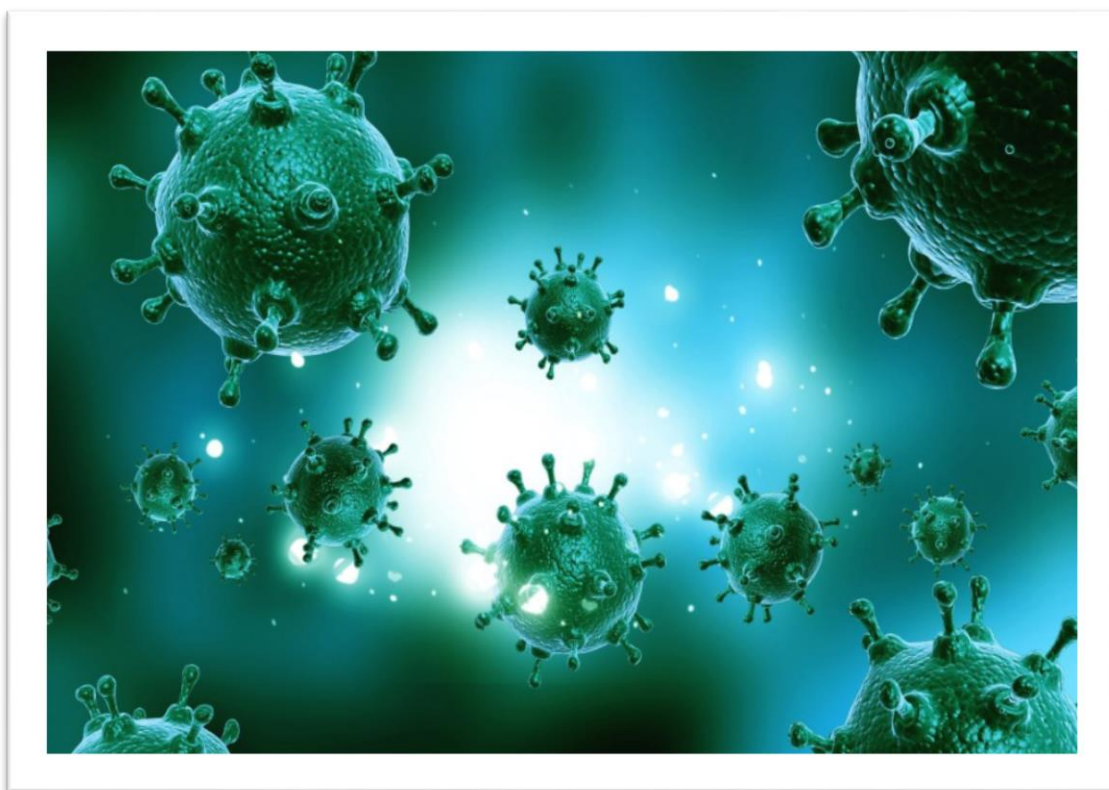


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Институт экологической и пищевой биотехнологии

Микробиота воздушной среды

Учебно-методическое пособие



Новосибирск 2024

УДК 579.69(075)
ББК 28.4,Я73
М 597

Кафедра Экологии

Составители: канд. биол. наук, доцент *Л.А. Литвина*,
старший преподаватель *И.Ю. Анфилофьева*,
старший преподаватель *В.Г. Горских*

Рецензент: канд. биол. наук, доцент *С.В. Баталова*

Микробиота воздушной среды: учебно-методическое пособие / Новосибирский государственный аграрный университет, Институт экологической и пищевой биотехнологии; составители: Л.А. Литвина, И.Ю. Анфилофьева, В.Г. Горских. – 4-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2024. – 49 с.

Предназначено для студентов по направлениям подготовки: 06.03.01 Биология, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 19.03.03 Продукты питания животного происхождения, 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания, 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции и 36.03.02 Зоотехния очной и заочной форм обучения.

Учебно-методическое пособие может быть использовано на лабораторно-практических занятиях по дисциплинам микробиологического направления и по экологии.

Утверждено и рекомендовано к изданию учебно-методическим советом Биолого-технологического факультета (протокол №5 от 17 июня 2024 г.).

ВВЕДЕНИЕ

Средой обитания человека и многих видов животных и растений является наземно-воздушная среда, находящаяся на поверхности земли и в нижних слоях атмосферы. Воздушная часть этой среды не является по сложившемуся мнению благоприятной для существования и развития микроорганизмов из-за недостатка в ней влаги и питательных веществ. Вместе с тем, по воздуху, с его потоками, на большие расстояния могут переноситься бактерии, споры грибов, вирусы, и роль этой среды в распространении возбудителей заболеваний человека, животных и растений значительно возрастает.

В помещениях, где находятся люди или животные, воздух является средой, в которую при дыхании выделяются микроорганизмы, обитающие в верхних дыхательных путях, и через воздух они передаются при разговоре, кашле, чихании от одного человека или животного всем, находящимся в этом помещении. Существует термин – воздушно-капельные инфекции, подтверждающий значение воздуха в передаче инфекционных заболеваний. В воздухе животноводческих помещений можно обнаружить кишечную палочку, стафилококки, грибы, протей и другие микроорганизмы, что свидетельствует о возможности аэрогенного заражения животных патогенными микроорганизмами. Кроме того, из воздуха может произойти обсеменение молока, которое носит название постсекреторного обсеменения, что приведет к развитию пороков молока и его порче гнилостными бактериями, маслянокислыми бактериями, кишечной палочкой, плесневыми грибами, дрожжами. Попадание микроорганизмов в воздух связано с раздачей кормов, особенно силоса, уборкой навоза и проведения других работ в помещении.

На пищевых производствах воздух может стать причиной попадания в продукцию патогенных микроорганизмов при наличии больных людей среди персонала предприятия, а также причиной порчи продукции при плохом санитарном состоянии оборудования и рабочих поверхностей. Поэтому допускаться к работе могут только сотрудники, имеющие санитарные книжки, подтверждающие их здоровье **и отсутствие бактерионосительства.**

1. МИКРООРГАНИЗМЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Ученые издавна догадывались о наличии возбудителей инфекционных заболеваний в воздухе. Гиппократ (456 г. до н.э.) полагал, что во время эпидемий воздух содержит особые болезнетворные испарения – «миазмы». Около 2 тыс. лет назад римский философ-материалист Лукреций Кар (99-55 гг. до н.э.) считал, что у каждой инфекции есть особые «семена». Римский ученый – энциклопедист Марк Теренций Варро (116-27 гг. до н.э.) предполагал наличие мельчайших существ в воздухе. Ему приписывается высказывание о том, что эти существа невозможно видеть глазом; они витают в воздухе, проникают в тело через рот и нос и причиняют людям тяжкие страдания.

Доказать существование микроорганизмов в атмосферном воздухе впервые удалось лишь в XIX в. французскому ученому Луи Пастеру. Изучая вопросы самозарождения жизни (1860), он определял содержание микроорганизмов в воздухе комнат, улиц, гор. Для этого кончик трубки, отходящей от стеклянной колбы с питательной средой, отламывал, а после того воздух проникал в колбу, быстро запаивал трубку и взбалтывал. Через некоторое время питательная среда изменялась, становилась мутной («прорастала»). Это означало, что в неё проникли микроорганизмы из воздуха.

В настоящее время установлено, что воздух – неблагоприятная среда для микроорганизмов, так как в нем нет питательных веществ, постоянной оптимальной для микроорганизмов температуры, часто отсутствует влага, губительно на микроорганизмы действуют солнечные лучи. Жизнеспособность микроорганизмов в воздухе обеспечивается нахождением в нем частиц воды, слизи, пыли, кусочков почвы, на которые они оседают.

Микроорганизмы в воздухе распространены неравномерно. Например, их больше в центре города, так как они адсорбируются на поверхности плотных частиц и остаются в воздухе во взвешенном состоянии. Меньше микроорганизмов в воздухе на окраинах, над полями, лесами, озерами, морями, высоко в горах.

Тем не менее, микроорганизмы, главным образом споры фитопатогенных грибов, обнаружены даже в облаках. На больших высотах встречаются микроорганизмы, образующие пигменты, которые повышают их устойчивость к неблагоприятным условиям жизни, особенно к ультрафиолетовым излучениям. Выше 2-4 км над уровнем моря микроорганизмы не обнаружены.

В воздух микроорганизмы попадают главным образом из почвы, в жилые и животноводческие помещения – вместе с наружным воздухом, с пылью, поднимающейся с пола. Чаще всего в воздухе встречаются споры бактерий, аскоспоры дрожжей, конидии грибов и актиномицетов. Кроме того, в воздухе время от времени обнаруживаются и некоторые относительно устойчивые неспорообразующие микроорганизмы, например *Micrococcus luteus*, *Sarcina lutea*, *Achromobacter*, а также бактерии из группы кишечной палочки (*Escherichia coli*).

В жилых помещениях, театрах, школах, где сосредоточено большое количество людей, можно обнаружить возбудителей заболеваний, попадающих в воздух от больных. Это возбудители туберкулеза (микробактерии туберкулеза), воспаления легких (пневмококки), гемолитические стрептококки и другие патогенные микроорганизмы. В воздухе животноводческих помещений и скотных дворов также могут обнаруживаться различные патогенные микроорганизмы, попадающие в него от больных животных, из навоза и от обслуживающего персонала. Больше всего микроорганизмов в воздухе закрытых, плохо убранных помещений, при недостатке вентиляции и естественного освещения.

Микроорганизмы, в том числе и вирусы, попадают в воздух с капельками слюны, слизи, которые человек и животные выделяют при кашле и чихании. Кроме того, с естественными выделениями человека и животных, из различных отходов и отбросов патогенные микроорганизмы попадают в почву, а в сухую ветреную погоду с пылью поднимаются в воздух и могут стать источником заражения.

В воздухе над сушей содержится значительно больше микроорганизмов, чем над морями и океанами. Воздух полярных районов еще беднее микроорганизмами, чем морской. Большое количество микроорганизмов содержится в

воздухе над крупными промышленными городами, где поднимается много пыли. Сравнительно меньше микроорганизмов в воздухе над лесами, парками, полями, горами и ледниками.

Время года оказывает значительное влияние на содержание микроорганизмов в воздухе. Наибольшее их количество находится в воздухе летом, наименьшее – зимой. Количество микроорганизмов уменьшается после дождя, так как они оседают вместе с осадками. Зимой земля покрыта снегом, и воздух не может обогащаться микроорганизмами за счет почвы.

