильное обсеменение микроорганизмами моллюсков наблюдается при их промывке грязной водой, при загрузке и выгрузке с нарушением санитарных правил и сроков. Моллюски в связи с большим содержанием воды и значительным количеством легкогидролизуемых сложных белков еще более уязвимы для гнилостных микроорганизмов, чем рыба.

Имеются сведения, что устрицы могут быть распространителями возбудителей брюшного тифа, длительно сохраняющихся в их организме. Известно возникновение пищевых отравлений микробной природы в связи с употреблением моллюсков. Отмечаются они обычно в тех районах, где моллюски употребляют в пищу в не переработанном или сыром виде.

Микробиология стерилизованных баночных консервов

Тепловая стерилизация вызывает гибель всех микробов, находящихся в продукте. Герметичная закатка банок исключает проникновение микробов внутрь при хранении.

Однако известно, что и в стерилизованных консервах обнаруживаются жизнеспособные микробы. Объясняется это тем, что среди множества микробов, в расчете на термическую устойчивость которых устанавливается режим стерилизации, попадаются отдельные с более высокой устойчивостью. Они выживают, составляя остаточную микрофлору консервов. Чаще всего в состав ее входят споры картофельной и сенной палочек, масляно-кислых бактерий, в том числе иногда споры ботулинуса.

Обнаружение бесспорных микробов, кокковых, кишечной палочки и других свидетельствует о неправильном режиме тепловой обработки, о низком качестве консервов. В недостаточно простерилизованных консервах обнаруживаются гетероферментативные молочно-кислые бактерии, стрептококки, дрожжи.

Установлено, что чем выше степень обсеменения сырья, тем большее число микробов выдерживает стерилизацию, тем хуже поведение таких консервов при хранении.

При больших размерах банок, наличии большого количества жира или крупных кусков продукта в банке остаточная микрофлора обильнее. Кислая среда консервов, наоборот, способствует гибели бактерий во время стерилизации. Это учитывается при установлении времени и температуры стерилизации.

Так, мясные консервы стерилизуют при 120 °С, а фруктовые и овощные — при температуре 100-105 °С.

Большинство микробов в консервной банке не развивается и порчу не вызывает, так как они угнетены действием высокой температуры, отсутствием воздуха, а в отдельных случаях еще и кислой реакцией содержимого.

Однако некоторые из них постепенно приспосабливаются и начинают проявлять жизнедеятельность. Чаще всего это споровые анаэробы. Образующиеся углекислый газ, сероводород и водород вздувают банку. Такая порча носит название биологический бомбаж. Бомбажные консервы не употребляют, так как они могут служить причиной тяжелых отравлений (при развитии ботулинуса или бацилл группы перфрингенс).

Иногда возникает порча консервов в связи с так называемым плоским скисанием. Этот порок консервов возникает при развитии остаточной анаэробной (споровой) микрофлоры, сбразивающей

углеводы без образования газообразных продуктов. Поэтому внешние изменения (вздутие банок) отсутствуют, но при вскрытии продукт оказывается испорченным — имеет кисло-гнилостный запах, разжиженную консистенцию. Плоскому скисанию подвергаются консервы со слабокислым содержанием — горошек, продукты детского питания, мясные и колбасные консервы. Повышение общего санитарно-гигиенического режима переработки, использование высоких температур при стерилизации высококачественного сырья предупреждают порчу консервов при хранении.

Микробиология молока и молочных продуктов

Микробиология молока. Микробы попадают в молоко уже в момент выдаивания. Происхождение микрофлоры молока очень разнообразно. Некоторые микробы обитают в каналах сосков вымени и поэтому всегда находятся в выдоенном молоке. Кроме того, в молоко попадает множество микробов с поверхности вымени, шерсти животных, с рук доильщиков, с унавоженной подстилки, инвентаря и т. д., микробы могут заноситься в молоко мухами. За счет этих источников количество микробов в 1 мл после доения увеличивается с нескольких тысяч до десятков и сотен тысяч после обработки — фильтрации, охлаждения и разлива. В результате формируется очень богатая по составу микрофлора. Быстрое охлаждение является обязательной операцией, в противном случае в неохлажденном молоке развитие микрофлоры происходит быстро. Этому способствует благоприятный химический состав молока. В неохлажденном молоке за 24 ч численность микрофлоры увеличивается в 2-3 раза. При охлаждении до 3-8 °С наблюдается обратная картина — уменьшение количества микроорганизмов, происходящее под влиянием бактерицидных веществ, содержащихся в свежесвыдоенном молоке. Период задержки развития микробов или их отмирания в молоке (бактерицидная фаза) тем продолжительнее, чем ниже температура хранящегося молока, чем меньше в нем микробов. Обычно эта фаза длится от 2 до 40 ч.

В дальнейшем наступает быстрое развитие всех микробов. Однако молочно-кислые бактерии, если они до этого находились даже в меньшинстве, постепенно становятся преобладающими. Это объясняется тем, что они используют молочный сахар, недоступный большинству прочих, микроорганизмов, а также тем, что молочная кислота и выделяемые некоторыми из них вещества — антибиотики (низин) угнетают развитие всех остальных микробов. Постепенно под влиянием накопившейся молочной кислоты прекращается размножение и молочно-кислых бактерий. В молоке, подвергшемся сквашиванию, создаются условия для развития плесневых грибов.

Активнее всего развиваются оидиум, пенициллиум и различные дрожжи. Потребляя кислоты, опресняя этим продукты, плесневые грибы создают возможность вторичного заселения объекта гнилостными бактериями. В конечном счете происходит полная гнилостная порча молока.

В пастеризованном молоке, кратковременно нагретом до 63-90 °С, последовательность смены микрофлоры резко меняется. Почти все молочно-кислые бактерии погибают, и полностью разрушаются бактерицидные вещества молока. В то же время сохраняются термостойкие и споровые формы микроорганизмов. Поэтому через некоторое время в таком молоке может начаться бурное размножение сохранившейся разнообразной микрофлоры. Отсутствие бактерицидных веществ, малочисленность или полное отсутствие молочно-кислых бактерий делают молоко «беззащитным». В этих условиях скисание, молока может не произойти, но даже незначительное обсеменение гнилостными или болезнетворными бактериями приводит его к порче, делает опасным для употребления. В этой связи ясно, почему при торговле пастеризованным молоком необходимо особенно строго выполнять санитарно-гигиенические требования и соблюдать температурные режимы хранения.

В последние годы в реализацию поступает много стерилизованного молока. При стерилизации полностью уничтожается микрофлора и молоку придается высокая стойкость при хранении. Для приготовления стерилизованного молока используют малообсемененное, абсолютно свежее, предварительно гомогенизированное сырое молоко. Однократная стерилизация его проводится при 140°С в течение нескольких секунд. Поэтому в молоке сохраняются все биологические свойства, мало разрушаются даже витамины — С, В1, В6, В12.

При использовании молока низкого качества могут сохраняться споры сенной и картофельной палочек, бациллы цереус и др. Они способны вызывать порчу стерилизованного молока, разлагая в нем белки.

Помимо рассмотренной выше нормальной микрофлоры молока, следует учитывать возможность формирования в нем микрофлоры необычной, т. е. аномальной. К ней относят возбудителей различных инфекций — брюшного тифа, дизентерии, бруцеллеза и др., а также микробов, вызывающих появление в молоке горького, соленого, мылистого вкуса, синего или красноватого цвета и др.

Микробиология молочных продуктов. Сгущенное молоко представляет собой стойкий продукт. В процессе нагрева и стерилизации упакованного в банки молока в нем отмирает большинство микроорганизмов. Жизнеспособность сохраняют только некоторые споровые.

Микробиологическая порча чаще всего возникает при использовании непригодного, т. е. сильно обсемененного микробами, сырья. Развитие споровых бактерий и реже термофильных грибов приводит к забраживанию и гнилостным процессам в сгущенном молоке.

Менее жесткие требования по обсемененности микрофлорой и кислотности предъявляются к сырому молоку, используемому для выработки сгущенного молока с сахаром. Действие второго консервирующего фактора — высокого осмотического давления, создаваемого сахаром, препятствует прорастанию к развитию спор. Такое молоко микробиологической порче подвергается редко.

Сухое молоко имеет более обильную микрофлору, чем сгущенное. Это объясняется кратковременностью нагрева и невысокой температурой при сушке. В молочном порошке сохраняются все виды споровых микроорганизмов, термоустойчивые неспоровые виды микрококков, стрептококков, некоторые молочно-кислые бактерии, споры плесневых грибов. Эта нормальная микрофлора может вызывать порчу — прокисание, плесневение и т. д. — лишь при значительном увлажнении сухого молока.

Обнаружение в сухом молоке нетермостойких форм — кишечной палочки и патогенных стрептококков — может свидетельствовать об использовании низкокачественного сырья, несоблюдении термического режима обработки, нарушении санитарных норм при расфасовке и упаковке.

Микробиология кисло-молочных продуктов. Определяется она в первую очередь составом применяемых заводских заквасок, микрофлорой используемого молока и санитарно-гигиеническим состоянием производственного оборудования — вместимостей для молока, трубопроводов и др.

Для приготовления, кисло-молочных продуктов в пастеризованное охлажденное молоко вносят закваски чистой культуры того или иного вида или смеси чистых культур нескольких видов молочно-кислых бактерий. Для производства кефира и кумыса используют закваски, в составе которых имеются еще и дрожжи.

Применение чистых культур различных возбудителей молочно-кислого брожения обеспечивает получение готовых продуктов высокого качества с определенными стабильными свойствами. Примесь случайной микрофлоры ухудшает качество этих продуктов.

Микрофлора сыров представлена в основном микроорганизмами, принимавшими участие в сквашивании молока и в процессах созревания. Микрофлора, развившаяся из закваски, сохраняется лишь частично, так как значительная ее часть во время продолжительного второго подогрева сырного зерна (до 40-57 °С) гибнет. В 1 г сырного зерна сохраняется до 100 млн. клеток. В дальнейшем при прессовании число их в несколько раз увеличивается. Образование корки на сыре, просолка препятствуют развитию микрофлоры на поверхности. Дальнейшее развитие микробиологических процессов — молочно-кислого и пропионово-кислого брожений — идет при созревании сыров. Развиваются эти анаэробные процессы внутри и постепенно захватывают периферийные части сыра. В зависимости от температуры, влажности, солености, плотности головок, количества остаточного сахара и других факторов преимущественно идет тот или иной процесс, от чего и зависят специфические потребительские достоинства сыров. К концу созревания количество молочно-кислых бактерий снижается и увеличивается число пропионово-кислых.

Вызываемый ими слабый протеолиз белков, накопление различных кислот, образование глазков за счет умеренного углекислого газа формируют вкус, аромат, консистенцию и рисунок сырного теста. У мягких, слизистых сыров в отличие от твердых процесс созревания идет от поверхности внутрь. В созревании участвуют различные аэробные, и условно-анаэробные бактерии и плесневые грибы. Общее количество бактерий в 1 г сыра составляет миллиарды клеток.

В сырах могут оказываться и некоторые споровые микроорганизмы, например масляно-кислые. Обильно выделяя углекислый газ и водород, они могут вызывать образование неправильного рисунка, вспучивание, растрескивание головок сыров, придавать им несвойственный вкус. При хранении сыров в условиях повышенной влажности в местах повреждения корки они могут поражаться плесневыми грибами. Порча постепенно развивается вглубь и сопровождается размягчением сыров, образованием пушистого налета на поверхности, появлением неприятного запаха.

Микробиология жиров

Продукты, содержащие жиры, как правило, содержат ту или иную микрофлору (бактерии, дрожжи, плесневые грибы). В животных жирах и масле коровьем микробы находят достаточно влаги, некоторое количество белковых веществ и углеводов. Очень разнообразна микрофлора сладкосливочного масла. Она представлена десятками и сотнями тысяч гнилостных молочно-кислых, протеолитических, жирорасщепляющих бактерий. В кисло-молочном масле общее количество микроорганизмов еще выше, но в нем преобладают молочно-кислые и ароматообразующие кокки и палочки, попадающие из сквашенных сливок. В некоторых случаях общее количество бактерий в 1 г может достигать миллионов клеток. Эта микрофлора совместно с типичными возбудителями порчи жиров способна вызывать в жирах прогоркание (жирорасщепляющие бактерии), придавать им горький вкус (гнилостные бактерии) и вызывать иные пороки. Жиры с малым содержанием влаги (топленые, растительные) отличаются высокой устойчивостью к воздействию микроорганизмов.

Микробиология зерновых продуктов

Микробиология зерна представлена в основном бактериями и плесневыми грибами. Значительно уступают им в численности дрожжи и актиномицеты. Кроме описанных плесневых грибов — возбудителей болезней злаковых растений и крупяных культур, способных вызывать отравления человека, — фузариумов, спорыньи, головни, заслуживают внимания постоянно встречающиеся, многочисленные представители родов пенициллиум, аспергиллус, альтернария, кладоспорум и др. Попадая из почвы, с пылью и из других источников, споры грибов даже при малой влажности зерна и продуктов его переработки годами сохраняют жизнеспособность. При увлажнении зерна, крупы, муки хотя бы ненамного выше норм, предусмотренных стандартами, плесневые грибы начинают прорастать и активно развиваться, разрушая углеводы, белки, жиры зерновых продуктов. Развитие их приводит к появлению неприятного запаха, вкуса. Зерно становится тусклым, мука и крупы — комковатыми. Более активно эти процессы протекают в продуктах переработки зерна — крупе, муке, так как они в отличие от зерна не защищены оболочками.

Нижним пределом влажности для плесневых грибов является 13% в просе и 14-19% у прочих зерновых культур.

Эпифитная бактериальная микрофлора различных зерновых продуктов обычно более или менее сходна. Представлена она в основном бесспоровой палочкой гербикола. Отличаясь удивительной устойчивостью к высушиванию, она долго сохраняется и на продуктах переработки зерна. В меньшем количестве встречаются молочно-кислые и флюоресцирующие бактерии, микрококки и споровые палочки.

