

Пищевая микробиология 11

Глава 6 МИКРОБИОЛОГИЯ ВОЗДУХА, ПОЧВЫ, ВОДЫ

Мудрецова - Висс

МИКРОБИОЛОГИЯ ВОЗДУХА

В атмосферный воздух микроорганизмы попадают главным образом из почвы, а также с растений, от животных, людей. Обычно микроорганизмы содержатся в воздухе вместе с частицами пыли и в мельчайших капельках влаги, находящихся во взвешенном состоянии.

Воздух не является благоприятной средой для развития микроорганизмов, так как в нем отсутствует капельно-жидкая вода. В воздухе микроорганизмы могут сохранять свою жизнеспособность лишь временно, а многие более или менее быстро погибают под влиянием высушивания и солнечной радиации.

По мере удаления от населенных мест количество микроорганизмов в воздухе заметно снижается, но жизнеспособные микроорганизмы обнаружены даже в стратосфере, хотя их там очень мало. Зимой в воздухе микробов значительно меньше, чем летом.

Большое значение для уменьшения количества микробов в воздухе имеют зеленые насаждения. Листья деревьев и кустарников обладают значительной пылезадерживающей способностью. Кроме того, фитонциды растений оказывают на Микроорганизмы губительное действие. По данным Я. Г. Кишко, в центре Львова количество бактерий в 1 м^3 воздуха около 3000, внутри городского парка – 1000, а внутри загородного парка – 500.

Состав микрофлоры воздуха нестабилен. В воздухе находятся обычно различные микрококки, сарцины, спорообразующие и бесспорные палочковидные бактерии, споры грибов, дрожжи; могут встречаться и болезнетворные микроорганизмы. Через воздух передаются возбудители ряда инфекционных заболеваний (туберкулеза, стафилококковых и стрептококковых инфекций гриппа и др.), которые выделяются больными и бациллоносителями при разговоре, чихании, кашле.

Количество микроорганизмов в воздухе рабочих и жилых помещений находится в зависимости от их санитарно-гигиенического состояния. При скоплении людей, плохой вентиляции, неправильной уборке помещений количество микроорганизмов в воздухе увеличивается.

На предприятиях пищевой промышленности, в производственных цехах и в местах хранения продуктов необходимо соблюдать не только определенную влажность и температуру воздуха, но и его чистоту. Нельзя допускать на близлежащей территории и в подсобных помещениях предприятий торговли и общественного питания скопления всевозможных отходов.

Санитарная оценка воздуха помещений осуществляется по двум микробиологическим показателям: общему количеству бактерий и количеству санитарно-показательных микроорганизмов в 1 м³ воздуха. Санитарно-показательными микроорганизмами служат гемолитические (растворяющие эритроциты крови) стрептококки и стафилококки. Они являются постоянными обитателями верхних дыхательных путей, слизистой носа и ротовой полости человека. В воздухе производственных цехов пищевых производств должно содержаться в 1 м³ не более 100–500 бактерий в зависимости от характера

В качестве ориентировочных критериев полагают возможным признать воздух жилых помещений чистым при содержании в 1 м³ до 1500 бактерий и 16 стрептококков; загрязненным – при 2500/м³ всех бактерий и 38 стрептококков. Воздух холодильных камер исследуется на загрязненность спорами плесеней.

Своевременная окраска, побелка стен, потолков, систематические влажная уборка помещений и вентиляция значительно уменьшают запыленность помещений и количество в них микробов.

МИКРОБИОЛОГИЯ ПОЧВЫ

Почва является естественной средой обитания микроорганизмов. Они находят в почве все условия, необходимые для своего развития, пищу, влагу, защиту от губительного влияния прямых солнечных лучей и высушивания.

Микрофлора почвы по количественному и видовому составу значительно колеблется в зависимости от химического состава почвы, ее физических свойств, реакции (pH), влагоемкости, степени аэрации. Существенно влияют также климатические условия, время года, способы сельскохозяйственной обработки почвы, характер растительного покрова и другие факторы.

Неодинаково распространены микроорганизмы и по горизонтам почвы.

Меньше всего их обычно содержится в самом поверхностном слое почвы толщиной в несколько миллиметров, где микроорганизмы подвергаются неблагоприятному воздействию солнечного света и высушивания. Особенно обильно населен микроорганизмами следующий слой почвы толщиной до 5–10 см. По мере углубления число микроорганизмов снижается. На глубине 25–30 см количество их в 10–20 раз меньше, чем в поверхностном слое толщиной 1–2 см

Меняется с глубиной и состав микрофлоры. В верхних слоях почвы, содержащих много органических веществ и подвергающихся хорошей аэрации, преобладают аэробные сапрофиты, способные разлагать сложные органические соединения. Чем глубже почвенные горизонты, тем они беднее органическими веществами; доступ воздуха в них затруднен, поэтому там преобладают анаэробные бактерии.