С удалением от поверхности земли численность микроорганизмов в воздухе заметно снижается. В Москве на высоте 500 м в 1 л воздуха находили не более 2-3 бактерий, на высоте 1000 м – 3 бактерии на 2 л воздуха, а на высоте 2000 м – 1 бактерию на 2 л. На расстоянии 5-7 км от Москвы на тех же высотах микроорганизмов в 3-4 раза меньше.

Состав микроорганизмов у поверхности земли чрезвычайно изменчив в зависимости от места и времени забора воздуха. Он подвержен сезонным колебаниям, на него влияют погодные условия.

2. МИКРООРГАНИЗМЫ ВОЗДУХА ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Микрофлора воздуха закрытых помещений более однообразна и относительно стабильна по сравнению с открытым воздухом. Среди микроорганизмов доминируют обитатели носоглотки человека, в том числе патогенные виды, попадающие в воздух при кашле, чихании или разговоре. Основным источником загрязнения воздуха патогенными видами – больные люди или бактерионосители. Уровень микробного загрязнения зависит главным образом от плотности заселения, активности движения людей, санитарного состояния помещения, в том числе пылевой загрязнённости, вентиляции, частоты проветривания, способа уборки, степени освещённости и других условий. Так, регулярные проветривания и влажная уборка помещений снижают обсеменённость воздуха в 30 раз (по сравнению с контрольными помещениями). Самоочищения воздуха закрытых помещений не происходит.

Помимо микроорганизмов, воздух закрытых помещений может представлять опасность из-за накопления в нем различных токсических веществ, которые образуются при отделке помещений несоответствующими санитарно-гигиеническим нормам материалами (линолеум, клей для обоев, асбоцементные листы, теплоэлектроизоляционные материалы, обои, пластик и т.д.). Имеются данные, что в современных помещениях воздух может быть в 100 раз токсичнее, чем наружный воздух даже в насыщенных промышленными предприятиями городах.

В воздухе замкнутых помещений может находиться радон, выделяющийся из земных недр. На открытом воздухе он обычно не представляет какой-либо опасности. Однако при наличии самых незначительных трещин в фундаменте зданий в условиях плохой вентиляции его концентрация в воздухе помещений может достигать опасного уровня. Так, проведенное в США обследование показало, что примерно в 8 миллионах домов концентрация радона превышает безопасный уровень. В ряде случаев была зафиксирована концентрация, при которой рабочие урановых предприятий должны пользоваться респираторами.

Источниками токсических веществ в воздухе помещений могут быть некоторые строительные и отделочные материалы (например, выделяющие формальдегид декоративные панели). Другие источники – это всевозможные препараты, применяемые в быту (например, краски, растворители, пестициды, освежители воздуха). Наконец, нельзя не сказать о наружных загрязнителях, таких как пыль, выхлопные газы, которые так или иначе проникают внутрь помещений и задерживаются там.

Контрольные вопросы:

1. Откуда микроорганизмы попадают в воздушную среду?
2. Какие микроорганизмы можно обнаружить в воздухе жилых помещений, на пищевых производствах и в животноводческих помещениях?
3. Оказывают ли времена года на содержание микроорганизмов в воздушной среде?
4. Как долго микроорганизмы могут содержаться и развиваться в воздухе?

3. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ МИКРОБНОЙ ОБСЕМЕНЕННОСТИ ВОЗДУХА

Санитарное состояние воздуха оценивается по *общему микробному числу* (количеству всех микроорганизмов, обнаруженных в 1 м³ воздуха) и по наличию *санитарно-показательных микроорганизмов* (гемолитические стрептококки и золотистый стафилококк). В данном случае гемолитические стрептококки и золотистый стафилококк являются патогенными микроорганизмами, которые непосредственно определяют в воздухе. При оценке санитарного состояния других объектов (кроме воздуха) используют косвенные показатели наличия патогенных микроорганизмов.

Обнаружение микроорганизмов воздуха проводится с использованием питательных сред, на которых бактерии растут и размножаются в виде колоний. Как правило, используют универсальную питательную среду – МПА (мясопептонный агар), на которой хорошо развиваются сапрофиты.

Колония – это потомство, выросшее из одной микробной клетки, попавшей на питательную среду. Питательные среды могут быть приготовлены в любой бактериологической лаборатории.

Основными методами, определяющими бактериальную обсемененность воздуха, являются: метод определения общей обсемененности воздуха по Коху (метод оседания), метод определения общей обсемененности воздуха аппаратом Кротова, метод мембранных фильтров, посев воздуха с помощью бактериоуловителя Речменского, бактериально-вирусный электропреципитатор (БВЭП-1), прибор ПАБ-1, прибор МБ.

Санитарно-микробиологическое исследование воздуха можно разделить на 4 этапа:

- 1) отбор проб;
- 2) обработка, транспортировка, хранение проб, получение концентрата микроорганизмов (если необходимо);
- 3) бактериологический посев, культивирование микроорганизмов;

4) идентификация выделенной культуры (определение патогенных и санитарно-показательных микроорганизмов, ОМЧ).

Правильное взятие проб гарантирует точность исследования. В закрытых помещениях точки отбора проб устанавливаются из расчета на каждые 20 м^2 площади – одна проба воздуха, по типу конверта: 4 точки по углам комнаты (на расстоянии 0,5 м от стен) и 5-я точка – в центре. Пробы воздуха забираются на высоте 1,6-1,8 м от пола – на уровне дыхания в жилых помещениях. Пробы необходимо отбирать днем (в период активной деятельности человека), после влажной уборки и проветривания помещения. Атмосферный воздух исследуют в жилой зоне на уровне 0,5-2 м от земли вблизи источников загрязнения, а также в зеленых зонах (парки, сады и т.д.) для оценки их влияния на микрофлору воздуха.

3.1 Метод определения общей микробной обсемененности воздуха по Коху (метод оседания)

Посев методом Коха (или седиментационный метод) основан на способности микроорганизмов в силу тяжести и под влиянием движения воздуха вместе с частицами пыли и капельками аэрозоля оседать на поверхность питательной среды. Для посева чашку Петри открывают в помещении на 5 мин. Затем чашки закрывают, подписывают и ставят в термостат на 48 ч для культивирования.

Подсчет количества колоний по правилу Омелянского. По правилу В.Л. Омелянского, за 5 мин. на поверхность чашки размером 100 см^2 оседает столько микроорганизмов, сколько их содержится в 10 л воздуха.

Могут быть использованы чашки разного диаметра, поэтому необходимо провести пересчет площади чашек. Например, площадь стандартной чашки Петри $78,5 \text{ см}^2$. Предположим, что на ней обнаружено в результате посева 25 колоний (т. е. 25 бактерий). Необходимо подсчитать, сколько бактерий (X) осело бы на чашку площадью 100 см^2 .

Составим пропорцию:

$$25 \text{ бак.} - 78,5 \text{ см}^2$$

$$X \text{ бак.} - 100 \text{ см}^2$$

$$X = \frac{100 \cdot 25}{78,5} = 31 \text{ бакт.}$$

Следовательно, 31 бактерия выросла бы на площади в 100 см^2 , т.е. столько бактерий содержится в 10 л воздуха. Один кубический метр воздуха равен 1000 л, поэтому в нем будет содержаться $31 \cdot 100 = 3100$ бактерий. Полученное количество бактерий в 1 м^3 воздуха сравнивают с нормами для каждого типа помещений. Опыт проводят в четырех повторах, с нормой сравнивается среднее количество бактерий.

Владея этим методом, чашки Петри можно размещать в различных помещениях на различных уровнях, учитывая среднее количество бактерий.

Кроме метода Коха, основанном на простом осаждении воздуха на поверхности питательной среды, можно для посева использовать различные приборы, дающие более точные данные.

3.2 Метод определения общей микробной обсемененности воздуха аппаратом Кротова

Посев аппаратом Кротова (аспирационный метод) основан на использовании ударного действия воздушной среды на питательную среду в чашках Петри. Прибор состоит из трех частей: для отбора воздуха, микроманометра и электрической части (рисунок 1).

Сущность его действия заключается в том, что при работе электромотора вращается диск с поставленной на него чашкой Петри, центробежный вентилятор засасывает через клиновидную щель в крышке воздух, который ударяется о поверхность питательной среды, оставляя на ней микроорганизмы. За 1 мин прибор может засасывать от 25 до 50 л воздуха. В зависимости от предполагаемого содержания микроорганизмов в воздухе устанавливают ту или иную скорость его протекания. При обычных анализах пропускают 50 л воздуха за 2 мин, при большом загрязнении экспозицию сокращают до 1 мин, иначе на чашках будет слишком много колоний, и учесть их будет трудно.

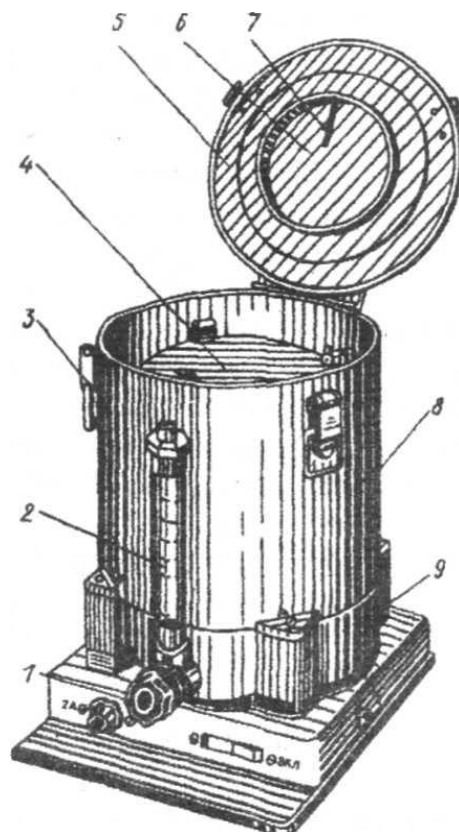


Рисунок 1 – Аппарат Кротова:

1 – вентиль ротаметра; 2 – ротаметр; 3 – накладные замки;
4 – вращающийся диск; 5 – крышка; 6 – диск; 7 – клиновидная щель;
8 – корпус; 9 – основание

Подсчет количества колоний. Расчет ведут по формуле

$$X = \frac{a \cdot 1000}{V},$$

где a – количество выросших на чашке колоний;

V – объем пропущенного через прибор воздуха, л;

1000 – искомый объем воздуха, л.;

X – количество микроорганизмов в 1 м^3 исследуемого воздуха.