При продолжительном хранении доля споровых микроорганизмов увеличивается. При оптимальных условиях хранения зерна, крупы, муки бактерии существенного влияния на их качество не оказывают. Бактерии гербикола, сенная и картофельная палочки совместно с плесневыми грибами участвуют в процессах самосогревания зерна, а молочно-кислые — при высокой влажности муки могут вызывать ее прокисание.

Общая обсемененность зерна, крупы, муки составляет от десятков тысяч до миллионов клеток в грамме.

Микробиология печеного хлеба и хлебных продуктов. Значение микроорганизмов в производстве печеного хлеба велико. Кроме описанных ранее прессованных дрожжей, часто применяют жидкие, которые готовят из обычных дрожжей, размножая их в самоосахаренной мучной заварке, предварительно заквашенной чистой культурой молочно-кислой бактерии дельбрюка.

Совместно дрожжи и молочно-кислые бактерии обеспечивают пористость хлеба за счет выделения углекислого газа; вкус и аромат — за счет образуемых ими кислот, спирта и других веществ.

В производстве ржаного хлеба существенную роль играют закваски, в состав которых входят чистые культуры некоторых молочно-кислых бактерий (плантарум, бревис, лейконосток) и дрожжи. Молочно-кислые бактерии занимают преобладающее положение и играют основную роль. Они препятствуют развитию всех других бактерий и способствуют жизнедеятельности дрожжей, обеспечивая получение хлеба более высокого качества, чем при самопроизвольном брожении или брожении, вызываемом только дрожжами. Они продуцируют молочную и другие кислоты, а также ароматические продукты, что определяет особые вкус и запах ржаного хлеба.

Кроме этих групп микроорганизмов, в тесто попадают и другие — с мукой, с оборудования, из воздуха. Количество и состав их носят случайный характер. При выпечке, когда температура внутри хлеба поднимается до 95-98 °С, погибает большинство бесспорных микроорганизмов, но споры бактерий и грибные споры остаются. В дальнейшем они могут оказаться в хлебе при транспортировании и продаже, если не соблюдаются санитарно-гигиенические требования.

Готовый печеный хлеб при повышенной влажности и температуре хранения или в случае изготовления его из муки, зараженной некоторыми микроорганизмами, может подвергаться различным видам микробиологической порчи. Так, наиболее распространенными болезнями хлеба являются картофельная и меловая болезни, красный хлеб и плесневение.

Чистые культуры микроорганизмов

В бактериологической работе чаще всего приходится иметь дело с материалами, содержащими множество разнообразных микробов. На поверхности и внутри пищевых продуктов и других объектов всегда содержатся различные микроорганизмы.

Установление состава микрофлоры (микробного населения) продукта и разностороннее изучение свойств микроорганизмов позволяют выявить их возможное влияние на качество продукта в процессе хранения, разработать способы борьбы с микроорганизмами — возбудителями порчи.

Для выявления микроорганизмов, находящихся на изучаемом объекте, определения их систематического положения (семейства, рода, вида) и изучения их свойств необходимо прежде всего получить отдельные виды микробов, т. е. вырастить их в виде так называемых чистых культур.

Чистой культурой считается выращенная масса микроорганизмов, состоящая из клеток, принадлежащих одному виду, являющихся потомством одной клетки.

Микроорганизмы в чистых культурах находят широкое применение в производстве различных пищевых продуктов — сыров, хлеба, вина, кваса, кисломолочных продуктов и т. д. Применение культур микробов с известными свойствами дает возможность эффективнее их использовать — экономичнее перерабатывать сырье, достигать высокого выхода продукции хорошего качества.

Чистые культуры необходимы при производстве медицинских средств борьбы и профилактики болезней — антибиотиков, лечебных сывороток, вакцин.

Владение методами выделения и идентификации чистых культур позволяет обнаруживать в продуктах питания и объектах внешней среды болезнетворные микроорганизмы, идентифицировать различные заболевания, устанавливать качественный состав микрофлоры различных объектов.

Основной задачей при исследовании материала, содержащего смесь микробов, является получение отдельных колоний (скопление микробов одного вида, выросших из одной клетки) по возможности от всех микробов, находящихся в образце исследуемого материала.

Метод выделения чистых культур в плотной питательной среде заключается в механическом разъединении клеток микроорганизмов и изолированном выращивании каждой из них. Сущность его сводится к следующему.

Исследуемый материал вносят в стерильную воду или физиологический раствор (10-100 мл) и в течение 1-2 мин встряхивают.

Как правило, этого достаточно для полного разъединения клеток, так как большинство микроорганизмов являются одноклеточными, а случайные скопления и группы клеток непрочны — возникают за счет слипания или в результате других, чаще механических причин.

Для извлечения микроорганизмов, находящихся в толще материала (колбасы, сыра и др.), в воду целесообразно предварительно растереть образец в стерильных условиях с песком.

Подготовленный материал по 1 г или 1 мл разбавляют в сосудах со стерильной водой в 10, 100, 1000 и т. д. раз. Используют те разведения, в которых концентрация клеток наиболее соответствует возможностям метода.

Для культивирования микроорганизмов используется плотная питательная среда, чаще МПА. Ее предварительно расплавляют, остужают до 45-50 °С и разливают в чашки Петри, в которые были высеяны последовательно убывающие количества исследуемого объекта (те или иные разведения) с находящимися в них микроорганизмами. Далее производится перемешивание жидкой питательной среды с внесенным в нее материалом. В результате при застудневании среды клетки фиксируются, прилипают каждая на определенном месте.

При последующем выращивании посевов в термостате в течение двух суток при 22 °С клетки размножаются, и на пластинках плотной среды в чашках Петри из каждой образуется масса клеток, называемая колонией. Они видны невооруженным глазом или при помощи лупы. Для анализа используют одну из чашек, на которой колонии достаточно крупные и расположены изолированно. Каждая обособленная колония, представляя собой потомство одной клетки, будет чистой культурой того вида бактерий, к которому принадлежала исходная клетка.

Из колоний бактерии пересевают в пробирки с питательной средой, что и является завершающим этапом выделения чистых культур. Так из множества различных бактерий, находящихся на том или ином объекте, удастся изолировать отдельные виды.

При использовании описанного метода часть колоний развивается не на поверхности пластинки агара, а в его толще. Такие колонии имеют необычный вид — точечные, чечевичеобразные и другие, что представляет некоторые неудобства в дальнейшей исследовательской работе.

Этот метод введен в практику бактериологической работы Р. Кохом, поэтому и носит название метода пластинчатых культур Коха. Иначе его называют чашечным методом, или методом истощающего посева.

Завершается работа с чистыми культурами приготовлением и микроскопированием окрашенных препаратов бактерий из 1-2 колоний, предпочтительно из численно преобладающих типов. В препаратах устанавливаются форма клеток, наличие спор, семейства и род.

Методы определения количества микроорганизмов

При микробиологическом изучении количественного состава микрофлоры предполагают, что то малое количество материала, которое обычно используется в анализах, должно обеспечивать достаточно точную микробиологическую характеристику всего объекта. С этой целью отбирается средняя проба.

Отбор проб для анализа, предполагающего микробиологические исследования, ведется в целом по принципу обычного отбора средней пробы. Однако выполняется он стерильно, с соблюдением правил асептики. Весь инвентарь предварительно стерилизуют. Чтобы избежать размножения микрофлоры, анализ проводят сразу после ее отбора. Необходимо учитывать возможность очень неравномерного распределения микрофлоры в пищевых продуктах и других объектах. Так, в отстоявшемся свежем молоке основная масса микроорганизмов сосредоточивается в верхнем слое.

В вареных колбасах, взятых из магазина, следует ожидать большего числа микроорганизмов на оболочке и во внешнем слое и меньшего — в центральной части батона.

При анализе воды, отбираемой из крана, надо учитывать возможность накопления микрофлоры в трубах вблизи крана. Чтобы получить правильные результаты, следует некоторую часть воды слить, а анализу подвергнуть следующие порции.

Для плодов и овощей, у которых микрофлора сосредоточена на поверхности, удобно пользоваться смывами. Плоды помещают в заранее простерилизованный сосуд и в него же вливают определенное количество стерильной воды. После энергичного встряхивания в течение нескольких минут микроорганизмы оказываются смываемыми в воду и она может использоваться для посевов.

При исследовании спецодежды и полотенец, прилавков, котлов и т. д. целесообразно воспользоваться графаретом из проволоки с внутренней площадкой в 25 или 50 см². Графарет стерилизуют в пламени горелки, прикладывают к исследуемой поверхности ограниченную им площадку трехкратно обмывают стерильными ватными тампонами, смоченными в колбе со 100 мл стерильной воды. Обработывают четыре площадки в разных местах объекта, с тем чтобы усреднить конечные результаты исследования. Все 12 тампонов собирают в пустую стерильную колбу и в нее выливают остатки воды, в которой их смывали. После встряхивания и десорбции микрофлоры с тампонов в воду ее подвергают исследованию.

Результаты анализа обычно относят к 1 г вещества, 1 мл жидкости, 100 см² поверхности. Особенности анализа других объектов будут отмечены далее.

При выполнении работы необходимо строго учитывать количество материала, взятого для исследования, готовить разведения в точно отмеренном количестве воды и учитывать степень разведения при окончательном подсчете. Для практического освоения методов микробиологического анализа каждая работающая группа из 2-4 человек должна самостоятельно выполнить посевы из заранее приготовленных образцов (1 г или 1 мл пищевого продукта в колбе со 100 мл воды). Могут быть исследованы воздух, поверхности рабочих столов, прилавка.

Из колбы после тщательного, но осторожного взбалтывания (чтобы не замочить ватную пробку) стерильной бактериологической пипеткой отбирают 1 мл жидкости и вносят в первую чашку Петри. Той же пипеткой еще 1 мл переносят во вторую колбу со 100 мл стерильной воды. После взбалтывания этой колбы для равномерного распределения внесенного материала в воде из нее новой пипеткой отбирают 1 мл жидкости и вносят во вторую чашку Петри и затем второй же пипеткой — 1 мл в третью колбу. Из нее после взбалтывания новой пипеткой отбирают 1 мл и вносят в третью чашку Петри.

Таким приемом получают разведения материала в 100, 10000 и 1 000000 раз. В случае если предполагается меньшее обсеменение материала, то вместо колб можно использовать пробирки с 10 мл стерильной воды. Это позволит получить разведения, отличающиеся концентрацией материала и находившихся в нем микроорганизмов не в 100, а лишь в 10 раз. После разливки материала сразу же необходимо в каждую чашку Петри внести теплый (около 45-50 °С) расплавленный МПА из заранее подготовленных пробирок. Более горячий агар использовать не следует, так как он вызовет гибель части микроорганизмов, что исказит конечные результаты анализа. Агар с меньшей температурой также непригоден, так как быстро застывает.

Внесенная проба смешивается с питательной средой (МПА) осторожным покачиванием и легким вращением закрытой чашки. Все чашки для застывания среды оставляют на горизонтальной поверхности на 2-3 мин. После нанесения этикеток чашки, перевернутые вверх дном, помещают в термостат для выращивания, которое ведут при температуре 37 °С в течение 24 ч или при 22 °С в течение 48 ч.

При определении общего количества микроорганизмов в воздухе удобно воспользоваться методом оседания по Коху (седиментационный метод). Чашки Петри, с мясопептонным агаром или суслон-агаром (последний для учета грибов) оставляют открытыми на 5-10 мин, а если воздух чистый, — в течение получаса. Ставят их на разном расстоянии от пола и в разных местах. Вместе с пылью и капельками влаги на поверхность агара оседают и микробы. По истечении установленного времени чашки закрывают крышками, ставят их вверх дном и выдерживают при температуре 22 °С в течение

5 дней или при 40°C в течение 48 ч (для выращивания грибов — в течение 5-7 дней). Допуская, что каждая колония выросла из одной микробной клетки, подсчитывают число бактерий в воздухе. На поверхность чашки площадью 100 см² в течение 5 мин оседает примерно столько микробов, сколько их содержится в 10 л воздуха.

Пользуясь этим методом, можно получить только приблизительное представление о содержании микробов, в воздухе, так как он не учитывает скорости движения воздуха и других факторов. Если в среднем на одной чашке Петри выросло до 200 колоний, то воздух считается чистым, свыше 200 — загрязненным. Пересчет количества микроорганизмов в исследуемом воздухе, полученного чашечным методом, не рекомендуется производить на количество микроорганизмов, содержащихся в единице объема воздуха, так как данные пересчета могут расходиться с действительным количеством микробов воздуха.

Подобным же образом можно исследовать микрофлору рук. Для этого левую или правую руку (ладони, пальцы, межпальцевые и подногтевые пространства) протирают стерильными ватными тампонами. Полученный смыв высевается на МПА в разведении 1/100 или 1/10000.

Бактериоскопический метод подсчета (метод отпечатков) применяется для оценки свежести мяса, однако может быть использован и для ориентировочной оценки количественного и качественного состава микрофлоры других продуктов — рыбы, полуфабрикатов. Для оценки свежести мяса из пробы готовят три мазка-отпечатка: один — из поверхностного слоя с глубины 1-2 мм, другой — с глубины 2-2,5 см и третий — с глубины 3-3,5 см.

При изготовлении препарата-отпечатка из поверхностного слоя мяса стерильными ножницами вырезают кусочек 0,5-1 г и срезанной стороной прижимают для получения отпечатка и поверхности профламбированного и охлажденного предметного стекла. Чтобы приготовить препарат-отпечаток из глубоких слоев, поверхность мяса сначала прижигают нагретым шпателем, затем стерильным скальпелем производят глубокий разрез, пинцетом раздвигают края, вырезают кусочек мяса и, прижимая к поверхности предметного стекла, делают отпечаток.

Мазки сушат на воздухе, фиксируют в пламени спиртовки, окрашивают по Граму и микроскопируют (можно окрашивать и обычным методом).

Окраска по Граму используется для оценки возможного присутствия, бактерий коли-тифозной группы, все представители которой грамотрицательны.