Микрофлора почвы представлена разнообразными видами бактерий, актиномицетов, грибов, водорослей и простейших животных.

К постоянным обитателям почвы относятся различные гнилостные, преимущественно спороносные, аэробные (*Bacillus subtilis*, *B. cereus* var. *mycoides*, *B. megaterium*) и анаэробные (*Clostridium sporogenes*, *Cl. putrificum*) бактерии, а также бактерии, разлагающие клетчатку, нитрифицирующие, денитрифицирующие, азотфиксирующие, серо- и железобактерии.

Деятельность почвенных микроорганизмов играет большую роль в создании плодородия почвы. Последовательно сменяя друг друга, микроорганизмы осуществляют процессы кругово-

рота веществ в почве. Органические вещества, попадающие в почву в виде остатков растений, трупов животных и с другими загрязнениями, постепенно минерализуются.

Соединения углерода, азота, фосфора и других элементов из недоступных для растений форм преобразуются в усвояемые ими вещества.

Наряду с обычными обитателями почвы встречаются и болезнетворные микроорганизмы, преимущественно спорообразующие бактерии, например возбудители столбняка, газовой гангрены, ботулизма и др. Поэтому загрязнение пищевых продуктов почвой представляет опасность.

При санитарной оценке почвы критерием служит титр кишечной палочки и количество сапрофитных бактерий.

МИКРОБИОЛОГИЯ ВОДЫ

Природные воды, как и почва, являются естественной средой обитания многих микроорганизмов, где они способны жить, размножаться, участвовать в процессах круговорота углерода, азота, серы, железа и других элементов. Количественный и ка-

чественный состав микрофлоры природных вод разнообразен. **Подземные воды.** Состав микрофлоры подземных вод (артезианской, ключевой, грунтовой) зависит главным образом от глубины залегания водоносного слоя, его защищенности от попадания загрязнений извне. Артезианские воды, находящиеся на больших глубинах, содержат очень мало микроорганизмов. Подземные воды, добываемые через обычные колодцы из неглубоких водоносных слоев, куда могут просачиваться поверхностные загрязнения, содержат значительное количество бактерий, среди которых могут быть и болезнетворные. Чем ближе к поверхности расположены грунтовые воды, тем обильнее

Поверхностные воды. Это воды открытых водоемов (рек, озер, водохранилищ и др.). Они отличаются большим разнообразием состава их микрофлоры в зависимости от химического состава воды, характера использования водоема, заселенности прибрежных районов, времени года, метеорологических и других условий. Помимо собственных водных микроорганизмов в открытые водоемы попадает много микроорганизмов извне.

В реке, например, протекающей в районе крупных населенных пунктов или промышленных предприятий, вода может содержать сотни тысяч и миллионы бактерий в 1 см^3 , а выше этих пунктов – всего лишь сотни или тысячи бактерий

Особенно изменяется химический состав воды и ее микрофлора при впуске в водоем хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. Вместе с различными органическими и минеральными загрязнениями в водоем вносится масса микроорганизмов, «ереди которых могут попадать и патогенные. Многие из них, например возбудители кишечных инфекций, длительно (неделями и даже месяцами) сохраняются в воде вирулентными. Для хозяйственно-питьевых целей в качестве источников водоснабжения используют открытые водоемы и подземные.

Питьевая вода. По составу и свойствам питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Наиболее соответствуют этим требованиям артезианские воды, которые обычно не нуждаются в очистке. Воду из открытых водоемов подвергают обработке на водопроводных станциях для

Очистка питьевой воды проводится в несколько этапов. Первым является освобождение воды от взвесей путем отстаивания в специальных бассейнах – отстойниках. Для более эффективного осветления и обесцвечивания воды отстаивание проводят с применением коагулянтов. Основными коагулянтами служат соли алюминия и железа. В результате реакции коагулянтов с содержащимися в воде углекислыми солями образуются гидроокиси алюминия или трехвалентного железа (при использовании солей железа), выпадающие в виде хлопьев. Оседающая, хлопья увлекают с собой взвеси и микроорганизмы.

После отстаивания воду подвергают фильтрации. В качестве фильтрующего материала используют чаще кварцевый песок. В верхних слоях фильтра образуется биологическая пленка, содержащая большое количество микроорганизмов. В настоящее время начинают применять фильтрацию воды в сочетании с коагуляцией, используя для фильтрации материал с адсорбционными свойствами, например каолин, бентонит.