3.3 Посев воздуха с помощью бактериоуловителя Речменского

Бактериоуловитель Речменского (рисунок 2) состоит из стеклянного цилиндра с резервуаром, содержащим стерильную жидкость (физиологический раствор, бульон). При прохождении воздуха происходит образование аэрозоля и обсеменение жидкости микроорганизмами воздуха. Прибор работает по принципу пульверизатора. Скорость отбора проб воздуха 10-20 л/мин. По окончании работы жидкость из приемника забирают стерильной пипеткой (2

мл) и затем высеивают на питательные среды с последующим культивированием и подсчетом выросших колоний.

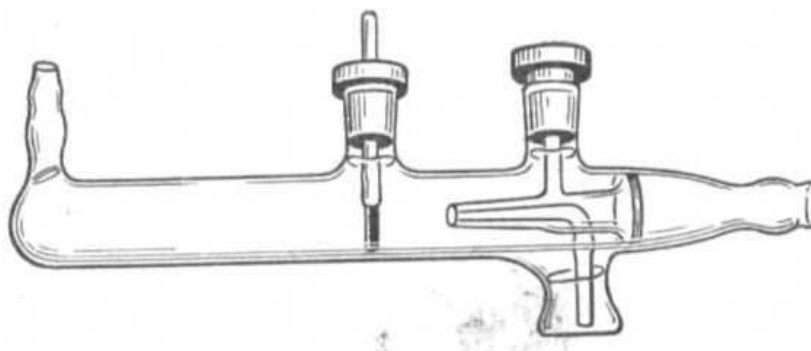


Рисунок 2 – Бактериоуловитель Речменского

3.4 Посев воздуха с использованием приборов, содержащих мембранные фильтры (Петрянова, «Микрофил» и др.)

Мембранные фильтры обладают способностью задерживать все микроорганизмы воздуха, поэтому их устанавливают на пути воздушной струи в специальных приборах. Фильтры после контакта с воздухом прижимают к поверхности питательных сред в чашках Петри, и осевшие на них микроорганизмы переносятся в чашку с питательной средой. Культивируют в термостате и подсчитывают количество выросших колоний.

3.5 Бактериально-вирусный электропреципитатор (БВЭП-1)

Прибор основан на аспирационно-ионизационном принципе действия. БВЭП-1 состоит из осадительной камеры, в которую вмонтированы электроды: отрицательный в виде приводящей трубки, через которую поступает воздух (и частички аэрозоля соответственно заряжаются отрицательно), и положительный, на котором оседают бактерии.

Прибор представляет собой металлическую чашу с улавливающей жидкостью (рисунок 3). В качестве улавливающей среды применяют мясопептонный бульон, 0,5 % мясопептонный агар, а при минусовых температурах – смесь 66,7% глицерина с 33,3 % мясопептонного бульона. Прибор переносной, работает от электросети и обладает значительно большей эффективностью в сравнении с аппаратом Кротова.

3.6 Пробоотборник аэрозольный бактериологический (ПАБ-1)

Механизм действия ПАБ-1 основан на принципе электростатического осаждения частиц аэрозоля (а следовательно, и микроорганизмов) из воздуха при прохождении его через прибор, в котором эти частицы получают электрический заряд и осаждаются на электродах с противоположным знаком. На электродах для улавливания аэрозолей помещают в горизонтальном положении металлические поддоны с твердыми средами в чашках Петри или жидкой питательной средой (15-20 мл). Прибор переносной с большой производительностью 150-250 л/мин, т.е. за 1 ч можно отобрать 5-6 м³ воздуха. Его рекомендуют применять для исследования больших объемов воздуха при обнаружении условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, например, при выявлении в воздухе палат больниц возбудителей внутрибольничных инфекций (*Pseudomonas aeruginosa*, *Staph. aureus* и др.), определении сальмонелл и эшерихий в атмосферном воздухе в местах дождевания при орошении сельскохозяйственных полей сточными водами.

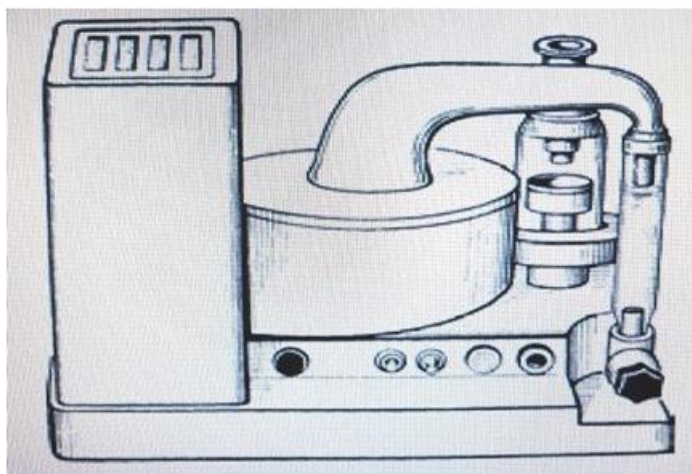


Рисунок 3 – Бактериально-вирусный электропреципитатор (БВЭП-1)

3.7 Прибор МБ

Прибор МБ служит не только для определения общей микробной обсеменности, но и для отбора проб воздуха с аэрозольными частицами различных размеров. Прибор МБ построен по принципу «сита» и представляет собой цилиндр, разделенный на 6 горизонтальных полос, на каждую из которых помещают чашки Петри с МПА. Воздух просасывается, начиная с верхней ступени, в пластине которой отверстия самые крупные, и чем ниже ступень, тем меньше

размером отверстия (через последние проходят только тонкодисперсные фракции воздушного аэрозоля). Прибор рассчитан на улавливание частиц аэрозоля размером более 1 мкм при скорости отбора воздуха 30 л/мин. Уменьшение числа отверстий обеспечивает более равномерное распределение по питательной среде аэрозоля из воздуха. Для улавливания еще более мелких частиц аэрозоля можно добавлять дополнительно фильтр из фильтрующего материала АФА.

При использовании любого из перечисленных приборов получаемые результаты являются приблизительными, однако они дают более правильную оценку обсемененности воздуха в сравнении с седиментационным методом. Поскольку и отбор и санитарно-микробиологические исследования воздуха не регламентированы ГОСТ, то можно использовать любой прибор для оценки бактериальной загрязненности воздуха. Во многих случаях отбор проб совмещен с этапом посева.

Контрольные вопросы:

1. Как определяют санитарное состояние воздуха?
2. Дайте определение понятию «колония».
3. Назовите основные методы определения бактериальной обсемененности воздуха.
4. Назовите отличия посева воздуха методом Коха от посева воздуха аппаратом Кротова.
5. Почему при посеве воздуха по методу Коха чашку Петри открывают на 5 минут.

4. МЕТОДИКА ПОДСЧЕТА КОЛОНИЙ НА ЧАШКАХ ПЕТРИ

4.1 Метод прямого подсчета

Колонии – это потомство, выросшее из одной микробной клетки, попавшей на питательную среду. Подсчитав количество колоний, мы определим, сколько было в воздухе микроорганизмов в момент его контакта с питательной средой (рисунок 4).

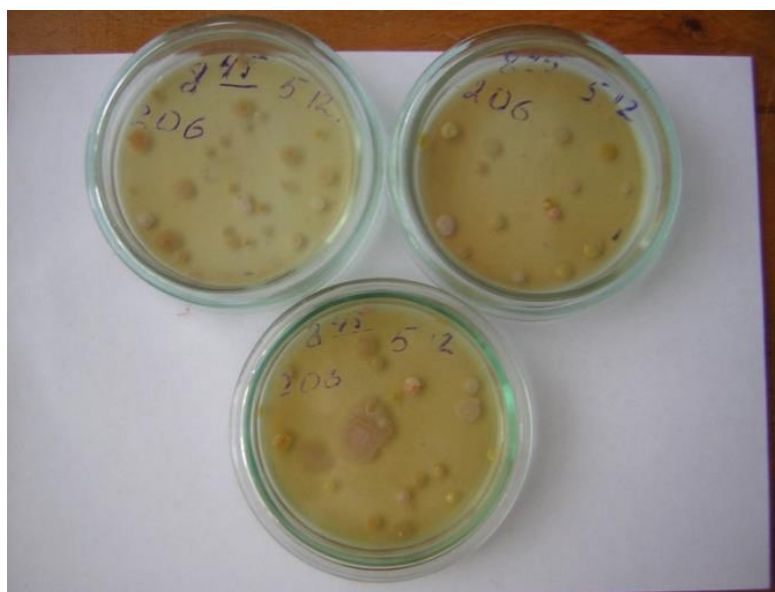


Рисунок 4 - Колонии микроорганизмов, выросшие при посеве воздуха

Для удобства подсчета дно закрытой чашки Петри разделяют карандашом по стеклу на секторы и каждую учтенную колонию отмечают точкой. При очень большом количестве колоний пользуются счетчиком. Поместив на поверхность счетчика чашку Петри вверх дном, отмечают колонии, при этом срабатывает автоматический счетчик. В начале работы необходимо записать показания счетчика, чтобы вычесть их из полученного в конце подсчета результата.

На чашках с посевом микроорганизмов воздуха, как правило, преобладают колонии пигментообразующих сапрофитных микроорганизмов, так как они обладают защитными механизмами против ультрафиолетовых лучей. При учете посевов воздуха рассматривают наличие различных групп микроорганизмов – количество пигментообразующих бактерий, спорообразующих бацилл, актиномицетов и грибов. Пигментообразующие колонии бактерий могут быть желтого, розового, оранжевого и других цветов. Бактерии образуют мелкие (1,5-2 мм) круглые колонии. Это могут быть и прозрачные, иногда переливающиеся (флюоресцирующие) колонии с ровным краем.

Бациллы образуют колонии более крупные, круглые, с неровными краями, сухие, морщинистые, непрозрачные. Колонии грибов растут в виде пушистого налета (мукор и аспергилл). Колонии пеницилла более плотные, зеленоватого цвета. Колонии актиномицетов выглядят как пушистые, небольшие, вросшие в агар, белые или окрашенные в разные цвета.

На чашках подсчитывают все группы микроорганизмов и выражают количество каждой группы в процентном отношении к общему числу колоний на чашке.

4.2 Подсчет колоний с использованием счетчика колоний микроорганизмов СКМ-1

Счетчик колоний (рисунок 5) предназначен для быстрого и эффективного подсчета количества колоний микроорганизмов на чашках Петри. Использование автоматического контактного стержня значительно упрощает подсчет: с его помощью соответствующая колония помечается, и электронный счетчик колоний автоматически переходит к следующей. В удобный, легко чистящийся

пластмассовый корпус счетчика колоний ColonyStar вмонтировано световое поле диаметром около 145 мм. С помощью насадки, уменьшающей световое поле, можно производить подсчет колоний на чашках Петри меньшего размера.