Просматривают не менее пяти полей зрения. В каждом подсчитывают отдельно кокковые и палочкообразные клетки, а затем вычисляют их среднеарифметическое количество в одном поле зрения.

В соответствии с действующим на мясо ГОСТом результаты испытаний оцениваются следующим образом: мясо свежее, мясо сомнительной свежести и мясо несвежее.

Мясо свежее. В поле зрения в мазках-отпечатках, приготовленных из поверхностного слоя, обнаруживается небольшое количество микробов (единичные кокки и палочки), окрашенных грамположительно. В мазках из глубоких слоев микробы совсем не обнаруживаются или встречаются единичные клетки. На стекле нет следов распавшейся ткани мяса.

Мясо сомнительной свежести. В поле зрения в мазках, приготовленных из поверхностного слоя, обнаруживается несколько десятков микробов: в мазках из глубинных слоев — не более 20-30 бактерий с преобладанием кокковых форм. Заметны следы распада мышечной ткани.

Мясо несвежее. В мазках-отпечатках, приготовленных как из поверхностных, так и из глубинных слоев, почти вся площадь поля зрения покрыта клетками микробов, среди которых преобладают грамотрицательные палочки. В таком мясе кокки почти отсутствуют. В поле зрения в большом количестве обнаруживаются палочки и распавшаяся мышечная ткань.

Микробиология плодов, овощей и продуктов их переработки

Микробиология плодов и овощей. Плоды и овощи обильно обсеменены микробами, попадающими на них из почвы, воды, воздуха, некоторые заносятся еще с семенами при посеве и т. д. Многие из них для растений опасны.

Фрукты и овощи являются живыми организмами и обладают способностью противостоять воздействию микроорганизмов. Иммунитет плодов и овощей определяется некоторыми их свойствами: высокой кислотностью сока мякоти, наличием глюкозидов, эфирных масел, дубильных веществ, фитонцидов и др. Важную роль в защите плодов и овощей играет кожица благодаря особенностям своего строения; в ней сосредоточены все перечисленные выше вещества. В последнее время установлено, что иммунитет плодов и овощей определяется также веществами фенольного характера, образующимися в местах хранения и внедрения возбудителей болезней. Эти вещества, образовавшись в ответ на внедрение одного возбудителя, подавляют и многих других. Поэтому немногие микроорганизмы способны находить здесь условия для развития. Эту немногочисленную группу принято называть эпифитной микрофлорой. К ней относятся обычно обнаруживаемые на плодах, ягодах и овощах дрожжи, уксусно-кислые, молочнокислые и некоторые другие виды бактерий.

В случае же нарушения целостности покрова плодов и овощей для микробов создается доступ к глубинным слоям их тканей. Обычно порча начинается с развития плесневых грибов, так как кислая среда тканевого сока для них благоприятна. Затем в порче могут принять участие и бактерии.

Порчу механически поврежденных плодов может вызывать и обычно безвредная, эпифитная микрофлора. Особенно быстро она происходит при повышенной температуре. У неповрежденных плодов и овощей микробиологическая порча может возникнуть и в результате их полного созревания или перезревания. При перезревании защитные свойства плодов и овощей утрачиваются — оказываются израсходованными на дыхание сахара и органические кислоты, исчезают эфирные масла, дубильные вещества, не происходит пополнения постоянно расходуемых фитонцидов. В таких условиях плоды и овощи поражаются плесневыми грибами и бактериями. Это особенно заметно в весенний период хранения прошлогоднего урожая.

Чтобы продлить сроки хранения плодов и овощей, необходимо создавать режим хранения, замедляющий процессы созревания и старения. Это достигается понижением температуры от $-1,5$ до -5 °С. При низкой температуре значительно затормаживается жизнедеятельность и микробов. Физиологические процессы также идут замедленно, и действие естественных противомикробных сил проявляется продолжительное время.

Кроме плесневых грибов, частыми возбудителями порчи являются и некоторые бактерии. Так, почвенные бактерии группы псевдомонас способны вызывать мокрую гниль картофеля. Клубни при этом заболевании превращаются в мокрую, серую, кашицеобразную, дурнопахнущую массу. Болезнь при хранении передается здоровым клубням. Мерами, ограничивающими вред, наносимый этим заболеванием, являются выборка больных клубней и хранение при пониженных температуре (около 1 °С) и влажности, воздуха.

Мокрая гниль моркови, лука, свеклы, помидоров вызывается рядом бактерий. Овощи размягчаются, приобретают неприятный запах.

Микробиология квашеных (соленых, моченых) овощей и плодов. Микрофлора этих товаров в основном представлена различными молочнокислыми бактериями. В активной фазе брожения количество их в 1 г продукта может достигать 500 млн. В готовых продуктах выживают лишь анаэробные и факультативно-анаэробные, кислотоустойчивые, малочувствительные формы бактерий — плантарум, бревис и некоторые другие. Последние относятся к гетероферментативным. Образуя значительные количества уксусной и молочной кислот, этилового спирта, углекислого газа, эфиров, диацетила, они придают квашеным овощам приятный вкус.

В глубинных слоях квашеных овощей (в дошниках, бочках) при повышенной температуре хранения могут развиваться маслянокислые бактерии, вызывающие размягчение консистенции, придающие тяжелый запах и неприятный вкус. Поверхностные слои могут заселяться дрожжами, плесневыми грибами. В результате рассол опресняется, консистенция размягчается. При обильном развитии в поверхностном слое плесневых грибов создаются благоприятные условия для гнилостных бактерий, вызывающих глубокую порчу.

Основы санитарии

Санитарные требования, предъявляемые к предприятиям торговли и общественного питания, имеют основной своей целью свести к минимуму микробную обсемененность пищевых продуктов, возможность возникновения пищевых заболеваний, а также попадания в продукты питания вредных для здоровья органических и неорганических веществ. Эти требования включают широкий круг правил по устройству оборудования, содержанию предприятий торговли: соблюдению правил кулинарной обработки, перевозки, хранения и реализации пищевой продукции.

Санитарные требования, предъявляемые к продовольственным магазинам

Санитарное состояние магазинов должно соответствовать требованиям.

В этих документах определены требования к содержанию и оборудованию торговых предприятий, размещенных в отдельно стоящих зданиях, в составе торгово-бытовых центров, в первых этажах многоэтажных жилых зданий и других помещениях.

При устройстве магазинов в первых этажах жилых зданий должно предусматриваться обязательное выделение отдельного хозяйственного двора, с тем, чтобы не причинять неудобств жителям, не нарушать эстетику жилого комплекса. Разгрузочные площадки магазина следует устраивать в торцевой части здания, вдали от окон, чтобы шум не мешал жильцам дома.

При организации магазинов в отдельно стоящих зданиях предусматривается участок, удаленный от возможного очага инфекций — свалок, заболоченных мест, предприятий по переработке вторсырья, костей, кожи, скотных дворов и т. д. Хозяйственный двор торгового предприятия должен иметь мусоросборники, помещения для приема посуды и хранения тары, должен быть асфальтирован, иметь сток. Асфальтируются и подъездные пути.

Территория хозяйственного двора должна содержаться в чистоте. Уборка его производится ежедневно, а в летнее время — не менее двух раз в день. Территория, выделенная для магазина, и хозяйственный двор должны быть озеленены.

Водоснабжение, канализация, отопление, вентиляция магазинов. Для снабжения водой магазины, расположенные в городах, подключаются к городской водопроводной сети. В них оборудуют систему внутреннего водопровода. Трубопроводы его не должны пересекаться с трубами канализационной сети. Не допускается устройство внутреннего водопровода, если нет сетей внутренней канализации.

При отсутствии централизованного хозяйственно-питьевого водопровода или невозможности подключения к нему допускается организация снабжения водой из местного источника, на что должно быть получено разрешение органов санитарного надзора.

Во всех случаях вода должна удовлетворять требованиям ГОСТа на воду питьевую. Она должна быть бесцветной, прозрачной; не иметь запахов; жесткость допускается не более 20°, коли-титр — не менее 300 мл для городской воды и не менее 200 мл для воды, поступающей из местного источника водоснабжения.

Магазины обязательно оборудуются канализационной системой, которая подключается к городской сети.

Производственная и фекальная канализации оборудуются отдельно. Запрещено производственную канализацию подключать к стоякам фекальной канализации. Не допускается прокладка открытых труб обоих видов канализации через торговые залы, помещения для хранения товаров, моечные. Трубы в таких случаях должны быть защищены оштукатуренными или иными коробами и не должны иметь ревизий на всем протяжении. Те же требования предъявляются к прокладке канализационных стояков с верхних этажей в жилых зданиях через помещения магазина.

Магазины, расположенные в неканализационной местности, оборудуются местной канализацией со стоком производственных вод в бетонированную яму. Дворовые уборные, мусоросборники, яму для сбора производственных вод размещают на расстоянии не менее 25 м от магазинов. Очистка их производится по мере заполнения не более чем на 2/3 объема. Внутренние части уборных ежедневно дезинфицируются 3-5%-ным осветленным раствором хлорной извести.

В строящихся магазинах предусматривается приточно-вытяжная вентиляция с подогревом воздуха в зимнее время. Отдельно создается приточно-вытяжная вентиляция для камер хранения плодов и овощей.

Отопление может быть центральное и местное. Оно должно обеспечивать в торговых залах температуру 12-15 °С. Нагревательные приборы, батареи, трубопроводы отопительной системы, нагревающиеся свыше 100 °С, должны быть оборудованы защитными решетками.

Освещение существенно влияет на условия труда в магазинах. Как слишком яркое, так и недостаточное, оно приводит к быстрой утомляемости работников.

Торговые залы, производственные и административно-бытовые помещения в дневное время должны обеспечиваться естественным освещением. В торговом зале световой коэффициент (отношение площади окон к площади пола) должен быть не менее 1:8, а в производственно-подсобных помещениях — 1:6.

Искусственное освещение обеспечивается за счет люминесцентных ламп. Для торгового зала оно нормируется 8 Вт на 1 м² площади пола, а в складских помещениях — не менее 6 Вт.

Требования к планировке помещений продовольственного магазина, устройству и содержанию

Размеры площади торговых предприятий устанавливаются исходя из расчета на рабочее место продавца или контролера-кассира в соответствии со штатным расписанием. В магазине предусматриваются торговые помещения — торговый зал и др.; подсобные помещения—для приема, хранения и подготовки товаров к продаже; административные; бытовые; технические (машинное).

При проектировании и строительстве магазинов должны быть исключены встречные потоки покупателей, пересекающиеся потоки перемещения товаров к прилавкам, витринам. На всем пути товародвижения не должны соприкасаться друг с другом несовместимые, имеющие различную микрофлору товары — рыбные и кондитерские, мясо сырое и кулинарные изделия и т. д.

Охлаждаемые камеры должны размещаться общим блоком с единым тамбуром и входом в него. Охлаждаемые камеры нельзя располагать под жилыми помещениями.

Охлаждаемые камеры, торговые помещения и кладовые не следует размещать под уборными.

В магазинах должны быть предусмотрены кладовая для временного хранения тары и хозяйственная кладовая для хранения инвентаря и упаковочных материалов.

В магазинах с пятью и более рабочими местами предусматривается специальная бельевая.

В моечных помещениях, уборных, отделах торговли скоропортящимися товарами и местах подготовки их к продаже, стационарных холодильных камерах стены облицовываются глазурованной плиткой или обрабатываются водостойкими красками на высоту 1,8 м.

Помещения магазина должны содержаться в чистоте и в полном соответствии с санитарными требованиями.

Санитарные требования к оборудованию и инвентарю

Оборудование и инвентарь в продовольственном магазине должны обеспечивать быструю, правильную обработку товаров, способствовать соблюдению правил пищевой гигиены.

Независимо от их конкретного назначения оборудование и инвентарь должны соответствовать общим гигиеническим требованиям. Материалы, из которых они изготовлены, должны быть безвредными, устойчивыми к действию щелочей и кислот. Они должны легко поддаваться мойке, чистке, дезинфекции.

Оборудование и инвентарь должны содержаться в чистоте, так как даже незначительные остатки пищи на них могут привести к массовому развитию микроорганизмов и последующему обсеменению продуктов питания.

Ежедневно после окончания работы инвентарь следует промывать горячим раствором кальцинированной соды (0,5-2%) или другими средствами. Для деревянных предметов можно применять 1 %-ный раствор уксусной кислоты. Металлические части машин во избежание коррозии кислотой не обрабатывают, а ошпаривают кипятком и насухо вытирают.

Оборудование, издающее шум, не следует размещать под жилыми помещениями.

Инвентарь (доски разделочные, ножи и т. д.) должен использоваться, только для обработки определенной продукции. Для этого он маркируется: «К» — для колбас, «С» — для сыра, «РГ» — для рыбной гастрономии и т. д. Инвентарь для уборки прилавков, рабочих мест, витрин, шкафов и полок должен быть маркирован иначе и храниться отдельно от инвентаря для уборки помещений.

Отдельно хранят и специально маркируют инвентарь для уборки туалетов. Для сбора «санитарного брака», т. е. товаров, случайно загрязненных (упавших на пол, раздавленных и т. п.), выделяется закрывающееся ведро или ящик с надписью «санитарный брак».

Санитарные требования к устройству и содержанию складских помещений

Продовольственные базы и склады также должны быть удалены от объектов, которые могут загрязнять пищевые продукты. Склады, размещаемые в жилых зданиях, должны иметь отдельный ход. Требования к приточно-вытяжной вентиляции, освещенности те же, что и в продовольственных магазинах.

Должно быть предусмотрено раздельное строительство холодильных камер (вне общего блока) для хранения рыбы, молочных продуктов, фруктов и др. В камерах для хранения мяса, рыбы полы должны быть влагонепроницаемые.

Все помещения баз и складов должны содержаться в чистоте. Текущая уборка холодильных камер осуществляется ежедневно; генеральная — перед загрузкой новой партии продуктов.

По указаниям органов санитарного надзора помещения баз и складов 2-3 раза в год белят известью, а в случае необходимости отдельные помещения дезинфицируют. Уход за инвентарем и оборудованием осуществляется по тем же правилам, что и в продовольственных магазинах.