Пройдя через фильтры, вода полностью освобождается от взвешенных веществ и большей части микроорганизмов. Однако в ней еще остается некоторое количество бактерий, могут сохраниться и болезнетворные. Поэтому воду после фильтрации обеззараживают – дезинфицируют, чаще методом хлорирования. Применяют обычно газообразный хлор или другие хлорсодержащие вещества (гипохлориты, хлорную известь, хлорамины). Хлор даже в незначительных концентрациях (доли мг/л) губительно действует на многие микроорганизмы. Споры бактерий устойчивее вегетативных клеток. Кроме свободного хлора, значительным бактерицидным действием обладают недиссоциированные молекулы хлорноватистой кислоты (HOCl), образующейся при гидролизе хлора в воде. Губительно действуют на микроорганизмы и гипохлорит – ионы (OCl^-), образующиеся в результате диссоциации хлорноватистой кислоты. Бактерицидными свойствами обладает, видимо, также атомарный (активный) кислород, образующийся при реакции хлора с водой.

В практику водоснабжения внедряют новые методы дезинфекции воды – озонирование и облучение бактерицидными ультрафиолетовыми лучами. Озонирование кроме бактерицидного действия улучшает органолептические свойства воды. Ультрафиолетовое облучение может быть применено только для воды с незначительной цветностью и мутностью. /Оценка качества питьевой воды проводится по комплексу химических, органолептических и бактериологических показателей.^ соответствии с ГОСТ 2874–82 общее число бактерий не должно превышать 100 клеток в 1 см³, количество кишечных палочек (коли-индекс) должно быть не более 3 в 1 л, а коли-титр – не менее 300 см³. Вода колодцев и открытых водоемов признается доброкачественной при коли-индексе не более 10 (коли-титр – не менее 100 см³), общее число бактерий должно быть не выше 1000 в 1 см³.

В связи с тем что вода открытых водоемов и вода грунтовых колодцев может быть значительно загрязнена, при ее бактериологическом исследовании учитывают наличие других (кроме кишечной палочки) санитарно-показательных микроорганизмов: энтерококков и *Clostridium perfringens* как показателей фекального загрязнения, а также бактерий рода *Proteus*, присутствие которых в воде указывает на наличие в ней значительных количеств органических веществ.

Санитарно-гигиенические нормы для воды, используемой в пищевой промышленности и на предприятиях общественного питания, такие же, как и для питьевой воды.

Сточные воды. Это вода, используемая в промышленных предприятиях для различных производственных процессов, загрязненная разнообразными органическими и минеральными примесями. Такие загрязненные воды называют промышленными сточными водами. На

Удаление сточных вод с места их образования регламентируется особыми правилами. Перед спуском в открытые водоемы сточные воды должны подвергаться очистке. Степень очистки зависит от количества и химического состава вод, а также от характера водоема, в который они могут быть спущены.

Очистку сточных вод проводят различными методами – физическими, химическими и биологическими (биохимическими). После механической очистки – отстаивания – сточные воды, содержащие много органических веществ, подвергают биологическим методам очистки. Эти методы очистки основаны на использовании биохимической деятельности аэробных и анаэробных микроорганизмов – их способности перерабатывать органические и минеральные вещества в процессах конструктивного и энергетического обменов клетки. Аэробная биологическая очистка проводится в естественных и искусственных условиях. В естественных условиях очистка сточных вод осуществляется путем их фильтрации через слои почвы на специальных земельных участках, называемых полями фильтрации и полями орошения, а также в биологических (очистных) прудах.

Почвенные микроорганизмы окисляют органические вещества просачивающейся воды, превращая их в неорганические соединения, т. е. минерализуя их, очищают воду. Помимо освобождения от органических загрязнений в почве задерживается до 99 % находившихся в сточной воде бактерий. Прошедшая через почву очищенная сточная вода поступает в сборные дренажные трубы, по которым отводится в открытый водоем.

Поля орошения отличаются от полей фильтрации тем, что одни и те же земельные участки используются одновременно для очистки сточных вод и для выращивания сельскохозяйственных культур (трав, овощей, плодовых деревьев и др.). На полях орошения очищается значительно меньше сточной воды, чем на полях фильтрации той же площади, но зато используются растениями ценные удобрительные вещества, получающиеся при минерализации органических веществ сточной жидкости.

Биологические пруды – это искусственные последовательно соединенные водоемы, в которые отводится сточная разбавленная вода. Очистка воды в них сходна с процессами, протекающими в водоемах при естественном их самоочищении (см. с. 174). Наиболее широко применяется биологическая очистка сточных вод в искусственных условиях на специальных очистных сооружениях – биологических фильтрах и в аэротенках. Биологической очистке предшествует механическая.