Рисунок 5 - Счетчик колоний микроорганизмов СКМ-1

Прямая или непрямая подсветка счетчика колоний, а также регулируемая высота корпуса гарантируют высокую эффективность работы и уменьшают нагрузку на глаза.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ САНИТАРНО-ПОКАЗАТЕЛЬНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ВОЗДУХЕ

Кроме общей микробной обсемененности воздуха, в нем определяют микроорганизмы, которые свидетельствуют о санитарном состоянии воздуха, т.е. о его безопасности. Показателями санитарного состояния воздуха принято считать микроорганизмы, которые являются возбудителями воздушно-капельных инфекций, выделяются человеком или животным в воздух из носоглотки и верхних отделов респираторного тракта и могут достаточно длительно сохраняться в воздухе. Такими микроорганизмами принято считать представителей семейства *Streptococcaceae* (гемолитические стрептококки *Streptococcus viridians*, *Streptococcus haemolyticus*) и семейства *Micrococcaceae* (золотистый стафилококк *Staphylococcus aureus*). Для обнаружения в воздухе этих микроорганизмов используют для посева воздуха не мясо-пептонный агар (МПА), а другие, специальные питательные среды, предназначенные для культивирования этих видов микроорганизмов.

Принципы посева воздуха и подсчета микроорганизмов остаются те же, что и при определении общего микробного числа воздуха. Особенностью этого метода является, во-первых, то, что посев производится на другие питательные среды, а не на МПА. Во-вторых, время посева увеличивается, так как санитарно-показательных микроорганизмов в воздухе содержится значительно меньше, чем сапрофитных. При определении кокковой флоры посев воздуха на чашки Петри методом оседания проводят в течение 40 мин, а не 5 мин, как при определении общей микробной обсемененности.

Гемолитические стрептококки, являющиеся транзитными обитателями носоглотки человека, зева животных, выделяются в воздух с капельками слюны (орально-капельным путем). Сроки их выживания в воздухе и в окружающей среде практически не отличаются от сроков, характерных для большинства других возбудителей воздушно-капельных инфекций. Поэтому обнаружение гемолитических стрептококков в воздухе помещений указывает на возможное

его загрязнение и другими патогенными микроорганизмами (бактериями, вирусами), содержащимися в зеве, носоглотке, верхних отделах респираторного тракта человека и животных и являющимися возбудителями воздушно-капельных инфекций. Для обнаружения гемолитических стрептококков необходимо использовать питательную среду с содержанием крови (кровяной агар), так как гемолитические стрептококки продуцируют ферменты типа гемолизинов (стрептолизинов), разрушающие эритроциты крови. Колонии таких микроорганизмов хорошо видны на чашках Петри с кровяным агаром по изменению среды вокруг колоний. Чашки Петри с кровяным агаром засевают микроорганизмами воздуха, культивируют при температуре 37 °С, затем анализируют результаты посева. По отношению к кровяному агару стрептококки делятся на три группы:

- 1) α (альфа) – гемолитический стрептококк (*Streptococcus viridans*), образующий вокруг колонии зеленую зону (зеленящий стрептококк);
- 2) β (бета) – гемолитический стрептококк (*Streptococcus haemolyticus*, или *Streptococcus pyogenes*), вызывающий гемолиз (растворение) эритроцитов, проявляющийся в образовании светлой зоны вокруг колонии бактерий;
- 3) γ (гамма) – негемолитический стрептококк (*Streptococcus anhaemolyticus*), не изменяющий кровь вокруг колонии.

Альфа-гемолитический стрептококк вызывает неполный гемолиз (разрушение) эритроцитов и гемоглобина, в результате чего агар вокруг колоний такого микроорганизма приобретает зеленоватый цвет. Бета-гемолитический стрептококк полностью разрушает эритроциты, в результате чего образуется светлая зона вокруг колоний. Гамма-стрептококк не вызывает видимых изменений на кровяном агаре, но растет на нем.

При анализе санитарного состояния воздуха на чашках с посевами воздуха на кровяной агар учитываются колонии стрептококков, вызывающие гемолиз эритроцитов.

Золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*), являющийся вторым показателем санитарного состояния воздуха, часто встречается на кожных по-

кровях животных. Золотистый стафилококк – факультативный обитатель носоглотки и зева. Его присутствие свидетельствует об орально-капельном загрязнении воздуха. Определяют стафилококк посевом воздуха на питательную среду – желточно-солевой агар или агар, дополненный 10% снятого молока (молочный агар). Можно при изучении свойств стафилококков использовать также и кровяной агар, так как золотистый стафилококк продуцирует гемолизины, разрушающие эритроциты.

Посев воздуха производят одним из описанных выше способов. Учитывают посевы после инкубации чашек при температуре 37 °С в течение 24-48 ч. Золотистый стафилококк образует гладкие, выпуклые, непрозрачные, диаметром около 4 мм колонии желтоватого цвета (бактерии вырабатывают желтый пигмент, и цвет колонии варьирует от белого до оранжевого). Наиболее интенсивно пигмент образуется на молочно-солевом агаре. Колонии стафилококка выглядят как крупные, плоские, блестящие, окруженные радужной зоной. На желточном агаре вокруг колоний происходит разрушение желтка (посветление среды). Изменение питательной среды связано с действием на ее компоненты фермента лецитиназы, вырабатываемого стафилококком. Подсчитывают количество таких колоний по наличию характерных изменений. Условными критериями чистоты воздуха приняты данные, приведенные в таблице. Наличие золотистого стафилококка в воздухе свидетельствует о неблагополучии воздушной среды.

Одновременное обнаружение в воздухе жилых или производственных помещений гемолитических стрептококков и золотистого стафилококка свидетельствует о высокой степени его загрязненности.

Критерии для оценки воздуха жилых помещений по числу микроорганизмов в 1 м³ воздуха

Оценка воздуха	Летом в 1м ³		Зимой в 1м ³	
	Всего микроорганизмов	Гемолитический и зеленающий стрептококк	Всего микроорганизмов	Гемолитический и зеленающий стрептококк
Чистый	до 1500	16	4300	36
Грязный	до 2500	36	7000	124

Контрольные вопросы:

1. Назовите санитарно-показательные микроорганизмы воздуха.
2. На каких средах культивируют санитарно-показательные микроорганизмы воздуха и какие колонии они образуют.
3. В результате чего образуется зеленая зона вокруг колонии α (альфа) – гемолитического стрептококка?
4. В результате чего на желточном агаре вокруг колоний происходит разрушение желтка (просветление среды)?
5. О чем свидетельствует обнаружение в воздухе жилых и производственных помещений санитарно-показательных микроорганизмов?
6. В чем особенность посева воздуха для определения санитарно-показательных микроорганизмов?

6. ОПИСАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ МИКРООРГАНИЗМОВ, КОЛОНИЙ КОТОРЫХ МОЖНО ОБНАРУЖИТЬ ПРИ ПОСЕВЕ ВОЗДУХА

6.1 Микроорганизмы шаровидной формы

Представители Домена бактерий Firmicutes

Грамположительные кокки

Род Micrococcus (микрококки). Микрококки встречаются на коже человека и животных, представляя собой нормальную микрофлору наружных покровов, и поэтому могут находиться в воздухе закрытых помещений. Микрококками могут быть обсеменены и предметы обихода, оборудование. Микрококки выделены также из пищевых продуктов. Обычное местообитание этих микроорганизмов – почва и вода, оптимальная температура роста 25-37 °С. Микроорганизмы растут при содержании в среде соли 5%, т.е. относятся к галотолерантным. Колонии микроорганизмов на питательной среде – белые или желтоватые, выпуклые, средних размеров, в диаметре 3-4 мм. Микроорганизмы видов *Micrococcus roseus* образуют колонии розового цвета, а *Micrococcus flava* – желтого. При микроскопическом исследовании клетки микрококков выглядят как мелкие, шаровидные, размером 0,5-2,0 мкм в диаметре, располагаются поодиночке и в парах, а также образуют неправильные скопления, тетрады или кубические пакеты, но не располагаются цепочками.

Род Sarcina (сарцины). Микроорганизмы этого рода широко распространены в природе, сапрофиты, встречаются в воздухе, почве, находятся на поверхности злаков, в кишечном тракте млекопитающих. Оптимальная температура роста 30-37 °С. На питательной среде *Sarcina flava* дает крупные колонии (до 4 мм в диаметре) – желтые, бугристые, непрозрачные, матовые. Типовой вид для микроорганизмов этого рода – *Sarcina ventriculi*, изолируемая из кишечного тракта. В препаратах, приготовленных из колоний, расположение кокков напоминает форму пакетов или тюков, состоящих из 8, 16 и более клеток. Это связано с особенностью деления микроорганизмов этого рода – делением их в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Другие представители

этого рода – *Sarcina alba*, *Sarcina rosea*.

Род *Staphylococcus* (стафилококки). Стафилококки распространены повсеместно, колонизируют кожные покровы и поверхности слизистых оболочек человека и животных. Из 27 описанных к настоящему времени видов 14 видов обнаружены на коже и слизистых человека, температурный оптимум их развития 30-37 °С. Основные виды, обитающие на наружных покровах, относятся к непатогенным (*S. saprophyticus*, *S. hominis* и др.). Колонии стафилококков круглые, с ровным краем, крупные (4-5 мм).

Для патогенных стафилококков типовым видом является золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*), названный так в связи с продуцируемым им пигментом золотистого цвета. Находясь в воздухе, стафилококки хорошо переносят высушивание, сохраняя при этом свою вирулентность, долго не погибают при прямом воздействии солнечного света (в течение 10-12 ч). Они довольно устойчивы к нагреванию – при температуре 70-80 °С погибают за 20-30 мин. Стафилококки устойчивы к повышенному содержанию хлорида натрия и хорошо растут на средах с содержанием 5-10% NaCl, поэтому для их культивирования используют солевые среды (молочно-солевую, желточно-солевую). Стафилококки могут находиться не только в воздухе, но и в пищевых продуктах, в воде, в частицах пыли. Стафилококки представляют опасность для человека, так как вызывают многочисленные заболевания. Колонии золотистого стафилококка могут иметь как золотисто-желтый, так и эмалево-белый цвет, непрозрачные, влажные, блестящие. На кровяном агаре дают колонии, вокруг которых образуются зоны гемолиза.

В микроскопических препаратах, приготовленных из колоний, микроорганизмы выглядят как сферические клетки диаметром 0,5-1,5 мкм, расположены в основном гроздьями, парами или одиночно, что связано с особенностью их деления.