Складские помещения на торговых предприятиях могут быть охлаждаемые и неохлаждаемые. В зависимости от специализации они оборудуются стеллажами, кронштейнами, ларями, подвесными линиями, подтоварниками.

Запрещается хранение незатаренных пищевых товаров непосредственно на полу.

Картофель и овощи хранятся в кладовой, в закромах слоем не более 1,5 м или в возвратных контейнерах, квашеная капуста — в бочках, в рассоле, охлажденное мясо — на крючьях, с интервалами между тушами и полутушами, исключая их соприкосновение между собой и со стенами. Мясо мороженое хранят на стеллажах, покрытых водонепроницаемым материалом, мясные субпродукты, рассортированные по видам, — в металлических ящиках, на лотках, птицу мороженую и охлажденную — в ящиках. Ящики устанавливают штабелями с прокладкой между рядами реек для обеспечения циркуляции воздуха.

Категорически запрещается совместное хранение готовых к употреблению товаров и сырых продуктов. Торговый инвентарь для их подготовки и реализации должен быть отдельным. Этим исключается возможность обсеменения готовых к употреблению продуктов разнообразной микрофлорой, находящейся на сырых продуктах и полуфабрикатах, среди которой могут быть гнилостные и в отдельных случаях патогенные формы. В готовых продуктах эта микрофлора очень быстро развивается, вызывая порчу и пищевые заболевания.

В складах для хранения продовольственных товаров должны быть педальные бачки для сбора различных отходов и мусора. Освободившуюся тару немедленно очищают, промывают горячей водой и просушивают. Мойке горячей водой с моющими средствами ежедневно подвергаются тележки, весы.

Санитарно-гигиенические требования к автомобильному транспорту и таре для перевозки продовольственных товаров

Автомобили, фургоны и другие виды транспорта, используемые для перевозки продуктов, должны иметь надпись «Хлеб», «Молоко», «Живая рыба», «Продукты» и т. д. и быть специально оборудованными. Задача транспорта — не только быстро доставить продукты питания к торговым предприятиям, но и исключить вторичное обсеменение продуктов микрофлорой, их порчу в процессе транспортирования.

Каждое транспортное средство, соответствующее санитарным требованиям, должно иметь санитарный паспорт.

Скоропортящиеся товары во избежание порчи завозятся в торговые точки по мере реализации небольшими партиями. Используемый для этого транспорт должен обязательно быть охлаждаемым. Весь транспорт после окончания рабочего дня подвергается очистке (вначале наружной, затем внутренней) от остатков пищевых продуктов, затем мойке мыльным теплым раствором или 1 %-ным раствором кальцинированной соды с последующей промывкой чистой водой.

В соответствии с графиком, согласованным с органами санитарного надзора, транспорт подвергается систематической дезинфекции. Для отдельных видов транспорта используются еще более жесткие режимы санитарной обработки. Например, фургоны для перевозки хлеба ежедневно дезинфицируют 2-3%-ным раствором хлорной извести или 2%-ным раствором хлорамина; для устранения запаха — промывают сначала горячей, затем холодной водой, насухо вытирают и проветривают.

Тара для перевозки продовольственных товаров должна ежедневно промываться и ежемесячно подвергаться дезинфекции. Деревянные ящики изнутри обиваются оцинкованной жстью. Для перевозки продуктов, не подвергающихся тепловой обработке перед использованием, применяют ящики с плотно закрывающимися крышками.

Хлеб перевозят в лотках или контейнерах. Перевозка навалом запрещена. Полуфабрикаты перевозят затаренными, изолируя их от готовой продукции.

Упаковочные материалы (бумага, целлофан, полиэтилен низкого давления — ГОСТ 16337—70 и некоторые другие) используются определенных марок, разрешенных Министерством здравоохранения.

Санитарные требования к приемке продовольственных товаров и условиям их реализации

Продовольственные товары, поступающие в магазины, должны оцениваться по качеству и свежести. Приемке подлежат товары, соответствующие требованиям стандартов. Все товары должны иметь сопроводительные документы. В случае необходимости для оценки состояния и пригодности товаров к реализации привлекаются представители инспекции по качеству¹ и санитарно-эпидемиологической службы. Продажа, недоброкачественных товаров запрещена. Запрещена реализация через торговую сеть яиц водоплавающих птиц, условно-годных товаров, не разрешается продажа яиц в молочно-гастрономических отделах. Не должны поступать в реализацию недоброкачественные плодоовощные товары — их перед отпуском необходимо отсортировать.

Особо скоропортящиеся продукты — вареные колбасы, кулинарные изделия, изделия из крови и субпродуктов, мясные, рыбные, творожные и овощные полуфабрикаты, молоко и др. — отличаются невысокой устойчивостью к действию микроорганизмов. Объясняется это особенностями их химического состава и состояния веществ, большим количеством влаги. Эти товары при обсеменении их случайной или патогенной микрофлорой, развивающейся в них беспрепятственно в отсутствие конкуренции со стороны обычной микрофлоры, которая почти полностью погибает при тепловой обработке в процессе производства, могут представлять повышенную опасность.

При реализации нерасфасованных и скоропортящихся товаров работникам торговли, продавцам для отвешивания, отмеривания, подачи покупателям порций товаров следует пользоваться специальными мерниками, лопаточками, щипцами и т. д., чтобы: уменьшить возможность

обсеменения их микрофлорой. При продаже сметаны и молока в тару покупателя ее нельзя держать над вместимостями с товаром, сливать из тары покупателя продукт обратно в бидоны, баки.

Специфика работы магазинов самообслуживания заключается в том, что торговля производится только фасованными продуктами. Для их подготовки к продаже выделяется относительно большая площадь подсобных и складских помещений, чем в магазинах с традиционными формами продажи. Необходимы специальные помещения для хранения упаковочных материалов, подготовки тары и упаковки. Складские помещения, предназначенные для хранения скоропортящихся фасованных товаров, обязательно снабжаются холодильным оборудованием.

В отделах магазинов, где деньги принимает продавец, реализуют только фасованные товары.

В хлебных отделах должны быть вилки, щипцы для взятия товаров покупателем.

В поддержании санитарных требований в торговле на должном уровне имеет значение правильное оформление сопроводительных товарных документов. Для правильного информирования торговли о свойствах товаров, режимах и сроках их хранения в накладных на скоропортящиеся товары обязательно указываются дата, час их выработки и сроки реализации.

Если свойства продукта таковы, что хранить его необходимо с соблюдением каких-либо особых условий (сухие молочные консервы, презервы, ветчинные и колбасные консервы), то эти условия должны указываться на этикетках и в накладных. Например, «Хранить в сухом прохладном месте», «Хранить при температуре не выше 0 и не ниже -5°C», «Продукт длительному хранению не подлежит» и др.

Личная гигиена работников торговли

Необходимость исключения обсеменения продовольственных товаров патогенной микрофлорой со стороны самих работников торговли, а также эстетические причины требуют соблюдения определенных норм и правил.

Все лица, поступающие на работу на торговые предприятия, должны проходить медицинское обследование на бактерионосительство, глистоносительство, туберкулез. Допуск к работе возможен лишь по предъявлении справки от лечебного учреждения. Обследование проводится по направлению администрации торгового предприятия. В дальнейшем один раз в квартал должны проходить медицинский осмотр работники, связанные с хранением, реализацией продуктов, санитарной обработкой оборудования и инвентаря. Раз в год проводится проверка на туберкулез.

Администрация заводит на каждого работающего личную медицинскую книжку, в которую вносятся все результаты медицинских обследований и отмечаются перенесенные заболевания. В книжке проставляются отметки об обязательных прививках, сдаче санитарного минимума.

Работники, соприкасающиеся с товарами, должны следить за санитарным состоянием рук — по мере загрязнения их мыть, не допускать возникновения гнойничковых заболеваний.

На каждом торговом предприятии должна быть медицинская аптечка. Все работники должны пользоваться санитарной одеждой, которая выдается предприятием. Изготавливается она из белой, легко стирающейся ткани. Пользоваться ею можно только на работе. В санитарной одежде нельзя выходить на улицу, посещать туалет. Менять ее необходимо по мере загрязнения, но не реже чем раз в два дня.

Источником опасной микрофлоры могут быть волосы и верхняя носильная одежда. Волосы во время работы должны быть подобраны под косынку, берет. Верхняя одежда должна быть чистой, опрятной.

В целом санитарные требования к продовольственным магазинам регулируются Положением о государственном надзоре и Санитарными правилами для продовольственных магазинов.

Этими правилами работникам магазинов запрещены прием пищи и курение на рабочем месте. Запрещается также курение в торговом зале. Курение повышает мышечную усталость, снижает эффективность, труда.

Дезинсекция и дератизация на торговых предприятиях

Помимо дезинфекции, важное значение в поддержании санитарно-гигиенического режима на предприятиях торговли (магазинах, базах, складах) имеет своевременное и правильное проведение дезинсекции» и дератизации.

Дезинсекция эффективна лишь при постоянном проведении профилактических мер против выплода насекомых — мух и тараканов, являющихся разносчиками различных микроорганизмов, в том числе болезнетворных.

Для профилактики проникновения насекомых окна и двери на торговых предприятиях в летнее время следует зарешечивать мелкоячеистой сеткой или марелей. Для предупреждения выплода насекомых необходимо поддержание общей чистоты на предприятии и на его территории — своевременная очистка и обработка вместилищ для канализационных стоков, вывоз испорченной продукции, очистка мусоросборников, удаление пищевых остатков из щелей, углов, из-за плинтусов, труб.

Средствами дезинсекции могут служить хлорофос, пиретрум, бура, карболовая кислота, нефть, зеленое мыло и др. Их хранение на торговых предприятиях осуществляется в специальном помещении по согласованию с органами санитарного надзора.

Перед обработкой помещения средствами дезинсекции пищевые продукты и инвентарь выносятся.

Применение инсектицидов должно быть квалифицированным. Нельзя, например, обрабатывать хлорофосом прилавки, витрины, разделочные столы и другой инвентарь, постоянно соприкасающийся с продуктами питания.

В продовольственном магазине нельзя применять отравленные жидкие приманки для борьбы с мухами.

В борьбе с тараканами эффективными средствами являются смесь свежепережженной буры с гороховой мукой в соотношении 1:1 или концентрированный: раствор борной кислоты.

Работы по дезинсекции производятся и на основании договора, заключенного со станциями дезинсекции. Они же могут проводить мероприятия по борьбе с грызунами. При использовании химических средств борьбы с насекомыми и грызунами привлечение дезинфекционных станций является обязательным.

Дератизация — система мер профилактики появления грызунов в магазинах, складах и других помещениях. Для этого все двери, крышки люков должны плотно прилегать к коробке, не должно быть незаделанных, случайных отверстий в стенах, потолке, полу, вокруг вводов проводов и труб. Все отверстия должны быть заделаны цементом, железом, кирпичом, закрыты металлическими решетками или сетками. Возможно применение механических средств уничтожения грызунов — мышеловок, крысоловок и др.

Пищевые отравления небактериального характера

Другие отравления могут вызываться различными причинами. Наиболее частыми являются отравления солями тяжелых металлов — меди, цинка, свинца и др. Их источником являются посуда, режущие — детали технологического оборудования, выполненные из соответствующих металлов, и остаточные количества ядохимикатов, применяемых при выращивании фруктов, ягод. Многие из них — медный купорос, купрозан, хлорокись меди — полностью не удаляются при мойке плодов и овощей в производственных условиях.

При длительном хранении и приготовлении пищи, имеющей кислую реакцию (компоты, квашения, соленья), в медной, оцинкованной посуде в ней накапливаются опасные количества этих металлов. Это ощущается по металлическому, вяжущему привкусу. Через несколько минут или часов после употребления таких продуктов в пищу появляются признаки отравления — слабость, тошнота, рвота. Запрещено пользоваться оцинкованной посудой для приготовления и хранения пищи. Исключение составляют сухие продукты и вода.

Медной посудой и аппаратурой разрешено пользоваться только в кондитерской и консервной промышленности или если контакт с пищей оказывается краткосрочным. На 1 кг продукта допускается не более 8 мг меди.

Нормируется также содержание олова и в продуктах — не более 200 мг на 1 кг продукта (20 мг%). Консервы, имеющие агрессивную среду, в томатной заливке, рекомендуется выпускать в таре, внутренняя поверхность которой защищена устойчивыми пищевыми лаками. В больших количествах олово вызывает в организме человека расстройства пищеварения, нарушения ферментативной деятельности.

Свинец может попадать в пищевые продукты из гончарной глазурованной или луженой посуды. Он входит в состав некоторых видов глазури: в небольших количествах (не более 1%) может быть в олове, применяемом для лужения.

Свинец вызывает тяжелые отравления. Присутствие его в пище недопустимо. Посуду, в состав которой входит свинец, запрещено использовать для пищевых целей.

Пищевые отравления растительного характера связаны с попаданием в пищу ядовитых грибов (бледной поганки, пантерного мухомора, строчков), семян куколя, белены, дурмана, гелиотропа, софоры и др.; употреблением в пищу сырой или недостаточно кулинарно обработанной фасоли, проросшего или позеленевшего картофеля.

Все они содержат те или иные токсины, опасные для здоровья человека. Токсины бледной поганки устойчивы к нагреву, кислой среде, поэтому не обеззараживаются при всех видах обработки грибов. Количество семян куколя, софоры и других в зерновых продуктах строго нормируется. Совершенно недопустима примесь семян гелиотропа.

Возможны пищевые отравления при употреблении некоторых рыб. Так, в период икрометания приобретают ядовитые свойства икра и мышцы брюшной части среднеазиатской рыбы маринки, икра усача, линя.

Ядовитыми свойствами может обладать и мед. Это наблюдается при сборе пчелами нектара с рододендрона кавказского, багульника болотного, белены, дурмана и других растений. На самих пчел такой мед, как правило, токсичного действия не оказывает.