Биологические фильтры (биофильтры) представляют собой резервуары, заполненные крупнозернистым материалом (шлаком, щебнем или пластмассовыми пористыми блоками)./Через толщу этого загрузочного материала фильтруют сточную воду. Подача воздуха (аэрация) в биофильтры может быть естественной и искусственной (принудительной), когда воздух продувается через толщу загрузки вентиляторами. Такие⁷биофильтры называют аэрофильтрами. На поверхности загрузочного материала обильно развиваются разнообразные организмы (микроорганизмы, простейшие и др.), образуя более или менее мощную пленку, называемую биологической.

Процесс очистки сточной воды иод влиянием микроорганизмов биологической пленки состоит из двух фаз. Сначала окисляются углеродсодержащие органические вещества и идет аммонификация азотсодержащих органических веществ. После окисления главной массы органических веществ окислению подвергают образовавшиеся аммиачные соли, которые переходят в соли азотистой и азотной кислот (процесс нитрификации). Первая фаза протекает главным образом в самых поверхностных слоях загрузочного материала, вторая – в более глубоких его слоях.

Аэротенки представляют собой проточные бассейны, в которые вместе, с отстоянной сточной водой вводят определенное количество так называемого активного ила (в виде хлопьев), основная масса которого состоит из различных микроорганизмов. Смесь сточной воды с илом, протекая через аэротенк, подвергается активной аэрации. Поступающий в аэротенк воздух – источник кислорода поддерживает ил во взвешенном состоянии и осуществляет энергичное перемешивание жидкости, что способствует постоянному и быстрому контакту организмов активного ила с питательными веществами сточной воды и кислородом. В аэротенках происходит такой же процесс, как и в биофильтрах, – последовательное биохимическое окисление органических веществ сточной жидкости. Однако в аэротенках процесс протекает значительно интенсивнее, чем в биофильтрах из-за лучшей аэрации сточной жидкости. Качественный состав микронаселения биопленки и

После прохождения через биофильтр и аэротенк вода поступает в отстойники для освобождения от биопленки и активного ила, а затем сбрасывается в водоем. Иногда вода перед выпуском дезинфицируется хлором или хлорной известью.

В процессе очистки сточных вод накапливается большое количество осадков, содержащих много „органических веществ, микроорганизмов, в том числе и патогенных. Обработка и обезвреживание осадков проводятся в метантенках.

Сложные органические соединения осадка (белки, жиры, клетчатка и др.) в результате различных процессов брожения и гниения превращаются в жирные кислоты, спирты и газообразные продукты (углекислый газ, аммиак, метан, водород). Среди газообразных продуктов 60–65 % составляет метан, который может быть использован как горючий газ. Сброженный осадок обезвоживают, сушат и вывозят на сельскохозяйственные поля в качестве удобрения, а в брикетированном виде он может быть использован и как топливо.

Загрязнение и самоочищение водоемов. Водная среда и населяющие ее организмы тесно взаимосвязаны. При выпуске неочищенных или недоочищенных сточных вод в водоем условия жизни его естественного населения резко изменяются. Многие обитающие в незагрязненной воде организмы вымирают, на смену им в водоеме начинают развиваться другие.

Степень загрязненности водоема органическими веществами называется сапробностью.

В месте спуска сточных вод, которые содержат органические загрязнения, развивается множество сапрофитных микроорганизмов и в воде активно протекают вызываемые ими процессы гниения и брожения. В этой сильно загрязненной зоне водоема, называемой полисапробной зоной, число бактерий достигает нескольких миллионов в 1 см^3 воды.

По мере снижения содержания органических соединений, т. е. по мере их минерализации, уменьшается и количество сапрофитных бактерий, число их составляет 10^5 — 10^4 в 1 см^3 воды. В этой умеренно загрязненной зоне водоема, называемой ме-зосапробной зоной, начинают развиваться другие водные организмы (простейшие, коловратки, водоросли и др.).

Сапрофитные бактерии отмирают в результате, недостатка пищи, под воздействием выделяемых некоторыми водорослями антибиотических веществ.

Коловратки и простейшие поедают бактерии, лизируются они бактериофагом. В водоеме постепенно восстанавливаются нормальные экологические условия, фауна и флора. В этой зоне водоема, называемой олигосапробной зоной, число сапрофитных бактерий снижается до 10^2 — 10^1 клеток в 1 см^3 воды.

Такой процесс очищения водоема от органических загрязнений и бактерий называется естественным самоочищением. Интенсивность его зависит от количества поступающих в водоем загрязнений, их состава, степени разбавления чистыми водами, насыщения воды кислородом, ее температуры. Вода естественных водоемов хотя и обладает самоочищающей способностью, однако при попадании большого количества органических загрязнений на протяженных участках в санитарном отношении небезопасна и непригодна для использования. В связи с этим в нашей стране выпуск сточных вод в водоемы без предварительной обработки не разрешается.