Род *Stomatococcus* (стоматококки) – микроорганизмы, входящие в состав микробных ценозов ротовой полости и верхних дыхательных путей человека. В отличие от стафилококков, стоматококки не растут на питательных средах с

повышенным содержанием хлорида натрия, а на кровяном агаре не дают зон гемолиза. Они растут в виде белых гладких колоний, трудно снимаемых с поверхности среды.

Род Streptococcus (стрептококки) – мелкие (1-2 мм), круглые, прозрачные, сероватого цвета, плоские колонии. Непатогенные виды встречаются в норме на слизистой полости рта и зева человека и животных. Но могут встречаться и стрептококки, паразитирующие на коже и слизистых оболочках млекопитающих. В тканях человека впервые стрептококки были обнаружены при роже и раневых инфекциях. В мазках из колоний они располагаются парами или короткими цепочками.

6.2 Микроорганизмы палочковидной формы

Представители Домена бактерий

Firmicutes

Палочковидные микроорганизмы имеют чаще всего цилиндрическую форму с резко обрезанными, заостренными или закругленными концами. Палочковидные формы, не образующие спор, называют бактериями, образующие споры – бациллами. Величина палочковидных бактерий находится в пределах 1-5 мкм в длину и 0,5-1,0 мкм в диаметре, бациллы значительно крупнее. Микроорганизмы палочковидной формы могут быть представлены в воздухе неспоровыми и споровыми организмами, попадающими в воздух с пылью из почвы, с пола.

6.3 Грамположительные палочки, образующие эндоспоры

Род Bacillus (бациллы) – колонии крупные (более 4 мм), непрозрачные, часто с неровным краем, шероховатые или морщинистые. Спорообразующие микроорганизмы.

В цитоплазме бактерий могут быть различные включения и отложения в виде капелек жира и серы, гранул метофосфатов, гликогена, скоплений пигмента. Гликоген и гранулеза являются запасными питательными веществами, относящимися к полисахаридам. Они часто обнаруживаются в клетках маслянокислых и пектинразлагающих бацилл. Липопротеиновые включения встреча-

ются в клетках *Bacillus subtilis*, *Bacillus mycoides*, *Bacillus mesentericus*.

Кроме описанных микроорганизмов, в воздухе могут находиться споры актиномицетов и грибов, попадающие в него из почвы и пыли.

6.4 Грамположительные неспорообразующие палочки неправильной формы

Домен Бактерии

Тип: Актинобактерии

Actinobacteria (*прежнее название* актиномицеты). Актиномицеты, или лучистые грибки (*mycos* – гриб, *actis* – луч), получили свое первоначальное название в связи с тем, что образуют мицелий, напоминая грибы. Сейчас доказано, что актиномицеты представляют собой клетку прокариот, поэтому по современной классификации они отнесены к царству прокариот и не являются грибами. Мицелий актинобактерий отличается от мицелия грибов толщиной нитей (гифов) – они значительно тоньше, чем у грибов. Колонии актинобактерий мелкие (1-2 мм), пушистые, белого цвета или окрашенные в самые различные цвета за счет образования пигментов. Колонии трудно снимаются петлей, так как врастают в среду за счет наличия субстратного мицелия. Имеют приятный фруктовый запах или запах свежевспаханной земли.

Это одноклеточные микроорганизмы, представляющие гифы – нити, 0,5-1,2 мкм в поперечнике и различной длины. Гифы имеют оболочку цитоплазмы со значительным количеством включений и ядерный аппарат.

Некоторые виды актинобактерий не образуют гифы, клетки могут быть палочковидной формы, чаще всего искривлены, с небольшими боковыми выростами, напоминающими ветви (род *Mycobacterium*).

Размножение происходит путем распада мицелия на фрагменты – оидии, которые при благоприятных условиях могут дать начало новому мицелию, а также спорами. Споры формируются на ветках воздушного мицелия (спороносцах). Они легко отделяются от мицелия и, попадая на питательный субстрат, быстро прорастают.

Таким образом, по строению клетки, по отношению к краскам и пита-

тельными средам актинобактерии сходны с бактериями, а по характеру размножения и прорастания спор – с низшими грибами.

Актинобактерии широко распространены в воздухе, в воде, навозе, и других субстратах. Почвенные актинобактерии преимущественно аэробы (развивающиеся при доступе кислорода воздуха), но бывают и факультативные анаэробы (жизнедеятельность проявляется при отсутствии свободного кислорода). Оптимальная температура для развития актиномицетов 23-37 °С.

6.5 Представители Домена эукариот – Микроскопические грибы

Микроскопические грибы – обширная группа эукариотических микроорганизмов, характеризующаяся следующими основными признаками: колонии крупные, занимающие почти всю чашку, с высоким пушистым мицелием белого, черного или зеленого цвета в зависимости от вида гриба. Легко снимаются бактериологической петлей, так как имеют воздушный мицелий. На воздушном мицелии обычно образуются органы плодоношения грибов. Попадание спор в продукты или корма приводит к развитию в них грибов, продуцирующих токсины, в результате чего может развиваться тяжелое отравление, носящее общее название микотоксикоз.

Род Aspergillus. Для них типично бесполое размножение экзоспорами. Споры черного цвета. Представители этого рода в норме находятся в почве, где играют большую роль в разложении органических остатков и образовании почвенного гумуса, так как продуцируют сильные ферменты. Отдельные виды их могут вызывать аспергиллез дыхательных путей, глаз, уха, пищеварительного тракта и общее поражение у людей, сельскохозяйственных животных и птиц. Отдельные виды продуцируют сильнейшие токсины (афлатоксин и др.).

Род Penicillium имеет многоклеточный мицелий. Виды этого рода широко распространены в природе. Развиваясь на фруктах, овощах, продуктах, кожах, книгах, вызывают их порчу; отдельные виды являются патогенными для людей и животных, поражая кожу, ногти, дыхательные пути и другие органы, а некоторые виды используются для промышленного производства пенициллина.

Род Mucor характеризуется одноклеточным строением мицелия и органами размножения в виде спорангиеносцев. Спорангиеносцы неветвящиеся, отрастают от грибницы. Спорангии, сидящие на их верхушках, крупные, шарообразные, с массой спор. Этот род грибов широко распространен в природе. На продуктах растет в виде поверхностной тонкой пленки сероватого пушистого налета.

7. ВОЗДУХ КАК ВОЗМОЖНЫЙ ПУТЬ ПЕРЕДАЧИ ВОЗДУШНО-КАПЕЛЬНЫХ ИНФЕКЦИЙ

По воздуху закрытых помещений (жилых, служебных и производственных) могут распространяться возбудители заболеваний человека, носящие название воздушно-капельных инфекций. Кроме того, в воздухе могут находиться микроорганизмы, вызывающие порчу продукции. В плохо убранных помещениях пыль, а вместе с ней и микроорганизмы, при перемещении людей по помещению многократно поднимаются в воздух, а затем оседают на предметах обихода, оборудовании. При этом, даже высыхая, многие виды патогенных микроорганизмов не теряют своей жизнеспособности.

Возбудители бактериальных инфекций

Домен:	Бактерии
Тип:	Актинобактерии
Класс:	Актинобактерии
Порядок:	<i>Mycobacteriales</i>
Семейство:	<i>Mycobacteriaceae</i>
Род:	Микобактерии
Вид:	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>

Микобактерии туберкулёза (*Mycobacterium tuberculosis*).

Микобактерии туберкулёза были открыты Р. Кохом в 1882 г. Это Gr⁺, не образующие спор бактерии; по сравнению с другими неспорообразующими палочками микобактерии туберкулёза очень устойчивы во внешней среде, т.к. имеют наружную липидную капсулу. В проточной воде они могут сохраняться до 1 года, в почве и навозе – 6 мес, на различных предметах – до 3 мес. Заболевание туберкулёзом распространено повсеместно. Источником инфекции является больной человек. Ежегодно на планете от туберкулёза умирают 3 млн человек. Инкубационный период при туберкулёзе сравнительно продолжительный – от нескольких недель до 5 лет. Туберкулёз характеризуется многообразием клинических форм. Профилактика туберкулёза обеспечивается путём ранней

диагностики, своевременного выявления больных и их диспансеризации. Микобактерии чувствительны к солнечному свету. Поэтому говорят: «Если в помещение часто заглядывает солнце, в него редко заглядывает врач».

Коринобактерии дифтерии (*Corynebacterium diphtheriae*).

Домен:	Бактерии
Тип:	Актинобактерии
Класс:	Актинобактерии
Порядок:	<i>Mycobacteriales</i>
Семейство:	<i>Corynebacteriaceae</i>
Род:	Коринебактерии
Вид:	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>

Возбудители дифтерии – тяжелейшего в прошлом заболевания, с большим количеством летальных исходов. Впервые микроорганизмы описаны немецким микробиологом Эдвином Клебсом (1883), выделена в чистую культуру немецким врачом и микробиологом Фридрихом Лёффлером (1884). Это Гр⁺, прямые или слегка изогнутые палочки неправильной формы, с булавовидными утолщениями на концах. Спор не образуют, жгутиков не имеют, имеют микрокапсулу. Возбудители дифтерии достаточно устойчивы к различным факторам внешней среды. При комнатной температуре на различных предметах могут сохраняться от 1 до 2 мес. Наиболее восприимчивы к дифтерии дети от 1 до 7 лет. Заболевание начинается с повышения температуры тела, боли при глотании, появлении плёнки на миндалинах. Токсин возбудителя поражает сердечную мышцу. Профилактика обеспечивается прививкой в виде вакцины АКДС (Коклюшно-Дифтерийно-столбнячный анатоксин), ранней диагностикой, своевременным выявлением больных и их госпитализации.

Возбудители коклюша (*Bordetella pertussis*) (от фр.*coqueluche*; лат. *Pertussis*) – палочки Борде-Жангу.

Домен:	Бактерии
Тип:	Протеобактерии

Класс:	Бета-протеобактерии
Порядок:	<i>Burkholderiales</i>
Семейство:	<i>Alcaligenaceae</i>
Род:	Бордетеллы
Вид:	<i>Bordetella pertussis</i>

Возбудители коклюша открыты этими французскими учеными в 1906 г. Возбудители – мелкие палочки овальной формы, похожие на кокко-бациллы, подвижные, Гр-. Во внешней среде неустойчивы. На солнечном свету погибают через час. Заражение коклюшем происходит воздушно-капельным путем, т.е. через дыхательные пути и выражается в спазматическом кашле, доводящим до рвоты, посинения, остановки дыхания. При коклюше у больного появляются приступы. Таких приступов может быть 5-40 в сутки. В 2014 г. стало возможным включение в российский календарь прививок 13-валентной пневмококковой конъюгированной и 5-валентной вакцины для профилактики коклюша, дифтерии, столбняка и Hib (*Гемофильная палочка* типа b-Hib) в результате частичной локализации производства современных иммунобиологических препаратов на территории нашей страны.