Большую опасность представляют отравления, вызываемые ядохимикатами, используемыми в сельском хозяйстве. К их числу относятся инсектициды (против насекомых), акарициды (против клещей), фунгициды (против грибов), гербициды (против сорняков), дефолианты (для удаления листьев с растений), зооциды (против грызунов), бактерициды (против бактерий).

Из числа применяемых ядохимикатов наиболее многочисленны фосфорорганические и хлорорганические соединения. Самые опасные из них — хлорорганические. Они практически нерастворимы в воде, устойчивы к высокой температуре, что делает невозможным полное освобождение пищевых продуктов от их остатков. Фосфорорганические соединения при высокой температуре частично или полностью разрушаются. Они могут быть смыты водой, особенно в первое время после обработки.

При отравлении инсектицидами появляются тошнота, рвота, слюнотечение, спазмы в животе, понос, усиленное потоотделение, сужение зрачков, потеря аппетита, головная боль, неясность сознания, дезориентация в пространстве, нарушение речи и др. В зависимости от дозы ядохимикатов отравление может длиться от 1-3 ч до нескольких недель.

Пищевые продукты, содержащие остатки пестицидов сверх допустимых концентраций, реализуют после выдержки в течение разного времени в зависимости от группы ядохимикатов и видов пищевых продуктов. Условия реализации определяются органами санитарного надзора.

Продукты, содержащие фосфорорганические пестициды, например фрукты, ягоды, могут быть переработаны на варенье, повидло, джемы или использованы для сушки после предварительного мытья. Фрукты, содержащие фосфорорганические пестициды в количествах, превышающих допустимые концентрации в 3-4 раза, при переработке освобождают от кожуры.

Так как метафос, хлорофос и тиофос длительно сохраняются в кислой среде, капусту и другие овощи, содержащие остатки, указанных веществ сверх допустимых норм, не следует использовать для квашения, соления, маринования.

При большом остаточном содержании пестицидов запрещается прессовать плоды citrusовых для получения соков без предварительного освобождения их от кожуры.

При случайном загрязнении мяса большими количествами фосфорорганических пестицидов его реализация через торговую сеть недопустима. Его можно использовать для приготовления вареных колбас, производство которых идет при высокой температуре.

Молоко, содержащее хлорофос, может быть ио использовано только после кипячения..

С учетом большой стойкости хлорорганических соединений правила использования продуктов, загрязненных ими, более жестки.

Так, например, фрукты и ягоды, в которых остаточное количество таких пестицидов превышает допустимое, перерабатывают только на соки или направляют на переработку в повидло, варенье, джем или на сушку после очистки от кожуры, в которой содержится основное количество пестицидов. Зеленый лук, петрушка и другие листовые овощи при наличии пестицидов не должны употребляться в пищу. Капуста, в которой остаточное количество этих веществ сосредоточивается в наружных листьях, может быть использована только после удаления четырех-восьми наружных листьев.

Молоко перерабатывают на нежирный творог и кефир, обезжиренное сухое и сгущенное молоко. Сливки и сливочное масло, в которых остаточные количества хлорорганических пестицидов превышают допустимые, применяют в кондитерских и других изделиях с таким расчетом, чтобы в готовой продукции их остатки не превышали допустимые нормы. В противном, случае они могут быть использованы только для технических целей.

Небольшие партии мяса, содержащие хлорорганические пестициды, применяют как добавки для приготовления колбасных изделий.

Рыба с обнаруженными хлорорганическими пестицидами в количествах, не более чем в 4 раза превышающих допустимые, может быть использована в производстве рыбных и овощных консервов.

Яйца с наличием хлорорганических ядохимикатов применяют в кондитерском производстве.

Применение пестицидов в настоящее время увеличивается, поэтому разрабатываются меры, предупреждающие попадание их в продукты питания, а также правила использования и переработки продуктов, загрязненных ими.

Пищевые продукты и гельминтозы

Глистные заболевания у человека, как правило, связаны с употреблением мяса говяжьего и свиного, полученного от животных, являющихся промежуточными хозяевами личиночных стадии трихинелл, свиного или бычьего цепня.

В желудочно-кишечном тракте человека личинки трихинелл декапсулируются, проникают через стенки кишечника и с кровью разносятся по всему организму. Оседают в мышцах и внутренних органах, где годами сохраняются в жизнеспособном и даже жизнедеятельном состоянии.

Заболевание может вызывать и тяжелые последствия, приводящие к инвалидности и даже смерти. Для предупреждения этого заболевания необходимо свинину перед употреблением подвергать длительной термической обработке.

Трихинеллезное мясо в пищу не используют, а употребляют только жир после перетопки. Внутренний жир используется без ограничений.

Для бычьего и свиного цепня человек, как правило, является окончательным хозяином. Личинки цепней, попавшие в желудочно-кишечный тракт человека, развиваются в нем во взрослую форму.

Профилактика заключается в выявлении, финнозного мяса животных (имеющего личинки финн-цепней) при первичной переработке скота и надежном обеззараживании такого мяса путем замораживания, посола или термической обработки.

Во избежание поражения широким лентецом и кошачьей двуусткой, находящимися в свежей рыбе, необходима ее тщательная термическая обработка.

Яйца различных гельментов. могут попадать на продукты с рук глистоносителей, заноситься мухами. Поэтому необходимо строго соблюдать правила личной гигиены и санитарного режима на торговых предприятиях.

Руководство к лабораторным занятиям. Микроскоп

Поскольку микробиология изучает организмы, большинство из которых невозможно рассмотреть невооруженным глазом, для установления их внешней формы, размеров, строения пользуются микроскопом (от греч. *micros* — малый, *scopos* — смотрю). Это оптический прибор, состоящий из механической, осветительной и оптической частей.

Механическая часть, или штатив микроскопа, состоит из следующих деталей.

Ножка подковообразной или прямоугольной формы, служащая опорой микроскопа,

Тубу содeржатель имеет форму дуги и используется в качестве ручки при переноске микроскопа.

Тубус — зрительная трубка микроскопа. В верхнее отверстие тубуса свободно вставляется окуляр.

Револьверная насадка крепится к нижней стороне тубуса. Вращая насадку, можно быстро менять винченные в нее объективы во время работы, подводя под тубус любой из них. Объектив должен быть центрирован, т. е. установлен в рабочее положение, при котором главная оптическая ось линз объектива совпадает с главной оптической осью линз окуляра. Для этого на верхнем диске насадки против объектива имеется желобок; в который входит ступица (пружинка), закрепляющая объектив. При попадании ступицы в желобок ощущается щелчок.

Предметный столик — устройство, на которое помещают изучаемый предмет. Препарат закрепляют имеющимися на столике зажимами (клеммами). В центре предметного столика находится отверстие для прохождения лучей света, освещающих препарат. Предметный столик может передвигаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях с помощью двух симметрично расположенных на краях столика винтов. Подвижность столика позволяет любую точку препарата расположить под объективом. Столик может быть также закреплен неподвижно.

Винты — макрометрический и микрометрический. С их помощью тубус можно передвигать вверх и вниз для установления его на необходимом расстоянии от препарата. При вращении винтов по часовой стрелке тубус опускается, при вращении против часовой стрелки — поднимается.

Микрометрическим винтом пользуются для ориентировочной грубой установки объектива на «фокус», т. е. на то расстояние от препарата, при котором он делается видимым. Для точной настройки объектива служит микрометрический винт.

Осветительная часть микроскопа состоит из зеркала, конденсора и ирис-диафрагмы, расположенных под предметным столиком микроскопа.

Зеркало имеет две поверхности: плоскую и вогнутую. Оно отражает световые лучи и направляет их к конденсору. При естественном освещении и малых увеличениях используют плоское зеркало, при искусственном освещении, так же как и при естественном, но при больших увеличениях — вогнутое.

Конденсор представляет собой систему сильных линз и служит для усиления яркости освещения рассматриваемого объекта. Собирая лучи света, отраженные зеркалом, конденсор концентрирует их в плоскости препарата. Конденсор можно передвигать в вертикальном направлении при помощи винта. При опускании конденсора поле зрения микроскопа освещается слабее, при поднятии — ярче. Обычно при работе с малыми увеличениями конденсор опускают, при работе с большими — поднимают.

Ирис-диафрагма, расположенная под конденсором, состоит из тонких металлических пластинок, которые при помощи рычажка можно сдвигать или раздвигать, в результате чего отверстие диафрагмы может суживаться или расширяться. Ирис-диафрагмой регулируют степень освещения и четкость изображения. При малом раскрытии диафрагмы возрастают глубина резкости и четкость изображения...

Оптическая часть микроскопа представлена объективом и окуляром.

Объектив состоит из линз, заключенных в металлическую оправу. Линза, обращенная к предмету, называется фронтальной. Объектив обладает определенной увеличительной способностью и определенной глубиной фокуса. Чем больше кривизна линз, тем короче фокусное расстояние и больше увеличение объектива. Объектив дает действительное, увеличенное, обратное изображение предмета. На оправе каждого объектива нанесены цифры, показывающие его увеличение.

Биологические микроскопы МБР-1, МБИ-1, «Биолам» и другие обычно имеют 3-4 объектива с цифровыми обозначениями 8, 20, 40, 90, показывающими их собственное увеличение.

Объективы подразделяют на сухие и иммерсионные. При рассматривании препарата с сухим объективом (8, 20, 40) между его фронтальной линзой и препаратом находится воздух. Так как лучи света проходят среды с различными показателями преломления (предметное стекло, вода, покровное стекло, воздух), часть их отклоняется и не попадает в объектив. При работе с иммерсионным объективом (90) для устранения светорассеивания расстояние между фронтальной линзой объектива и препаратом заполняют кедровым (иммерсионным) маслом, которое подвергают специальной обработке, в результате чего его показатель преломления света становится примерно таким же, как у стекла. Коэффициент преломления такого кедрового масла равен 1,515, коэффициент преломления стекла — 1,53. Световые лучи при переходе из стекла в слой кедрового масла практически не преломляются и, не отражаясь, попадают в объектив. Таким образом достигается наилучшее освещение рассматриваемого объекта. Кроме того, применение иммерсионного масла повышает разрешающую способность микроскопа.

Окуляр (от лат. *oculus* — глаз) вставляется в верхний конец тубуса и представляет собой систему двух плосковыпуклых линз, обращенных выпуклостью в сторону объектива. Линза, обращенная к глазу, называется глазной, к препарату — собирающей. Биологические микроскопы снабжены тремя сменными окулярами. На оправе верхней линзы окуляра указано его собственное увеличение. Обычно окуляр увеличивает изображение, данное объективом, в 7, 10, 15 раз. Наиболее четкое изображение предмета получается при сочетании сильных объективов со слабыми и средними окулярами. Для того чтобы определить общее увеличение используемой оптической системы, необходимо увеличение объектива умножить на увеличение окуляра. Например, применяя объектив 8х и окуляр 10х, получаем общее увеличение микроскопа 80.

Используя биологический микроскоп, можно рассмотреть объект размером не менее 0,2 мкм (микромметр или микрон — 1 мкм равен 1/1000 мм).

Осветитель используют при микроскопировании, применяя часто электрический свет. Для работы применяют специальные осветители ОИ-7, ОИ-19 и ОИ-21.

Правила пользования микроскопом

Работая с микроскопом, необходимо соблюдать определенные правила обращения с ним.

1. Микроскоп вынимают из футляра и переносят к рабочему месту, держа его одной рукой за ручку штатива, а другой поддерживая за ножку штатива. Наклонять микроскоп в сторону нельзя, так как окуляр может выпасть из тубуса.
2. Микроскоп помещают на рабочем столе на расстоянии 3-5 см от края стола ручкой к себе.
3. Устанавливают правильное освещение поля зрения микроскопа. Для этого, смотря в окуляр микроскопа, зеркалом направляют луч света от настольного осветителя (являющегося источником света) в объектив. Настройка освещения производится с объективом 8х. При правильной установке поле зрения микроскопа будет выглядеть в виде круга, хорошо и равномерно освещенного.
4. На предметный столик помещают препарат и закрепляют его клеммами.
5. Сначала препарат рассматривают с объективом 8х, затем переходят к большим увеличениям.

Для получения изображения объекта необходимо знать фокусное расстояние (расстояние между объективом и препаратом). При работе с объективом 8х расстояние между препаратом и объективом составляет около 9 мм, с объективом 40х — 0,6 и с объективом 90х — около 0,15 мм.

Тубус микроскопа необходимо осторожно опускать вниз с помощью макрометрического винта, наблюдая за объективом сбоку, и приблизить его к препарату (не касаясь его) на расстояние, несколько меньшее фокусного. Затем, глядя в окуляр, тем же винтом, медленно вращая его на себя, поднимают тубус до тех пор, пока в поле зрения не появится изображение изучаемого объекта.

После этого вращением микрометрического винта фокусируют объектив так, чтобы изображение объектива стало четким. Микрометрический винт нужно вращать осторожно, но не более чем на полоборота в ту или другую сторону. При работе с иммерсионным объективом на препарат предварительно наносят каплю кедрового масла и, глядя сбоку, макрометрическим винтом осторожно опускают тубус микроскопа так, чтобы кончик объектива погрузился в каплю масла. Затем, глядя в окуляр, тем же винтом очень медленно поднимают тубус до тех пор, пока не появится изображение. Точную фокусировку производят микрометрическим винтом.

6. При смене объективов следует вновь отрегулировать интенсивность освещения объекта. Опуская или поднимая конденсор, получают желаемую степень освещенности. Например, при просмотре препарата с объективом 8х конденсор опускают, при переходе на объектив 40х — несколько поднимают, а при работе с объективом 90х конденсор поднимают вверх до предела.

7. Препарат рассматривают в нескольких местах, передвигая предметный столик боковыми винтами или передвигая стекло с препаратом вручную. При изучении препарата следует все время пользоваться микрометрическим винтом, с тем чтобы рассмотреть препарат во всей его глубине. Перед заменой слабого объектива более сильным место препарата, где расположен изучаемый объект, необходимо поставить точно в центр поля зрения и только после этого, повернуть револьвер с объективом.

8. Во время микроскопирования нужно держать оба глаза открытыми и пользоваться ими попеременно.