Патогенные кокки

Стафилококки. В этой обширной группе микроорганизмов встречаются как сапрофиты, обитающие в окружающей среде, так и патогенные виды. Стафилококки – это Гр+, небольшие круглые клетки, после деления располагаются в мазках одиночно, парами или в виде гроздьев винограда. Сапрофитные стафилококки являются нормальными обитателями кожи и слизистых оболочек человека. Для патогенных видов типовым является золотистый стафилококк. Известно более 100 клинических форм проявлений стафилококковых инфекций. Стафилококки способны поражать практически любые ткани и органы. Среди патогенных микроорганизмов стафилококки наиболее устойчивы в окружающей среде. Они хорошо переносят высушивание, замораживание. При попадании *Staphylococcus aureus* в пищевые продукты микроорганизмы размножаются и продуцируют энтеротоксин, вызывающий пищевую интоксикацию.

Стрептококки. Этот род представлен более 20 видами бактерий, среди которых встречаются как патогенные, так и представители нормальной микрофлоры человека. Стрептококки – это Гр⁺, мелкие шаровидные клетки, в мазках располагаются парами или цепочками. В окружающей среде – в пыли, на различных предметах сохраняются долго. Основным механизмом передачи стрептококковой инфекции является контактно-бытовой. Также возбудители могут передаваться воздушно-капельным путём. Стрептококки вызывают у человека многие болезни: **скарлатину** (заражение происходит воздушно-капельным путём, характеризуется появлением высыпаний на шее и верхней части грудной клетки), **ангину**, **ревматизм** и др.

Менингококки. Возбудители менингококковой инфекции – мелкие диплококки, в мазках напоминают кофейные зёрна, Гр⁺. Во внешней среде быстро погибают. Основным источником менингококковой инфекции – больной человек или бактерионоситель. Возбудитель передаётся воздушно-капельным путём. Менингит начинается остро. Отмечается высокая температура, рвота, судороги, очень сильная головная боль. Последствия менингита остаются, как правило, на всю жизнь.

8. ВИРУСЫ В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ И ИХ ЭПИДЕМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

К вирусным инфекциям, для которых характерен воздушно-капельный механизм передачи, относится более полутора десятка нозологических форм. Среди них на первом месте стоят острые инфекции дыхательных путей, вызываемые **респираторными вирусами (ОРВИ)**.

Основным источником загрязнения воздушной среды респираторными вирусами являются люди – больные, или вирусоносители. При ОРВИ возбудители размножаются и накапливаются в ворсинчатом эпителии слизистой оболочки дыхательных путей. При кашле, чиханье или разговоре больных вирусные частицы с каплями слюны, слизи или мокроты попадают в воздушную среду, где образуется дисперсная система – аэрозоль. Крупные капли аэрозоля (от 100 до 2000 нм) быстро оседают на поверхность окружающих предметов, и если вирионы, находящиеся в каплях аэрозоля, не попадут в организм восприимчивых лиц, то они могут потерять свое инфицирующее, эпидемическое значение. Однако осевшие крупные капли высыхают, образуется пыль, которая при определенных условиях поднимается в воздушную среду, образуя так называемую пылевую фазу аэрозоля. В этих частицах в воздухе находятся и вирусы. Мелкие капли (размером менее 100 нм) в течение нескольких секунд высыхают, образуя устойчивую аэродисперсную систему – капельные ядрышки, способные в течение длительного времени оставаться во взвешенном состоянии и переноситься воздушными потоками на значительные расстояния.

Экспериментальными исследованиями установлено, что в закрытых помещениях инфицирование восприимчивых лиц малоустойчивыми в окружающей среде вирусами (респираторно-синцитиальный, вирус парагриппа, в меньшей степени – вирус гриппа) осуществляется в основном за счет капельной фазы аэрозоля.

Более устойчивые вирусы (аденовирусы, некоторые ЕСНО-вирусы) могут проникать в организм людей также и в виде пылевой фазы аэрозоля.

Контакт восприимчивого контингента с вирусными аэрозолями наиболее вероятен в закрытых помещениях, так как в этих условиях создаются наиболее высокие концентрации вируса в единице объема воздуха. Однако и атмосферный воздух может служить фактором передачи некоторых вирусов, например энтеровирусов в местах дождевания земледельческих полей сточными водами или вируса ящура в период эпизоотии ящура на животноводческих фермах.

Возможность распространения вирусов аэрогенным путем во многом зависит от их выживаемости в условиях воздушной среды. Выживаемость вирусов в воздухе изучена при создании вирусных аэрозолей в герметических камерах, имитирующих закрытые помещения. Наиболее детально изучена жизнеспособность вируса гриппа – одного из типичных представителей респираторных вирусов. По данным различных авторов, вирус гриппа сохраняет свою инфекционную активность в аэрозоле от 1-2 ч до 23 ч. Столь значительные колебания в сроках выживания вирусов гриппа обусловлены различной степенью дисперсности аэрозоля, различной концентрацией вируса, объемом аэрозольных камер и другими факторами. Получены экспериментальные данные по выживаемости в аэрозоле некоторых других респираторных вирусов, а также вирусов, для которых воздушный путь инфицирования не является типичным. Последнее имеет чрезвычайно большое практическое значение для профилактики внутрилабораторных заражений аэрогенным путем. **Так, вирусы парогриппа могут сохраняться жизнеспособными в воздухе в течение 1-2 ч, аденовирусы – 4-6 ч, вирусы полиомиелита – до 23 ч.**

Существенное влияние на выживаемость вирусов в воздухе оказывают температура и относительная влажность. Повышение температуры, как правило, приводит к быстрой инактивации вирусов. Так, при температуре +7 °С вирусы гриппа, полиомиелита, осповакцины и венесуэльского энцефаломиеелита лошадей выживают в воздухе аэрозольной камеры свыше 23 ч, тогда как при температуре +32 °С – только 1 ч.

Влияние относительной влажности воздуха на выживаемость вирусов в воздухе неоднозначно и зависит от биологических свойств вирусов. Вирусы

гриппа, парагриппа, респираторно-синцитиальный наиболее устойчивы в воздухе при низких показателях относительной влажности (ниже 30%) и быстро инактивируются при влажности воздуха 50-70%. В противоположность перечисленной выше группе вирусов вирусы полиомиелита, аденовирусы и некоторые другие наиболее устойчивы в воздухе при высоких показателях относительной влажности и быстрее инактивируются при их понижении. Предполагают, что различное инактивирующее влияние относительной влажности воздуха на вирусы обусловлено строением вириона и, в частности, наличием или отсутствием в его оболочке липидов.

По сравнению с устойчивостью кишечных вирусов в водных объектах респираторные вирусы менее устойчивы в воздушной среде. Несмотря на незначительную устойчивость, постоянное поступление вирусов в воздух закрытого помещения при выдыхании и разговоре больных является потенциально опасным в эпидемическом отношении. Для заражения воздушно-капельным путем иногда достаточно нескольких минут и даже секунд общения восприимчивых лиц с больным человеком.

Несмотря на широкое распространение острых респираторных вирусных инфекций, выделение вирусов из воздуха закрытых помещений представляет большие трудности, так как концентрация их в воздухе незначительна, даже при наличии источника – больного человека.

В настоящее время примером распространения через воздух вирусов гриппа (все вирусы содержат РНК) является **вирус свиного гриппа** – болезнь дыхательных путей, которую вызывает вирус гриппа вида H1N1 (вирус свиного гриппа А H1N1 был открыт еще в 1930 г.). Предполагают, что эта новая разновидность H1N1 появилась в результате смешения в организме одного животного различных вариантов вирусов, обычно поражающих представителей разных видов. Другим примером распространения вирусной инфекции через воздух является **вирус птичьего гриппа (H5N1)**, который инфицировал как кур, так и людей. Это был первый случай, когда обнаружилось, что вирус птичьего гриппа **может напрямую передаваться от птиц человеку**.

Вирус атипичной пневмонии (SARS-Cov). SARS (Sever Acute Respiratory Syndrome – тяжелый острый респираторный синдром) как новое инфекционное заболевание впервые зарегистрировано в Китае 15 ноября 2002 г., а первое сообщение ВОЗ по этому вопросу появилось 11 февраля 2003 г. По состоянию на 6 мая 2003 г. в ВОЗ сообщено о 6727 случаях болезни (478 летальных исходов) в 28 странах на 4-х континентах. Преобладающее количество больных приходится на Китай (90%), откуда в основном и произошло распространение болезни в страны мира **воздушным транспортом**. В КНР происходит и наиболее существенный и пока непрекращающийся прирост новых случаев „атипичной пневмонии“. Риск выноса данной болезни существует также из Канады, Сингапура, Тайваня. Это РНК-ковый вирус роду *Coronavirus* сем. *Coronaviridae*.

Основной механизм передачи атипичной пневмонии – **воздушно-капельный**. Не исключается также заражение при контакте с выделениями больных и контаминированными ими объектами окружающей среды, проникновение возбудителя в организм человека алиментарным путем (пищевые продукты, вода и др.

➤ Вспышка **коронавирусной инфекции COVID-19 (пневмония нового типа)** началась в конце декабря 2019 г. У жителей города Ухань провинции Хубэй центрального Китая выявили первые случаи **пневмонии неизвестного происхождения**. Заболевание было связано с местным рынком животных и морепродуктов. 30 января 2020 г. ВОЗ признала вспышку нового коронавируса чрезвычайной ситуацией в области общественного здравоохранения, имеющей международное значение.

➤ 11 февраля 2020 г. заболевание получило название новой коронавирусной пневмонии – **COVID-2019** (официальное название вызвавшего пандемию вируса – **SARS-CoV-2**). Количество заболевших и умерших в мире нарастало с катастрофической скоростью и 2 марта 2020 г. ВОЗ **объявила** о начале **пандемии COVID-19** (пандемия – массовое заболевание людей, распространенное по всей планете) – семейство вирусов, включающее на май 2020 г. 43 вида

РНК – содержащих вирусов, объединённых в два подсемейства, которые поражают млекопитающих, включая человека, птиц и земноводных. Название связано со строением вируса, шиповидные отростки которого напоминают солнечную корону.