9. После окончания работы следует снять препарат с предметного столика, опустить конденсор, поставить под тубус объектив 8х, мягкой тканью удалить иммерсионное масло с фронтальной линзы объектива 90х и убрать микроскоп в футляр.

Изучение морфологии дрожжей

Для ознакомления с внешним видом, способами размножения и строением клетки дрожжей необходимо приготовить препарат «раздавленная капля». Для этого на середину предметного стекла наносят каплю из водной суспензии, осторожно накрывают ее и «раздавливают» покровным стеклом. Капля должна тонким слоем заполнить пространство между покровным и предметным стеклами, но не выступать за края покровного стекла. Излишек выступившей жидкости удаляют фильтровальной бумагой. Если жидкости мало, ее добавляют, подпуская стеклянной палочкой под покровное стекло. Рассматривают с объективом 40х.

Иногда готовят препарат типа «висячая капля». Им исследуют микробы в живом виде — изучают их рост, развитие. Для этого на покровное стекло наносят каплю жидкости с исследуемыми микроорганизмами. Покровное стекло, края которого предварительно смазывают вазелином, перевертывают и накладывают на предметное стекло, имеющее в середине лунку, не касаясь ее краев или дна.

Дрожжи представляют собой одноклеточные неподвижные организмы размером в диаметре 3-5 мкм, длиной 10-15 мкм. Форма клеток Дрожжей круглая, эллипсоидная, овально-яйцевидная, цилиндрическая, лимонообразная. В дрожжевой клетке можно различить оболочку, цитоплазму, ядро, вакуоли, включения запасных питательных веществ в виде капель жира, зерен гликогена, гранул волютинина. У некоторых клеток можно наблюдать вакуоли, т. е. полости, заполненные клеточным соком.

Размножение дрожжей происходит несколькими способами: почкованием, делением клетки и с помощью спор.

Процесс почкования заключается в том, что на клетке появляется бугорок (иногда несколько), который постепенно увеличивается в размерах. Этот бугорок называется почкой. По мере роста между ней и материнской клеткой образуется перетяжка. Канал, соединяющий формирующуюся

дочернюю клетку со старой, материнской, постепенно суживается, и в конце концов, молодая клетка отделяется. Этот процесс при благоприятных условиях длится около двух часов.

После завершения процесса почкования молодая клетка часто не отделяется от материнской. Почкующиеся клетки обычно образуют не одну, а несколько почек. При этом образуются скопления из многих соединенных между собой клеток, называемые сростками почкования.

Размножение путем деления клеток наблюдается у дрожжей, имеющих цилиндрическую форму.

Размножение спорами характерно для многих видов дрожжей. Споры образуются внутри клетки и находятся в ней, как в сумке, что позволяет относить их к сумчатым грибам (аскомицетам). Число образующихся спор в клетке разных видов дрожжей различно — от 2 до 12.

Необходимо рассмотреть и зарисовать форму клеток, их строение, выявив оболочку, цитоплазму, вакуоли и различные включения; найти и зарисовать почкующиеся клетки и сростки почкования, а у спорообразующих дрожжей — клетки со спорами. Работу целесообразно провести на примере трех видов дрожжей — хлебных, круглых, спорообразующих.

Изучение морфологии бактерий

Морфологические особенности бактерий в связи с их малыми размерами, способностью некоторых из них двигаться удобнее изучать в окрашенных препаратах. Исследование микробов в окрашенном виде дает возможность при правильном приготовлении препаратов получать четкие, контрастные изображения объектов наблюдения.

Для окраски микробов применяют анилиновые краски, преимущественно основные, реже — кислые. Они имеют вид порошков или кристалликов, из которых готовят спиртовые, спиртово-водные и водные растворы красок.

Спиртовые, или насыщенные, растворы красок готовят путем растворения в спирте 10-15% сухой краски (10-15 г краски на 100 мл 96%-ного раствора спирта). Раствор оставляют на несколько дней и за это время несколько раз встряхивают. Жидкую часть краски сливают в склянку и по мере необходимости используют для приготовления спиртово-водных растворов. Последние готовят разведением спиртовых растворов дистиллированной водой. Чтобы усилить красящую способность, к растворам красок добавляют щелочи, фенол, танин и др. Наиболее употребительными растворами красок являются следующие.

Карболовый фуксин. 1 г основного фуксина растирают в ступке с 5 г карболовой кислоты, добавляя порциями 10 мл этилового спирта и 100 мл дистиллированной воды. Раствор в течение 2 сут. отстаивают и фильтруют через фильтровальную бумагу.

Разведенный карболовый фуксин. Готовят карболовый фуксин разведением его дистиллированной водой в соотношении 1:10.

Карболовый генцианвиолет. Готовят аналогично карболовому фуксину.

Водные растворы метиленовой сини, кристаллвиолета, метил-виолета готовят растворением 1 г краски в 300 мл дистиллированной воды.

После приготовления краски фильтруют через фильтровальную бумагу и хранят в темном месте. Для работы краски разливают во флаконы с пипетками или в капельницы с притертыми пробками.

Приготовление окрашенного препарата. Процесс приготовления состоит из приготовления мазка, высушивания, фиксации и окраски.

Готовят мазок следующим образом. На середину чистого предметного стекла, предварительно обезжиренного прокаливанием или любым другим способом, охлажденного до комнатной температуры, помещают каплю воды, бактериологической петлей вносят в нее небольшое количество микроорганизмов и тщательно перемешивают, распределяя культуру тонким слоем на предметном стекле (бактериологическая петля представляет собой нихромовую проволоку, смонтированную в ручку). Мазок подсушивают в воздухе. Для этого предметное стекло берут за уголки большим и указательным пальцами и медленно проводят его над пламенем горелки или спиртовки 3-4 раза, держа стороной с нанесенным материалом вверх. Длительная фиксация может изменить структуру клеток и их форму; недостаточная фиксация приведет при последующей

обработке мазка к его смыванию с поверхности стекла. Фиксация должна обеспечить лучшее закрепление микробных клеток на стекле, убить микроорганизмы (мертвые клетки лучше окрашиваются, чем живые).

Если исследуемые микроорганизмы находятся в жидкой среде, то на предметное стекло наносят каплю микробной суспензии (взвеси) без добавления воды или другой жидкости. Суспензию берут стеклянной палочкой или бактериологической петлей.

Окраску мазка осуществляют следующим образом. На охлажденный фиксированный мазок наносят 2-3 капли красителя. Через 40-60 смывают его слабой струей воды из промывалки, пока вода не станет прозрачной. Промытый мазок высушивают либо на воздухе, либо промокают его фильтровальной бумагой.

На сухой препарат наносят каплю иммерсионного масла и микроскопируют с объективом 90х. При сложных способах окраски применяют два красящих вещества и более.

Окраска бактерий по методу Грама имеет большое значение для распознавания бактерий и отнесения к одной из групп: грамположительным (окрашивающиеся по Граму) или грамотрицательным (не окрашивающиеся по Граму).

Сущность метода заключается в том, что образующиеся при окрашивании клеток сложные соединения красителя с йодом и белками цитоплазмы у грамположительных бактерий удерживаются при последующей обработке препарата спиртом и клетки сохраняются окрашенными, а у грамотрицательных — обесцвечиваются. Здесь, по-видимому, играет роль и неодинаковая проницаемость клеточной оболочки и цитоплазматической мембраны для комплекса «краситель — йод» в связи с различием химического состава и структуры этих оболочек у разных бактерий. Возможно, что различное отношение к окраске по Граму связано с наличием в цитоплазме грамположительных бактерий значительного количества магниево-рибонуклеиновой кислоты, которая образует с генцианвиолетом и йодом нерастворимый в спирте комплекс.

Техника окраски по Граму. Заключается она в следующем. На фиксированный мазок наносят 2-3 капли раствора генциан-виолета и через 2-3 мин окрашивания краску смывают водой. На препарат наносят 2-3 капли раствора Люголя и спустя 2-3 мин смывают водой. Препарат на 30-40 с погружают в стаканчик с 96 %-ным раствором спирта и быстро промывают водой. Затем препарат в течение 1-2 мин докрасивают разведенным фуксином, промывают водой и просушивают фильтровальной бумагой. Грамположительные бактерии будут фиолетовыми, грамотрицательные — красными, так как обесцвеченные спиртом, они воспринимают дополнительную окраску фуксином.

При окрашивании мазка по Граму следует обратить внимание на процесс обесцвечивания мазка спиртом. При недостаточной обработке все клетки сохраняют окраску, при избыточной — обесцвечиваются. Для контроля окраски на одном предметном стекле следует сделать три мазка бактерий: один — заведомо грамположительных бактерий, другой — заведомо грамотрицательных, третий — исследуемых микроорганизмов. Микроскопируют препарат с объективом 90х.

В процессе занятий учащимся необходимо промикроскопировать несколько заранее приготовленных окрашенных препаратов, например стафилококков, сарцин, палочковидных бесспорных и спорных бактерий и др.; обратить внимание на форму клеток, характер их взаимного расположения, наличие и местоположение спор; выполнить зарисовки; освоить технику микроскопирования.

Изучение морфологии плесневых грибов

Тело плесневых грибов имеет большие линейные размеры, а гифы — относительно большую толщину. Поэтому их микроскопирование не требует предварительной окраски препарата. Обычно изучение ведется в препарате «раздавленная капля».

На его приготовление из заранее выращенных в чашках Петри на сусле-агаре чистых культур плесневых грибов — мукора, пенициллиума, аспергиллюса, альтернрии, оидиума, фитофторы или иных — отбирают часть мицелия. Материал берут двумя стерильными препараторскими иглами (стерилизуют в пламени спиртовки в процессе работы). Небольшое количество мицелия помещают

в каплю смеси спирта с глицерином (5:1). Смесь используют для заполнения пространства между гифами в препарате с тем, чтобы избежать рассеивания света и получить четкое изображение. Спирт обладает смачивающей способностью по отношению к гифам грибов, всегда имеющим на поверхности тонкую жировую пленку. Взятый материал необходимо иглами осторожно рассредоточить тонким слоем и наложить покровное стекло.

Мицелий следует брать в зоне, пограничной с зоной плодоношения (граница между окрашенной и бесцветной частями колоний гриба); микроскопирование вести с объективом 8х. Подобрать место, удобное для просмотра, переместить его в центр поля зрения и заменить объектив на 40х. Полученное в 400-600 раз увеличение обеспечивает достаточно хорошую видимость.

При микроскопировании нужно: выявить строение мицелия (одноклеточный или многоклеточный) и органов размножения — спорангиеносцев со спорангиями или конидиеносцев с конидиями. Необходимо также рассмотреть форму, особенности строения спор, конидий, оидий.

Зарисовать специфические особенности рассмотренных грибов.

Представляет интерес просмотр грибов непосредственно в чашках Петри с малым увеличением, например 8х10; 8х15. При ярком освещении хорошо видны точки роста гиф, общая картина их расположения, органы плодоношения, споры, конидии.

Культивирование микроорганизмов

Для успешного культивирования, т.е. выращивания микроорганизмов в лабораторных условиях, наиболее важным является правильный подбор питательных сред. Существенное влияние оказывают температура, влажность воздуха, аэрация и т. д.

Питательные среды

Питательные среды служат местом обитания микроорганизмов и источником питательных веществ, где они осуществляют все обменные процессы — рост, размножение, гибель.

Среды должны содержать вещества, необходимые для построения микробной клетки, а также источники энергии. В состав сред входят макро- и микроэлементы, органогены (азот, углерод, кислород, водород) и факторы роста (витамины, некоторые аминокислоты, гормоны и т. д.).

Все перечисленные вещества и элементы должны находиться в легкоусвояемой форме.

Следует готовить общеупотребительные питательные среды, чтобы они были пригодны для выращивания многих или хотя бы нескольких видов микроорганизмов. Желательно, чтобы они в то же время были унифицированными, т. е. содержали постоянные количества отдельных ингредиентов, например аминного азота — 80-120 мг %, общего азота — 250-300 мг %, NaCl — 0,5-0,8% и т. д.

Среды должны иметь определенную кислотность. Так, для большинства бактерий оптимальной, т. е. обеспечивающей наилучшие условия развития, является нейтральная или слабощелочная среда — рН 7,0-7,4. Для успешного выращивания дрожжей, плесневых грибов активная кислотность сред должна находиться в пределах рН 4,5-6,5. Кислотность сред регулируется добавлением растворов соляной, молочной кислот или пищевой соды.

Чтобы во время роста микробов кислые или щелочные продукты их жизнедеятельности не изменяли оптимального значения рН, среды должны обладать буферностью, т. е. содержать вещества, способные нейтрализовать кислые или щелочные продукты обмена.

Среды должны содержать достаточное количество влаги (около 80% и более).

Питательными средами для микроорганизмов могут являться обычные пищевые продукты — молоко, мясной или рыбный бульон, овощи, фрукты или их отвары. Чаще используют искусственные питательные среды, т. е. среды, приготовленные с добавлением каких-либо дополнительных веществ. Им придаются свойства, позволяющие легко наблюдать за развитием микроорганизмов (по изменению прозрачности, цвета, консистенции и др.) и изучать их.

Для получения плотных (студнеобразных) сред в бульоны вводят желеобразующие вещества — агар (до 2%) или желатин (до 16%).

Агар — высокомолекулярное соединение типа полисахарида. Получают его из некоторых морских водорослей. Желатин — белковое вещество, получаемое из кожи, сухожилий, костей и хрящей животных. Оба эти вещества при растворении в горячей воде образуют коллоидный раствор, дающий при охлаждении плотный студень — гель. Студнеобразные среды можно вновь разжижать (расплавлять) нагреванием. Температура плавления агаровых сред составляет около 97 °С, застудневания — около 40 °С. Желатиновые среды плавятся при температуре 22—27 °С, застудневают — при температуре около 20 °С.

Иногда готовят дифференциально-диагностические среды, которые позволяют различать (дифференцировать) микроорганизмы, основываясь на особенностях их обмена веществ.

Для выращивания отдельных видов или специфических групп микроорганизмов используют элективные (избирательные) среды. Они малоприспособлены или совсем непригодны для большинства других микроорганизмов.