Известно 7 коронавирусов, поражающих человека:

HCoV-229E – *Alphacoronavirus*, впервые выявлен в середине 1960-х гг.;

HCoV-NL63 – *Alphacoronavirus*, возбудитель был выявлен в Нидерландах в 2004 году;

HCoV-OC43 – *Betacoronavirus A*, возбудитель выявлен в 1967 году;

HCoV-NKUI – *Betacoronavirus A*, возбудитель обнаружен в Гонконге в 2005 г.;

SARS-CoV – *Betacoronavirus B*, возбудитель тяжёлого острого респираторного синдрома, первый случай заболевания которым был зарегистрирован в 2002 году;

MERS-CoV – *Betacoronavirus C*, возбудитель ближневосточного респираторного синдрома, вспышка которого произошла в 2015 году;

SARS-CoV-2 – *Betacoronavirus B*, выявленный во второй половине 2019 г., вызвавший пандемию пневмонии нового типа COVID-19 и ставший сейчас всемирной проблемой, в результате чего были закрыты многие границы и введены экстренные меры безопасности. На 02.09.2020 г. в мире заболело COVID-19-25,8 млн. чел., умерло 859 тыс., а на 21.04.2021 г. заболело всего 147 млн., скончались – 3,1 млн.чел.

➤ В процессе изучения вируса SARS-CoV-2 обнаружилось, что он вызывает не просто пневмонию, а заболевание сосудистой системы всего организма человека, что затруднило лечение и потребовало смены нескольких схем лечения с начала пандемии.

➤ Оказалось, что вирус SARS-CoV-2, как и другие вирусы, мутирует, и стали появляться новые, отличающиеся по вирулентности и скорости распространения от исходного, штаммы. Генетическая последовательность

WIV04/2019 вероятно, является исходным штаммом, заражающим людей, известным как «генетическая последовательность ноль».

Британский штамм. В Великобритании объявили о распространении в стране нового коронавируса штамма **B.1.1.7 (VUI202012/1)**, который отличался значительно большей заразностью (на 70% заразнее) по сравнению с исходным вариантом, и тем, что несет мутации D614G. Затем эту мутацию вируса выявили уже в нескольких странах мира, в том числе в Дании, Нидерландах и Австралии, и штамм продолжил распространяться высокими темпами по планете. Штамм 202012/01 (VOC-202012/01), ранее известный как первый штамм, находящийся на рассмотрении в декабре 2020 г. (VUI – 202012/01), а также как линия B.1.1.7 или 20B/501Y.V1, был впервые обнаружен в октябре 2020 года во время пандемии COVID-19 в Великобритании из образца, взятого в предыдущем месяце. С тех пор его шансы на преобладание удваивались каждые 6,5 дней (предполагаемый интервал между поколениями вируса). Это коррелирует со значительным увеличением частоты инфицирования COVID-19 в Великобритании. Считается, что это увеличение, по крайней мере частично, связано с изменением N501Y внутри рецептор-связывающего домена шипового гликопротеина, который необходим для связывания с ACE2 в клетках человека.

Бразильский штамм B.1.1.248 отличается от первоначального вируса мутациями в 38 из 180 геномов. Линия B.1.1.248 была обнаружена в Токио 6 января 2021 г. Национальным институтом инфекционных заболеваний (NIID). Новый штамм был обнаружен у четырех человек, прибывших в Токио из штата Амазонас 2 января 2021 г. Государственный бразильский фонд Освальдо Круза подтвердил свое предположение о том, что этот штамм был распространен в тропических лесах Амазонки. Данный штамм SARS-CoV-2 имеет 12 мутаций в спайковом белке, включая N501Y и E484K.

Препринт статьи Каролины М. Волоч и др. идентифицировал новую линию SARS-CoV-2, 'B.1.1.248', распространенную в Бразилии, и произошедшую от штамма B.1.1.28. В нем описывается, что новый штамм впервые появился в июле и впервые был обнаружен в октябре, но на момент публикации (декабрь

2020 г.), хотя частота его значительно увеличилась, его распространение все еще в основном ограничивалось столицей штата Рио-де-Жанейро.

Данный штамм вызвал вспышку заболеваемости в городе Манаус, несмотря на тот факт, что город уже испытал массовое заражение в мае, и исследование показало высокую распространенность серотипов антител к SARS-CoV-2. 11 февраля 2021 г. глава минздрава Бразилии сообщил о том, данный штамм в три раза заразнее «оригинального» SARS-CoV-2.

Южноафриканский штамм SARS-CoV-2 (501.V2, 20C/501Y.V2 или B.1.351) появился в декабре 2020 г.; распространяется по всему миру. За пределами Южной Африки он был обнаружен в Японии, Великобритании, Австрии и Норвегии. Теперь появился первый подтвержденный случай и в Польше. Секвенирование, проведенное Африканским центром передового опыта в области геномики инфекционных заболеваний в Нигерии, обнаружило штамм с мутацией P681H, общей с VOC-202012/01. Впервые секвенирован в августе, последствия для передачи и вирулентности неясны. Был включен в список новых штаммов Центром по контролю за заболеваниями США. У него нет других общих мутаций с VOC-202012/01, и по состоянию на конец декабря 2020 г. на этот штамм приходится около 1% вирусных геномов, секвенированных в Нигерии. Область мутации у коронавирусов сильно варьируется.

Калифорнийский штамм. Новая мутация коронавируса штамма B.1.427/B.1.429 (CAL.20C) могла появиться еще в июле 2020 г., однако начала активно распространяться только в ноябре. Новый штамм был обнаружен в более чем половине образцов, взятых 13 января лабораторией в Лос-Анджелесе. Штамм CAL.20C впервые был обнаружен исследователями из Медицинского центра Cedars-Sinai в июле 2020 г. в одном из 1230 образцов вируса, собранных в округе Лос-Анджелес. С тех пор этот штамм не обнаруживался в Южной Калифорнии до октября 2020 г. В ноябре 2020 г. на вариант CAL.20C приходилось уже 36 процентов проб, собранных в Медицинском центре Cedars-Sinai, а к январю 2021 г. на штамм CAL.20C приходилось 50% образцов.

Новый штамм коронавируса, который получил название B.1.525, обнаружен в Норвегии в февраля 2021 г. Линия B.1.525, также известная под названиями VUI-202102/03 или UK1188, частично похожа на штамм 501.V2, но отличается наличием как мутации E484K, так и новой мутации F888L (замещение фенилаланина (F) на лейцин (L) в домене S2 белка-шипа). По состоянию на 16 февраля штамм был обнаружен в 15 странах, включая Великобританию, Данию, Финляндию, Нидерланды, Бельгию, Францию, Испанию, Нигерию, Гану, Иорданию, Японию, Сингапур, Австралию, Канаду и США. Первые случаи были выявлены в декабре 2020 г в Великобритании и Нигерии, и по состоянию на 15 февраля это наиболее часто выделяемый в Нигерии штамм. По состоянию на 15 февраля в Великобритании было выявлено 38 случаев заражения им. Дания выявила 55 случаев заражения данным штаммом с 14 января по 9 февраля, семь из них были напрямую связаны с зарубежными поездками.

Диагностика коронавирусов осуществляется несколькими методами.

Молекулярные тесты – ПЦР-анализ. В настоящее время в РФ сформированы тест-системы для выявления возбудителя „атипичной пневмонии“ методом ПЦР, функционирует Центр генной диагностики особо опасных инфекционных заболеваний „Микроб“.

ELISA (иммуноферментный анализ) для обнаружения антител в сыворотке крови больных, взятой на 14-21 день от начала клинических проявлений болезни; иммунофлюоресцентные методы для выявления антител.

Изоляция на культуре клеток Vero вирусных изолятов из клинических образцов – мокроты, крови, испражнений от больных с симптомами SARS.

Электронная микроскопия изолированных вирусов.

Ящур (*Aphtae epizooticae*) или афтозная лихорадка – чрезвычайно опасная зооантропонозная остро протекающая высококонтагиозная вирусная болезнь многих видов животных, характеризующаяся лихорадкой, слюнотечением, афтозно-эрозийными поражениями слизистой оболочки языка и ротовой полости, кожи носового зеркала, конечностей, молочных желез, миокардитом и миозитом при высокой смертности молодняка первых дней жизни. Ящуром

от животных может заразиться и человек. В настоящее время ящур встречается во многих странах Европы, Азии, Африки и Южной Америки.

Ящуром болеют все виды парнокопытных животных. Наиболее восприимчивы к ящуру крупный рогатый скот, затем по убывающей свиньи, овцы, козы и олени, менее чувствительны буйволы, верблюды. Птица и лошади к ящуру не восприимчивы. Данной инфекцией болеют животные любого возраста, однако легче заражается и более тяжело переболевает молодняк в возрасте до 2-3 месяцев.

Возбудитель болезни – РНК содержащий вирус из семейства пикорнавирусов (**Picornaviridae**). В организме больного животного вирус в наибольшей концентрации находится в эпителии стенок афт и в лимфе в первые 24-48 часов болезни. Его можно, но в значительно меньших концентрациях, обнаружить в слюне, в крови, моче и фекалиях. Известны 7 типов вируса: О,А,С, Азия-1, САТ-1, САТ-2, САТ-3 и множество их вариантов. Сейчас в мире имеют преимущественное распространение типы О, А, Азия-1 и САТ-2. Животные, переболевшие ящуром одного типа, могут повторно заболеть в случае заражения вирусом другого типа.

Вирус ящура сравнительно устойчив к воздействию факторов внешней среды. На поверхности предметов, загрязненных выделениями больных ящуром животных, вирус сохраняется 150 дней, в навозе до 168 дней, в навозной жиже до 40 дней, в сточных водах до 103 дней. В охлажденном молоке сохраняется до 47 дней, в свежем молоке при температуре 37 °С погибает через 12 часов, в то же время в кислом молоке и при приготовлении сыра вирус быстро погибает. Шерстный покров животных и одежда людей вирус сохраняет 28-40 дней. При правильно проведенном биотермическом обезвреживании навоза, вирус погибает через 10-15 дней. Нагревание до 60 °С убивает вирус через 15 минут, а при 80-100 °С он разрушается фактически моментально. Лучшим дезинфицирующим средством для уничтожения вируса ящура является использование 2-3%-ного горячего раствора едкого натрия и 1%-ного раствор формальдегида.

Основные пути распространения инфекции. Вирус ящура передается в **основном алиментарным и аэрогенным путями**. В хозяйствах возбудитель ящура может заноситься при поступлении больных или переболевших животных, при водопое, перегонах, с инфицированными кормами, а также при использовании молока от больных животных. Может распространяться с ветром (мелкие частицы корма, пораженной ткани, слюны, пыли и т.п.).