Для выращивания бактерий наиболее часто используют следующие общепотребительные питательные среды.

Мясопептонный бульон (МПБ). Готовят его варкой мясного фарша, свободного от жира, соединительной и костной тканей, в двойном количестве воды в течение часа. Для улучшения питательных и других свойств к отфильтрованной жидкой части при кипячении добавляют 0,5% NaCl и 1% пептона. Раствором пищевой соды доводят рН в охлажденном бульоне до 7,2-7,4. Повторная фильтрация через бумажный фильтр позволяет получить прозрачный бульон. Готовый бульон разливают в колбы, пробирки или другую посуду.

Мясопептонный агар (МПА). К МПБ добавляют 1,5-2% агара, нагревают до полного растворения последнего. Горячий раствор фильтруют через вату и разливают в пробирки и колбы. Во избежание застывания МПА при фильтровании рекомендуется применять воронку, горячего фильтрования.

Сухой питательный агар — удобная для использования питательная среда заводского приготовления. Это бурого цвета порошок, реализуемый в герметично закрытых упаковках. Готовят высушиванием мясного или рыбного бульона. Кроме того, он содержит агар, хлористый и фосфорно-кислый натрий. 5 г порошка вносят в 100 мл холодной воды. Смесь тщательно перемешивают взбалтыванием и нагревают при помешивании до полного растворения агара. Разливают по колбам или пробиркам.

Мясопептонный желатин (МПЖ). К МПБ добавляют 10-15 % желатина, дают ему набухнуть и нагревают до растворения. Доверяют рН среды до нужного значения. Горячий МПЖ фильтруют через бумажный фильтр и разливают в пробирки и колбы.

Для выращивания грибов и дрожжей применяют солодовое сусло. Неохмеленное пивное сусло, получаемое на пивоваренных заводах из ячменного солода, является хорошей средой для развития дрожжей и плесневых грибов. Заводское сусло фильтруют и разбавляют водопроводной водой до плотности 1,04-1,05 г/см³ (или 8-10° Vig).

Сусло-агар (СА). К солодовому суслу добавляют около 2% агара. После расплавления полученный горячий раствор тотчас фильтруют через вату и разливают в сосуды.

После разливки все сосуды со средами плотно закрывают и стерилизуют.

Стерилизация

Стерилизация — это обеспложивание, т. е. полное освобождение объектов внешней среды от микроорганизмов.

Стерилизацию проводят различными способами: физическими (воздействие высокой температуры, ультрафиолетовых лучей, использование бактериальных фильтров); химическими (использование различных антисептиков для консервирования питательных сред); биологическими (применение антибиотиков).

Целесообразность использования того или иного способов стерилизации обусловлена особенностями материала, подлежащего стерилизации, его физическими и химическими свойствами.

В лабораторной практике обычно применяют физические способы стерилизации.

Прокаливание в пламени горелки или спиртовки (фламбирование) — способ стерилизации, при котором происходит полное обеспложивание объекта, так как погибают не только вегетативные клетки, но и споры микроорганизмов. Обычно прокаливают бактериологические петли, шпатели, предметные и покровные стекла, мелкие инструменты.

Стерилизацию сухим жаром проводят в сушильных шкафах (стерилизаторах), представляющих собой термостат с электрическим обогревом, в котором автоматически на заданном уровне может поддерживаться высокая температура. Этим способом стерилизуют лабораторную посуду, предварительно тщательно вымытую, высушенную и плотно завернутую в бумагу.

Стерильность сухим паром при 160-165 °С обеспечивается не менее чем за 90 мин, при 180 °С — не менее чем за 30 мин.

Жидкости (питательные среды, физиологический раствор и др.), предметы из резины и синтетических материалов стерилизовать сухим жаром нельзя, так как жидкости выкипают и выливаются, а резина и синтетические материалы разрушаются. Питательные среды и другие жидкости стерилизуют нагревом в парах воды.

Стерилизация паром может проводиться паром под давлением и текучим паром. Чаще применяют первый способ.

Стерилизацию паром под давлением производят в автоклаве. Способ основан на воздействии на стерилизуемые материалы насыщенного водяного пара под давлением, выше атмосферного. В результате такой обработки погибают вегетативные и споровые формы микроорганизмов.

Автоклав представляет собой двухстенный массивный котел, снаружи обшитый металлическим кожухом, с герметически закрывающейся крышкой, которая плотно прижимается к котлу откидывающимися болтами с барашками. За счет кипения воды и герметизации в автоклаве создается повышенное давление, позволяющее поднять температуру выше 100 °С.

Каждому значению избыточного давления чистого водяного пара, которое фиксируется манометром, устанавливаемым на автоклаве, соответствует определенная температура кипения воды (табл. 5).

В автоклавах обрабатывают питательные среды, физиологический раствор, воду, лабораторные приборы и мелкое оборудование, имеющие резиновые детали, и др.

Температура и длительность автоклавирования питательных сред определяются их составом. Например, простые среды (мясопептонный агар, мясопептонный бульон) стерилизуют 20 мин при 120 °С. Однако при этой температуре нельзя стерилизовать среды, содержащие нативные белки, углеводы и другие легко изменяющиеся от нагревания вещества. Среда, имеющие углеводы, стерилизуют в автоклаве при температуре 112°С в течение 10-15 мин или дробно при 100 °С в кипятильнике Коха.

Различные жидкости, приборы, имеющие резиновые шланги, пробки, бактериологические фильтры и т. д. стерилизуют 20 мин при температуре 120 °С.

В автоклавах обезвреживают также инфицированный материал. Чашки и пробирки, содержащие культуры микробов, помещают в специальные металлические ведра или баки с отверстиями в крышке для проникновения пара и стерилизуют в автоклаве при температуре 120 °С в течение часа. Таким же образом стерилизуют инструменты после работы с бактериями, образующими споры.

К работе с автоклавом допускаются специально подготовленные люди, которые должны строго и точно выполнять правила, указанные в инструкции, прилагаемой к аппарату.

Различные питательные среды и другие материалы для заготовки впрок разливают в пробирки, колбы и закрывают ватными пробками. После обработки в автоклаве они хранятся длительное время, не подвергаясь порче, и используются по мере надобности.

В лабораторной практике для получения эффекта стерильности при температуре, не превышающей 100 °С, иногда пользуются кипятильником Коха. Это металлический цилиндрический сосуд, на дно которого наливается вода; над водой, на решетке, помещают стерилизуемые предметы. При кипячении воды все предметы оказываются в атмосфере пара (при температуре 100 °С), вытекающего через неплотно закрывающуюся крышку, отчего и возникло выражение «стерилизация текучим паром».

Однократное прогревание текучим паром в течение часа не приводит к гибели споровых микробов. Достичь этого можно, прибегнув к двукратному повторному нагреванию, которое проводят с интервалом 24 ч по часу. Это так называемая дробная стерилизация.

Учитывая, что температура может существенно влиять на развитие психрофилов, мезофилов, термофилов, при выращивании каждой группы следует создавать необходимые температурные условия; их поддерживают в термостатах — лабораторных шкафах с двойными стенками, теплонагревательным элементом и терморегулятором.

Оценка санитарного состояния различных объектов методом титра

Метод титра, или предельных разбавлений, применяется для установления количества микроорганизмов определенных физиологических групп (например, бактерий молочно-кислых, уксусно-кислых, бактерий группы кишечной палочки и др.) на товарах и материалах.

Сущность метода состоит в том, что исследуемый материал в определенных количествах (берется последовательный ряд десятикратных разведений, подготовленных для анализа пробы) высевается в сосуды с селективной, т. е. избирательной для определяемых микроорганизмов, питательной средой. Выращиваются посеvy также в наиболее благоприятных условиях для развития искомым микроорганизмов (температура, доступ воздуха и др.) и в то же время благоприятных для развития других. По прошествии необходимого срока выращивания посевов устанавливают, в каком наименьшем количестве исследуемого материала (в каком предельном разведении его) находились представители данной группы, т. е. определяют их титр. Выявляются искомые микроорганизмы по типичным для них изменениям питательной среды.

В практике оценки доброкачественности, пищевых продуктов, питьевой воды, при характеристике санитарного состояния производства и в других случаях метод предельных разбавлений применяется для учета бактерий группы кишечной палочки (группы коли-бактерий). В эту группу входят кишечная палочка и некоторые родственные ей виды.

Обнаружение кишечной палочки на пищевых продуктах, оборудовании, на руках обслуживающего персонала свидетельствует о фекальном загрязнении их. Фекальное загрязнение в свою очередь указывает на возможное присутствие бактерий коли-тифозной группы (дизентерийных, брюшно-тифозных, паратифозных), которые, так же как и кишечная палочка, выделяются во внешнюю среду с фекалиями больных и бациллоносителей. Непосредственное выявление этих патогенных бактерий представляет большие трудности, поэтому об их возможном присутствии судят косвенным путем, определяя загрязненность исследуемого объекта кишечной палочкой.

Бактерии коли-группы являются, таким образом, санитарно-показательными микроорганизмами. Для санитарно-гигиенической оценки воды, пищевых продуктов и других объектов важно установить не только наличие этих бактерий, но и их количество, что позволяет судить о степени фекального загрязнения. Чем больше обнаружено санитарно-показательных микроорганизмов, тем с большей вероятностью можно ожидать наличия на исследуемом объекте возбудителей инфекционно-кишечных заболеваний и тем более низкая оценка должна быть дана санитарному состоянию исследуемого объекта. Количество кишечных палочек, определяемое методом титра, выражают коли-титром и коли-индексом.

Коли-титр — это наименьшее количество исследуемого объекта (в г или мл), в котором обнаруживают кишечную палочку.

Коли-индекс — количество кишечных палочек в единице объема или массы исследуемого объекта.

Для определения методом титра обсемененности исследуемого объекта бактериями группы кишечной палочки проба исследуемого объекта отбирается и подготавливается к анализу, как указано в задании на метод счета колоний, но при исследовании твердого продукта из средней пробы для анализа берется не 1-5 г, а 10 г.

Метод титра, или предельных разбавлений, применяется для установления количества микроорганизмов определенных физиологических групп (например, бактерий молочно-кислых, уксусно-кислых, бактерий группы кишечной палочки и др.) на товарах и материалах.

Сущность метода состоит в том, что исследуемый материал в определенных количествах (берется последовательный ряд десятикратных разведений, подготовленных для анализа пробы) высевается в сосуды с селективной, т. е. избирательной для определяемых микроорганизмов, питательной средой. Выращиваются посеvy также в наиболее благоприятных условиях для развития искомым микроорганизмов (температура, доступ воздуха и др.) и в то же время благоприятных для развития других. По прошествии необходимого срока выращивания посевов устанавливают, в каком наименьшем количестве исследуемого материала (в каком предельном разведении его) находились представители данной группы, т. е. определяют их титр. Выявляются искомые микроорганизмы по типичным для них изменениям питательной среды.

В практике оценки доброкачественности, пищевых продуктов, питьевой воды, при характеристике санитарного состояния производства и в других случаях метод предельных разбавлений применяется для учета бактерий группы кишечной палочки (группы коли-бактерий). В эту группу входят кишечная палочка и некоторые родственные ей виды.

Обнаружение кишечной палочки на пищевых продуктах, оборудовании, на руках обслуживающего персонала свидетельствует о фекальном загрязнении их. Фекальное загрязнение в свою очередь указывает на возможное присутствие бактерий коли-тифозной группы (дизентерийных, брюшно-тифозных, паратифозных), которые, так же как и кишечная палочка, выделяются во внешнюю среду с фекалиями больных и бациллоносителей. Непосредственное выявление этих патогенных бактерий представляет большие трудности, поэтому об их возможном присутствии судят косвенным путем, определяя загрязненность исследуемого объекта кишечной палочкой.

Бактерии коли-группы являются, таким образом, санитарно-показательными микроорганизмами. Для санитарно-гигиенической оценки воды, пищевых продуктов и других объектов важно установить не только наличие этих бактерий, но и их количество, что позволяет судить о степени фекального загрязнения. Чем больше обнаружено санитарно-показательных микроорганизмов, тем с большей вероятностью можно ожидать наличия на исследуемом объекте возбудителей инфекционно-кишечных заболеваний и тем более низкая оценка должна быть дана санитарному состоянию исследуемого объекта. Количество кишечных палочек, определяемое методом титра, выражают коли-титром и коли-индексом.

Коли-титр — это наименьшее количество исследуемого объекта (в г или мл), в котором обнаруживают кишечную палочку.

Коли-индекс — количество кишечных палочек в единице объема или массы исследуемого объекта.

Для определения методом титра обсемененности исследуемого объекта бактериями группы кишечной палочки проба исследуемого объекта отбирается и подготавливается к анализу, как указано в задании на метод счета колоний, но при исследовании твердого продукта из средней пробы для анализа берется не 1-5 г, а 10 г.

При исследовании мясных и молочных продуктов посев их производится на питательную среду Кесслера (пептонная вода с бычьей желчью, лактозой и генцианвиолетом).

Среда Несслера. Готовят ее следующим образом: к 1 л водопроводной воды прибавляют 10 г пептона и 50 мл желчи (бычьей или других сельскохозяйственных животных). При помешивании прогревают смесь в течение 20-30 мин на водяной кипящей бане, после чего фильтруют через вату. В фильтрате растворяют 2,5 г глюкозы, доводят объем до 1 л, устанавливают с помощью раствора соляной кислоты или едкого натра рН 7,4-7,6 и после этого добавляют 2 мл водного 1%-ного раствора кристаллвиолета (кристаллического фиолетового).

Полученную среду разливают в пробирки с поплавками и стерилизуют при 1 эти в течение 10 мин. Готовая среда должна иметь темно-фиолетовую окраску.

При анализе жидкого продукта или смывов с рук, оборудования и с других объектов стерильной пипеткой вносят 1 мл исследуемой жидкости в первую пробирку с питательной средой и той же пипеткой — 1 мл жидкости в пробирку с 9 мл стерильной воды (первое разведение).

Новой пипеткой из пробирки первого разведения переносят 1 мл во вторую пробирку с питательной средой и 1 мл во вторую пробирку с 9 мл стерильной воды (второе разведение).

Из второго разведения 1 мл жидкости переносят в третью пробирку с питательной средой и той же пипеткой — 1 мл в третью пробирку с 9 мл стерильной воды (третье разведение).

Из третьего разведения новой пипеткой 1 мл жидкости вносят в четвертую пробирку с питательной средой. В результате в пробирки с элективной питательной средой будет внесено -исследуемой жидкости (в мл): 1; 0,1; 0,01; 0,001.

Засеянные пробирки помещают в термостат при температуре 42-43 °С на 24 ч.

Необходимо описать постановку опыта и зарисовать схему посева исследуемого объекта. Анализ результатов выполняется на следующем занятии. Для этого необходимо просмотреть пробирки со средой Кесслера и выявить рост и газообразование (о развитии бактерий судят по помутнению и изменению окраски среды; о способности к газообразованию судят по накоплению газа в поплавке), затем отметить тот наименьший объем (или массу) исследуемого материала, который вызвал указанные изменения среды. Это будет титр кишечной палочки. Если газообразование не будет наблюдаться, то титр устанавливают условно по помутнению среды.

После установления титра следует провести высеивание из пробирок с забродившей средой в чашку Петри на плотную питательную среду Эндо, чтобы проверить, кишечная ли палочка вызвала брожение, так как подобные изменения в среде могут вызвать и некоторые другие бактерии.

Среда Эндо является дифференциально диагностической, т. е. на этой среде по характеру роста можно отличить кишечную палочку от других бактерий. В состав среды Эндо входят мясо-пептонный агар, лактоза, фуксин и серно-кислый натрий.

Среду Эндо готовят следующим образом: к 100 мл стерильного мясо-пептонного агара, имеющего рН 7,6-7,8, добавляют (соблюдая стерильность) 1 г химически чистой лактозы, растворенной в 5 мл стерильной воды, подогретой на водяной бане при температуре 100 °С в течение 5 мин.

В пробирку наливают 0,5 мл отфильтрованного 10 %-ного спиртового раствора основного фуксина, добавляют туда свежеприготовленный 10%-ный водный раствор сернистокислого натрия до получения бледно-розового окрашивания. Эту смесь осторожно, не допуская вспенивания, вносят в расплавленный агар с лактозой и разливают в чашки Петри по 6-10-мл.

Можно использовать и готовую сухую среду Эндо, реализуемую в магазинах лабораторных сред.

Перед посевом дно (с внешней стороны) чашки Петри со средой Эндо следует расчертить (тушью или восковым карандашом) на столько участков-секторов, сколько забродило пробирок. Секторы пронумеровать и на поверхность среды Эндо высеять забродившую жидкость из соответствующих пробирок при помощи бактериологической петли штрихом: на сектор № 1 — из первой забродившей пробирки, на сектор № 2 — из второй и т. д. На боковую стенку крышки наклеить этикетку с указанием группы и фамилии студента.

Чашку с засеянной средой Эндо поместить в термостат при температуре 37 °С на 24 ч. Через сутки ее необходимо просмотреть и описать выросшие колонии. Отметить наличие или отсутствие типичных для кишечной палочки колоний, имеющих темно-красный или красный цвет с золотистым металлическим блеском (иногда он бывает выражен слабо). Образование таких колоний происходит вследствие того, что кишечная палочка сбрасывает лактозу с выделением уксусного альдегида. При взаимодействии уксусного альдегида с находящейся в среде Эндо фуксинсернистой кислотой выделяется свободный фуксин.

Наличие таких колоний подтверждает присутствие в соответствующей пробе кишечной палочки. Полученные результаты сравнивают с требованиями соответствующих ГОСТов.

Способы и средства дезинфекции

На предприятиях торговли и общественного питания возможно применение таких антисептических веществ, которые не оказывают токсического действия на человека при использовании в небольших концентрациях, не придают продуктам питания устойчивых посторонних вкуса и запаха. В то же время они должны обладать ярко выраженным бактерицидным действием в этих концентрациях при небольших сроках действия. Должны быть стойкими при хранении, растворимыми в воде, не действовать разрушающе на оборудование.

Антисептиков, в полной мере удовлетворяющих этим требованиям, нет. Обычно применяются вещества, по свойствам близкие к указанным требованиям.

Из антисептических веществ, используемых в виде растворов для обработки камер хранения, оборудования и инвентаря, воды, туалетов, выгребных ям, наибольшее применение имеют хлорамин, хлорная известь, фенол и некоторые другие.

Эффективность действия антисептиков зависит от их концентрации, снижается при увеличении срока хранения, предшествующего использованию, и повышается с увеличением их температуры.

Хлорная известь пригодна для приготовления дезинфицирующих растворов при содержании активного хлора не менее 15%. Является дешевым, но нестойким препаратом. Активность ее падает примерно на 10 % ежемесячно при хранении. Еще менее стойки приготовленные из нее растворы. Как правило, после 5-6-суточного хранения они полностью теряют активность.

Дезинфицирующее влияние хлорной извести основано на действии последовательно выделяющихся при ее распаде хлора, хлорноватистой извести, атомарного кислорода.

Из хлорной извести готовят 10%-ный раствор (100 г на 1 л воды). После настаивания в течение суток и перемешивания надосадочную прозрачную жидкость, используют для приготовления рабочих растворов. Хранят в темном месте, в темной стеклянной посуде, закрытой корковой или деревянной пробкой. Для дезинфекции применяют водные растворы 0,5-10%-ной концентрации, разбавляя надосадочную осветленную жидкость.

Хлорамин — еще более бактерицидный антисептик. Его растворы имеют слабовыраженный запах и мало раздражают слизистые оболочки. Более стоек при хранении и менее агрессивен к металлам. Используют 0,5-1 %-ные водные растворы.

Фенол — антисептик сильновыраженного действия. Является одновременно ценным сырьем в органическом синтезе. Для дезинфекции используют 0,5-5%-ные водные растворы (карболовая кислота). Использовать в практической работе следует только безусловно активные растворы антисептиков.

Для проверки активности дезинфицирующих растворов следует взять густую суспензию свежих хлебных дрожжей, свободных от бактериальной флоры. Для этого лучше использовать не пресованные дрожжи, а выделенные на чашке Петри с сушлом-агаром в виде чистой культуры. В пробирки с 10 мл испытуемого раствора (растворы можно брать разных концентраций) помещают по 1 мл суспензии дрожжей. Через 2 ч производится высев 1 мл материала на чашки Петри с сушлом-агаром. Посевы выращивают при температуре 25-28 °С. Раствор можно считать активным, если в течение 6 сут. в чашках не обнаруживается рост дрожжей.

Таким же образом испытанию можно подвергнуть растворы разного срока приготовления (готовятся заранее). С каждым раствором работу может выполнять группа из 2-4 человек. Результаты испытания следует записать и ознакомить с ними всех принимавших участие в опыте.

Эффективность действия растворов антисептиков разной концентрации и разного времени приготовления можно оценить, используя методику, изложенную в руководстве к лабораторным занятиям по микробиологии (Лерина И. В., Педенко А. И. М.: Экономика, 1980).

Для этого в стерильную чашку Петри вносят раствор антисептика испытуемой концентрации. Стерильно помещают в него кусочки хлопчатобумажной ткани, предварительно пропитанные двухмиллиардной взвесью бактерий или спор и просушенные в термостате. По истечении намеченного времени (1, 10, 30 мин или др.) извлекают поочередно по одному и промывают в стерильной воде дважды по 5 мин. Каждый кусочек ткани (бактериальный тест) вносят в пробирку со стерильным МПБ. Пробирки помещают в термостат на неделю. Во второй и последующие дни фиксируют результаты посева в таблице по интенсивности роста. Степень помутнения отмечают плюсами (одним — четырьмя), отсутствие помутнения — минусами.

Результаты должны быть представлены в виде таблицы.

Общие сведения о микроорганизмах

Общие сведения о микроорганизмах. Название «микробиология» происходит от трех греческих слов: mikros — малый, bios — жизнь и logos — учение. Микробиология — это одна из биологических наук, изучающая микроорганизмы, их морфологию, систематику, генетику, физиологию, распространение в природе.

Микроорганизмы, или микробы, — это мельчайшие живые организмы, которые находятся вокруг нас: в воздухе, воде, почве, продуктах. Микроорганизмы нельзя увидеть невооруженным глазом. К микроорганизмам относятся бактерии, дрожжи, микроскопические мицелиальные грибы, вирусы и другие. Они способны существовать в различных условиях. Основная часть микроорганизмов — одноклеточные, но имеются и многоклеточные.

Человечество давно научилось использовать микробиологические процессы в практической деятельности. Многие микробиологические процессы применяются в пищевой промышленности. Например, в основе технологического приготовления хлеба лежат биохимические процессы спиртового и молочнокислого брожений, возбудителями которых являются дрожжи и молочнокислые бактерии. Эти микроорганизмы обуславливают необходимую степень разрыхления и кислотность полуфабрикатов, вкус и аромат хлеба, способствуют улучшению качества изделий, повышению их пищевой ценности.

Предприятия медицинской и микробиологической промышленности, используя микроорганизмы, выпускают десятки наименований лекарственных веществ, сотни тонн ферментных препаратов, кормовых аминокислот, средств защиты растений, антибиотиков, сотни тысяч тонн кормового белка и других препаратов.

Наряду с полезными микроорганизмами существуют вредные, вызывающие нежелательные процессы. Такие микроорганизмы вызывают порчу пищевых продуктов и могут стать причиной пищевых отравлений и пищевых инфекций. Заражение происходит вследствие несоблюдения санитарных правил и правил личной гигиены. Причина пищевых инфекций, таких, как брюшной тиф, холера, туберкулез, дизентерия и др., — попадание в организм человека пищи и воды, зараженных возбудителями этих болезней. Некоторые патогенные микроорганизмы вырабатывают ядовитые вещества — токсины, которые вызывают пищевые отравления, например, ботулизм.

История развития микробиологии. Начало развития микробиологии относится к концу XVII века, когда голландец Антоний ван Левенгук (1632-1723) с помощью простейшего микроскопа увидел микроорганизмы. А. Левенгук описал большое количество бактерий, которые развивались в мясе,

дождевой воде, находившейся долгое время на воздухе, в различных настоях; он описал и дрожжи. Открытия А. Левенгука дали большой материал для изучения новых микроорганизмов.

Основоположником современной микробиологии считают французского ученого Луи Пастера (1822-1895), который открыл природу брожения, опроверг теорию самозарождения микроорганизмов. Он доказал, что порчу пищевых продуктов вызывают отдельные виды микроорганизмов. Л. Пастер изучил происхождение многих инфекционных заболеваний и разработал метод профилактических прививок (вакцинацию) против куриной холеры, сибирской язвы, бешенства, обосновал методы асептики и антисептики.

Крупнейший творческий вклад в развитие микробиологии внесли русские и советские ученые: И. И. Мечников (1845-1916), микробиолог и эпидемиолог Н. Ф. Гамалея (1859-1949), основоположник вирусологии Д. И. Ивановский (1864-1920), микробиолог С. Н. Виноградский (1856-1953), В. Л. Омелянский (1867-1928), биохимик и микробиолог С. П. Костычев (1877-1931), В. С. Буткевич (1872-1942), Я. Я. Никитинский (1878-1941) и др.

Разделы микробиологии и основные методы исследования микроорганизмов. Дальнейшее развитие микробиологии как науки привело к выделению ряда самостоятельных разделов — общей, технической, медицинской, сельскохозяйственной, водной и санитарной микробиологии.

Общая микробиология изучает внешний вид и строение микробов, их жизнедеятельность, роль в круговороте веществ в природе. Техническая микробиология изучает микроорганизмы, которые применяются для получения ценных продуктов: антибиотиков, витаминов, ферментов, органических кислот и др. Составной частью технической микробиологии является микробиология хлебопекарного производства и мучных кондитерских изделий. Медицинская микробиология изучает микроорганизмы, вызывающие различные заболевания, методы лечения и предупреждения этих заболеваний. Сельскохозяйственная микробиология изучает жизнедеятельность микроорганизмов, способствующих повышению плодородия почвы. Водная микробиология занимается изучением микроорганизмов, населяющих водоемы, методов очистки вод и др. Санитарная микробиология разрабатывает различные оздоровительные мероприятия, предупреждающие заболевания человека.

Основным методом исследования в микробиологии является метод чистых культур, так как только в этом случае можно судить о внешнем виде, внутреннем строении и жизнедеятельности данного вида микроорганизма. Чистой культурой называют микроорганизмы, выращенные в лаборатории на питательных средах из одной клетки и не содержащие других микроорганизмов. Выделение чистых культур заключается в том, что посевной материал наносят на поверхность плотной питательной среды. При размножении микроорганизмы образуют изолированные колонии — видимые глазом скопления. Каждый вид микроорганизма образует колонии определенного вида. Затем микробы из определенной колонии пересевают на жидкую питательную среду и через определенное время получают чистую культуру.

Так как в хлебопечении и производстве мучных кондитерских изделий сырье не стерилизуют, получение и использование чистых культур имеют важное значение, поскольку они обеспечивают нормальное брожение полуфабрикатов и выпуск готовых изделий стандартного качества. Кроме того, тесто готовят в нестерильных условиях, и в полуфабрикатах кроме полезных микроорганизмов развиваются также и вредные. Для контроля микробиологического состояния производства хлебулочных и мучных кондитерских изделий на предприятиях созданы микробиологические лаборатории, которые занимаются поддержанием и возобновлением заквасок и чистых культур и микробиологическим контролем питательных сред, полуфабрикатов и готовой продукции.

Технически чистыми называют культуры с незначительной примесью других видов микроорганизмов. В хлебопекарной промышленности к чистым культурам относятся прессованные и сушеные дрожжи. Смешанными называют культуры, состоящие из клеток микроорганизмов двух и более видов (например, микроорганизмы заквасок и теста, содержащие дрожжи и молочнокислые бактерии).