Патогенез. Вирус, попадающий в организм животного через пищеварительный тракт или наружные покровы, через слизистые оболочки проникает в клетки эпителия, где происходит его фиксация и размножение. Размножение вируса вызывает ответную реакцию организма в виде серозного воспалительного процесса. Происходит образование одной или двух первичных афт, которые обычно владельцами животных не замечаются. Общее состояние животного в этой фазе болезни обычно не изменяется. Спустя 24 часа у большинства животных болезнь переходит во вторую фазу. Из мест первичной локализации вирус после размножения поступает в кровь, а затем во все органы и ткани. Генерализация процесса вызывает у животного острую лихорадочную реакцию. В результате интенсивного размножения вируса в эпидермисе возникают множественные вторичные афты в ротовой полости, в области межкопытной щели и венчике конечностей, на коже сосков вымени (генерализованный процесс). Стоит отметить, что вирус ящура может размножаться в сердечной и скелетной мускулатуре.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, воздушная среда может служить фактором передачи возбудителей различных инфекционных заболеваний бактериальной и вирусной природы. Кроме того, в воздухе могут присутствовать микроорганизмы, вызывающие порчу продукции - споры грибов и дрожжей, которые также могут стать причиной аллергических заболеваний. Все это выдвигает особые требования к чистоте воздуха жилых и производственных помещений.

9. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

ЗАНЯТИЯ 1, 2

Тема: Санитарно-микробиологическое исследование микроорганизмов воздуха

Цель занятий – определение общей микробной обсемененности воздуха различных помещений корпуса.

Результаты выполненных заданий записывать в тетрадь.

Задание 1. Провести посев микроорганизмов воздуха в столовой, туалетной комнате, коридоре факультета. Для этого чашку Петри с питательной средой МПА открыть на 5 мин в одном из названных помещений. После посева чашку закрыть, подписать, указав место посева, фамилию студента и номер группы, а чашку поместить в термостат для культивирования.

Задание 2. На следующем занятии достать чашки Петри из термостата и просмотреть на наличие различных групп микроорганизмов. Колонии исследовать визуально и при малом увеличении микроскопа, помещая чашки на предметный столик вверх дном.

Задание 3. Результаты учета записать в тетрадь, определив процентное отношение различных групп микроорганизмов (пигментообразующих бактерий, спорообразующих бацилл, грибов, актиномицетов) к общему числу выросших колоний.

Задание 4. Провести по методу Омелянского подсчет общей микробной обсемененности воздуха, посеянного по методу Коха (стр.10).

Задание 5. Определить состояние воздуха в исследуемом помещении, сравнив его с критериями, приведенными в таблице.

Задание 6. Сравнить полученные разными студентами данные по общей микробной обсемененности помещений.

Задание 7. Обсудить полученные результаты с преподавателем и записать вывод о состоянии воздуха.

Контрольные вопросы.

1. Какие помещения корпуса оказались с наибольшей микробной обсемененностью воздуха и почему – ваше мнение.
2. Какие микроорганизмы преобладали в воздухе исследуемых помещений (бациллы, кокки, грибы).
3. Что можно порекомендовать для снижения микробной обсемененности воздушной среды в закрытых помещениях.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Коростелева, Л.А. Основы экологии микроорганизмов: учебное пособие / Л.А. Коростелева, А.Г. Кощев. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 240 с. – ISBN 978-5-8114-1400-0. – Текст электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168485>
2. Экологическая микробиология: учебно-методическое пособие / М.И. Чернявская и др. – Минск: БГУ, 2016. – 63 с. – ISBN 978-985-566-268-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/180399>
3. Санитарная микробиология: учебное пособие / Р.Г. Госманов, А.Х. Волков, А.К. Галиуллин, А.И. Ибрагимова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 252 с. – ISBN 978-5-8114-1094-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/169095>
4. Ильяшенко, Н.Г. Микроорганизмы и окружающая среда: учеб. пособие / Н.Г. Ильяшенко, Л.Н. Шабурова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 195 с. – ISBN 978-5-16-012636-4. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1031519>
5. Виноградский, С.Н. Летопись нашей жизни. – Москва: Макс Пресс, 2013. – 805 с. – ISBN 978-5-317-04500-5
6. ГОСТ Р 11952-2012. Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения: государственный стандарт РФ: введен впервые / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 24 с.
7. Заварзин, Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии: книга. – Москва: Наука. – 2003. – 348 с.
8. Ильяшенко, Н.Г. Микроорганизмы и окружающая среда: учебное пособие / Н.Г. Ильяшенко, Л.Н. Шабурова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 195 с. (ЭБС Инфа-М).

9. Кайбышева, В.О. Микробиом человека: возрастные изменения и функции / В.О. Кайбышева, М.Е. Жарова, К.Ю. Филимендикова, Е.Л. Никонов // Докладная гастроэнтерология. – 2020. – № 9(2). – С. 42-55.

10. Коростелёва, Л.А. Основы экологии микроорганизмов: учебное пособие / А.А. Коростелева, А.Г. Коцаев. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 239 с. – ISBN 978-5-8114-1400-0

11. Рассказы о великом бактериологе С.Н. Виноградском/ сост.: Ю.А. Мазинг, Т.В. Андриюшкевич, Ю.П. Голиков; пер. С. Борисова под ред. Ю. А. Мазинга. – Санкт-Петербург: Росток, 2002. – 320 с. – (Фундаментальная наука). – ISBN 5-94668-008-0.

12. Шлегель, Г.Г. История микробиологии / Г.Г. Шлегель; Пер. с нем. Т.Г. Мирчинк. – Москва: УРСС, 2002. – 302 с. – ISBN 5-354-00010-6

Дополнительная литература

13. Асонов, Н.Р. Микробиология: учебник / Н.Р. Асонов. – 4. изд., перераб. и доп. – Москва: Колос: Колос-пресс, 2002. – 351, [1] с. (Учебники и учебные пособия для студентов ВУЗ).; ISBN 5-10-003160-3

14. Асонов, Н.Р. Практикум по микробиологии / Н.Р. Асонов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 160 с. (Учеб. и учеб. пособия для студентов вузов). – ISBN 5-10-000468-1

15. Жарикова, Г.Г. Микробиология, санитария и гигиена пищевых продуктов: Практикум / Г.Г. Жарикова, А.О. Козьмина. – Москва: Гелан, 2001. – 253, [1] с. – ISBN 5-25200-004-2

16. Кочемасова, З.Н. Санитарная микробиология и вирусология: учебное пособие / З.Н. Кочемасова, С.А. Ефремова, А.М. Рыбакова. – Москва: Медицина, 1987. – 349 с.

17. Мудрецова-Висс, К.А. Микробиология, санитария и гигиена: учебник / К.А. Мудрецова-Висс, А.А. Кудряшова, В.П. Дедюхина; Отраслевой центр повышения квалификации работников торговли. – Москва: Деловая лит., 2001. – 378 с. – ISBN 5-93211-010-4

18. Емцев, В.Т. Микробиология: учебник для вузов / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Дрофа, 2005. – 445 с. – ISBN 5-7107-7750-1

19. Поздеев, О.К. Медицинская микробиология: учебник / О.К. Поздеев; Под ред. В.И. Покровского. – Москва: ГЭОТАР-МЕД, 2001. – 765 с. – (Серия XXI век). – ISBN 5-9231-0048-7

20. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии: Учеб. пособие для студентов вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Дрофа, 2004. – 256 с. – (Высшее образование). – ISBN 5-7107-7437-5

21. Шильникова, В.К. Микробиология: учеб. пособие / В.К. Шильникова, А.А. Ванькова, Г.В. Годова. – Москва: Дрофа, 2006. – 268 с. – ISBN 5-7107-8201-7 (В пер.)

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. МИКРООРГАНИЗМЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА.....	4
2. МИКРООРГАНИЗМЫ ВОЗДУХА ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	7
3. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ МИКРОБНОЙ ОБСЕМЕНЕННОСТИ ВОЗДУХА.....	9
3.1 Метод определения общей микробной обсемененности воздуха по Коху (метод оседания).....	10
3.2 Метод определения общей микробной обсемененности воздуха аппаратом Кротова.....	11
3.3 Посев воздуха с помощью бактериоуловителя Речменского.....	12
3.4 Посев воздуха с использованием приборов, содержащих мембранные фильтры (Петрянова, «Микрофил» и др.).....	13
3.5 Бактериально-вирусный электропреципитатор (БВЭП-1).....	13
3.6 Пробоотборник аэрозольный бактериологический (ПАБ-1).....	14
3.7 Прибор МБ.....	14
4. МЕТОДИКА ПОДСЧЕТА КОЛОНИЙ НА ЧАШКАХ ПЕТРИ.....	16
4.1 Метод прямого подсчета.....	16
4.2 Подсчет колоний с использованием счетчика колоний микроорганизмов СКМ-1.....	17
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ САНИТАРНО-ПОКАЗАТЕЛЬНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ВОЗДУХЕ.....	19
6. ОПИСАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ МИКРООРГАНИЗМОВ, КОЛОНИЙ КОТОРЫХ МОЖНО ОБНАРУЖИТЬ ПРИ ПОСЕВЕ ВОЗДУХА.....	23
6.1 Микроорганизмы шаровидной формы.....	23
6.2 Микроорганизмы палочковидной формы.....	25
6.3 Грамположительные палочки, образующие эндоспоры.....	25
6.4 Грамположительные неспорообразующие палочки неправильной формы.....	26
6.5 Представители Домена эукариот – Микроскопические грибы.....	27
7. ВОЗДУХ КАК ВОЗМОЖНЫЙ ПУТЬ ПЕРЕДАЧИ ВОЗДУШНО-КАПЕЛЬНЫХ ИНФЕКЦИЙ.....	29
8. ВИРУСЫ В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ И ИХ ЭПИДЕМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ.....	33
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	42
9. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	43
ЗАНЯТИЯ 1, 2. Тема: Санитарно-микробиологическое исследование микроорганизмов воздуха.....	43
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	45

Литвина Лидия Алексеевна,
Анфилофьева Ирина Юрьевна,
Горских Валерий Гаррьевич

Микробиота воздушной среды

Учебно-методическое пособие

Печатается в авторской редакции
Оператор электронной верстки Н.Е. Карачева

Подписано в печать _____ г.
Формат 60×84 1 /16. Объем ____ уч.-изд. л., 3,1 усл. печ. л.
Тираж ____ экз. Изд.№ ____ . Заказ № ____ .

Отпечатано в Издательском центре «Золотой колос»
630039, РФ, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, офис 106
Тел. факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru