

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Экологический факультет
Кафедра биологии, экологии и физической культуры

Е.Г. Климентова, Е. В. Рассадина, Ж.А. Антонова

ЭКОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Учебно-методическое пособие
для студентов



Ульяновск, 2018

УДК 930

ББК 72.3

К-49

Печатается по решению Ученого совета ИМЭиФК

Ульяновского государственного университета

Рецензенты^

Иванова Л. А.- кандидат биологических наук, доцент кафедры общей и биологической химии ФГБОУ ВО «УлГУ»

Мухитова М.Э. – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, ветеринарной генетики, паразитологии и экологии ФГБОУ ВО «УлГУ им. П.А. Столыпина»

Климентова Е.Г. – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, экологии и природопользования ФГБОУ ВО «УлГУ»

Рассади́на Е. В. — кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, экологии и природопользования ФГБОУ ВО «УлГУ»

Антонова Ж.А. – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, экологии и природопользования ФГБОУ ВО «УлГУ»

К-49 Экология микроорганизмов. Учебно-методическое пособие для студентов-магистрантов и бакалавров экологического факультета/ Е. Г. Климентова, Е. В. Рассади́на, Ж.А. Антонова. - Ульяновск, УлГУ, 2018 – 431 с.

Методическое пособие по дисциплине «Экология микроорганизмов» предназначено в помощь студентам различных направлений подготовки бакалавриата и магистратуры для самостоятельного изучения обозначенного курса. Методические указания включают в себя теоретический материал, вопросы и тесты для самоподготовки, список рекомендованной литературы. Также даны рекомендации для выполнения лабораторных работ и список терминов (гlossарий).

Климентова Е.Г., Рассади́на Е. В., Антонова Ж.А., 2018

Ульяновский государственный университет, 2018

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1.....	7
МИКРОБИОЛОГИЯ И ИСТОРИЯ ЕЕ РАЗВИТИЯ.....	7
ГЛАВА 2.....	25
СИСТЕМАТИКА И МОРФОЛОГИЯ БАКТЕРИЙ.....	25
ГЛАВА 3.....	53
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРИБОВ.....	53
ГЛАВА 4.....	80
ВИРУСЫ И ФАГИ.....	80
ГЛАВА 5.....	84
ДРОЖЖИ.....	84
ГЛАВА 6.....	91
ХИМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА, БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И.....	91
ФЕРМЕНТЫ МИКРООРГАНИЗМОВ.....	91
ГЛАВА 7.....	98
ФИЗИОЛОГИЯ И МЕТАБОЛИЗМ МИКРООРГАНИЗМОВ.....	98
ГЛАВА 8.....	105
ГЕНЕТИКА БАКТЕРИЙ.....	105
ГЛАВА 9.....	112
ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА МИКРООРГАНИЗМЫ.....	112
Влияние физических факторов.....	112
Влияние химических факторов.....	129
ТЕМА 9. АДАПТИВНЫЕ РЕАКЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ.....	138
РЕАКЦИЯ НА СТРЕССОВЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	138
ГЛАВА 10.....	148
ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ В МИКРОБИОЦЕНОЗАХ.....	148
ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ.....	162
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ 212	
УЧЕНЫЕ, ВНЕСШИЕ СУЩЕСТВЕННЫЙ ВКЛАД В РАЗВИТИЕ МИКРОБИОЛОГИИ.....	277
ГЛОССАРИЙ.....	287
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 436	

ВВЕДЕНИЕ

Будущему биологу, экологу или специалисту любой другой биологической специальности изучать микробиологию весьма важно. Так как микроорганизмы, присутствуя повсеместно, активно участвуют в круговороте веществ в природе, являются неотъемлемой частью любой экологической системы, поэтому знание их морфологии, физиологии, генетики необходимо для формирования целостного представления о биосфере. Во-вторых, микроорганизмы широко используются в народном хозяйстве (в сельском хозяйстве, пищевой, медицинской, перерабатывающей и других отраслях), что требует глубоких теоретических знаний в этой области. Таким образом, чтобы понимать, реально оценивать и решать общебиологические или частные (медицинские, экологические, сельскохозяйственные и др.) проблемы, необходимо знать морфологию, физиологию, генетику и экологию микроорганизмов.

Цели и задачи микробиологии. Микробиология (от греч. *micros* - малый, *bios* - жизнь, *logos* - учение) - наука, изучающая строение, жизнедеятельность и экологию микроорганизмов - мельчайших форм жизни растительного или животного происхождения, невидимых невооруженным глазом. Она изучает всех представителей микромира (бактерии, грибы, простейшие, вирусы).

По своей сути микробиология является фундаментальной биологической наукой. Для изучения микроорганизмов она использует методы других наук, прежде всего физики, биологии, биоорганической химии, молекулярной биологии, генетики, цитологии, иммунологии. Как и всякая наука, микробиология подразделяется на общую и частную.

Общая микробиология изучает закономерности строения и жизнедеятельности микроорганизмов на всех уровнях: молекулярном, клеточном, популяционном; генетику и взаимоотношения их с окружающей средой. Предметом изучения частной микробиологии являются отдельные представители микромира в зависимости от их проявления и влияния на окружающую среду, живую природу, в том числе человека.

К частным разделам микробиологии относятся медицинская, ветеринарная, сельскохозяйственная, техническая (раздел биотехнологии), морская, космическая микробиология. Медицинская микробиология изучает патогенные для человека микроорганизмы: бактерии, вирусы, грибы,

простейшие. В зависимости от природы изучаемых патогенных микроорганизмов медицинская микробиология делится на бактериологию, вирусологию, микологию, протозоологию. Каждая из этих дисциплин рассматривает морфологию и физиологию патогенных микроорганизмов, то есть осуществляет микроскопические и другие виды исследований, изучает обмен веществ, питание, дыхание, условия роста и размножения, генетические особенности; роль микроорганизмов в этиологии и патогенезе инфекционных болезней; основные клинические проявления и распространенность вызываемых заболеваний; специфическую диагностику, профилактику и лечение инфекционных заболеваний; экологию патогенных микроорганизмов.

К медицинской относят также санитарную, клиническую и фармацевтическую микробиологию. Санитарная микробиология изучает микрофлору окружающей среды, взаимоотношения микрофлоры с организмом, влияние ее и продуктов ее жизнедеятельности на состояние здоровья человека, разрабатывает мероприятия, предупреждающие неблагоприятное воздействие микроорганизмов на человека. Фармацевтическая микробиология исследует инфекционные болезни лекарственных растений, порчу лекарственных растений и сырья под действием микроорганизмов, обсемененность лекарственных средств в процессе приготовления, а также готовых лекарственных форм.

Ветеринарная микробиология изучает те же вопросы, что и медицинская микробиология, но применительно к микроорганизмам, вызывающим болезни животных.

Почвенная микробиология изучает влияние микроорганизмов на процессы почвообразования, на плодородие, состав почвы, инфекционные заболевания растений и т.д., то есть вопросы, которые находятся в центре внимания сельскохозяйственной микробиологии.

Морская и космическая микробиология изучают соответственно микрофлору морей и водоемов, космического пространства и других планет.

Техническая микробиология, являющаяся частью биотехнологии, разрабатывает технологию получения из микроорганизмов разнообразных продуктов для народного хозяйства и медицины (антибиотики, вакцины, ферменты, белки, витамины).

Основа современной биотехнологии - генетическая инженерия. Многочисленные открытия в области микробиологии, изучение взаимоотношений между макро- и микроорганизмами во второй половине XIX в. способствовали началу бурного развития иммунологии. Вначале иммунология рассматривалась как наука о невосприимчивости организма к ин-

фекционным заболеваниям. В настоящее время она стала общемедицинской и общебиологической наукой. Доказано, что иммунная система служит для защиты организма не только от микробных агентов, но и от любых генетически чужеродных организму веществ с целью сохранения постоянства внутренней среды организма, то есть гомеостаза.

ГЛАВА 1 МИКРОБИОЛОГИЯ И ИСТОРИЯ ЕЕ РАЗВИТИЯ

Тысячелетия люди жили в окружении микроорганизмов, не подозревая о том, что пользуются продуктами их жизнедеятельности, страдают и гибнут от болезней, вызываемых ими. Уже в VI - V вв. до н.э. человек пользовался плодами деятельности микроорганизмов. Виноделие, хлебопечение, сыроделие, выделка кож - процессы, проходящие с участием микроорганизмов.



Рисунок 1.1. Области применения микробиологии - виноделие, хлебопечение, сыроделие, выделка кож - процессы, проходящие с участием микроорганизмов.

Тогда же, в древности, ученые и мыслители предполагали, что многие болезни вызываются какими-то посторонними невидимыми причинами, имеющими живую природу. Минимальные размеры предмета, который может видеть человек (в виде точки), 0,07 - 0,08 мм. Размеры же микроорганизмов значительно меньше, они исчисляются микрометрами (мкм) и нанометрами (нм). Поэтому открытие и изучение микромира стало возможным только после возникновения и последующего совершенствования оптической техники. Открытие микроорганизмов. Самые про-

стые двояковыпуклые линзы были обнаружены при археологических раскопках в Древнем Вавилоне, они были изготовлены из отшлифованного горного хрусталя. В XVI - XVII вв. в связи с бурным развитием астрономии были созданы первые подзорные трубы и телескопы. Один из первых микроскопов был изобретен в 1610 г. Г. Галилеем посредством того, что он расположил линзы телескопа иным образом и получил увеличение мелких предметов. Позже английский физик Р. Гук создал микроскоп, дающий увеличение в 30 раз, и, рассматривая в этом микроскопе срезы пробки, обнаружил ячеистое строение древесной ткани. Впоследствии он ввел термин «клетка» для структурных единиц, из которых построены живые организмы.

ГУК, РОБЕРТ (Hooke, Robert, 1635–1703), знаменитый английский естествоиспытатель. Родился 18 июля 1635 г. во Фрешуотере на острове Уайт (графство Айл-оф-Уайт) в семье приходского священника. В детском возрасте он был очень слабым и болезненным, но весьма рано обнаружил живой интерес к изобретению механических игрушек и к рисованию. В 13 летнем возрасте Гук поступил в Вестминстерскую школу и поселился в доме школьного учителя, доктора Ричарда Басби (Richard Busby). В школе он изучил латинский, греческий и немного еврейский языки, а также познакомился с Началами Евклида и некоторыми другими трудами по математике. Имея страсть к рисованию, он некоторое время работал и брал уроки рисования у известного лондонского художника Питера Лили (Peter Lely).

В 1653 г. Роберт Гук поступил в Крайст-Чёрч-колледж Оксфордского университета. Не имея существенных источников к средствам существования, он был вынужден совмещать учебу с обязанностями певчего в оксфордской церкви Христа. Кроме этого он помогал в качестве ассистента на занятиях по химии доктору Томасу Уиллису (Thomas Willis, 1621-1675), знаменитому английскому врачу и анатому. В 1658 г. Роберт Гук заканчивает обучение в колледже, получив степень магистра искусств.

В Оксфорде во время обучения в колледже он сблизился с некоторыми известными учеными и, будучи опытным механиком, помогал им в их исследовательской работе. Около 1658 г. он начал совместно работать с Робертом Бойлем (Robert Boyle, 1627-1691). В 1660 г. по результатам исследований, в которых самое активное участие принимал Роберт Гук, публикуется первая научная работа Р.Бойля «New Experiments Physico-Mechanicall, Touching the Spring of the Air and its Effects». В ней описывается целый ряд блестящих экспериментов, в которых Бойль, используя созданный Робертом Гуком вакуумный насос (1659), продемонстрировал

упругость воздуха, определил его удельный вес и т.д. В дальнейших экспериментах он показал, что воздух необходим и для поддержания пламени свечи.



Рисунок 1.2. Роберт Бойль в возрасте 37 лет.

На заднем плане вакуумный насос, созданный Робертом Гуком. Гравюра Francois Diodati, представляющая собой повторную копию с гравюры William Faithorne (1680).

Справедливости ради следует отметить, что огромный вклад в успех Роберта Бойля внёс его помощник Роберт Гук, сам изготовивший насос, и принявший активнейшее участие в трёхлетнем цикле экспериментов.

Около 1660 г. Роберт Гук вместе с Христианом Гюйгенсом (Christian Huygens, 1629-1695) установил точки отсчета для шкалы термометра – температуры таяния льда и кипения воды. В 1662 г. по рекомендации Роберта Бойля Гук стал куратором по организации экспериментов в только что созданном Лондонском Королевском научном обществе, и его познания в механике и изобретательские способности нашли здесь хорошее применение. Он всегда стремился к разработке какого-либо прибора, чтобы продемонстрировать свои собственные идеи или же для того, чтобы проиллюстрировать или выяснить какой-либо вопрос, возникавший в дискуссиях членов Общества. В 1663 г. Роберт Гук увлекся (как и голландский ученый Антони ван Левенгук) микроскопией и впервые обнаружил клеточное строение растительных тканей.

В 1665 г. Гук внес важные усовершенствования в конструкцию микроскопа и с его помощью осуществил ряд исследований, в частности он наблюдал тонкие слои (мыльные пузыри, масляные пленки) в световых пучках, изучал строение растений и мельчайшие детали живых организмов, ввел представление об их клеточном строении. В работе *Micrographia* (Ма-

ленькие рисунки, 1665) он описал клетки бузины, укропа, моркови, привел изображения весьма мелких объектов, таких как глаз мухи, комара и его личинки, детально описал клеточное строение пробки, крыла пчелы, плесени, мха. В книге мы находим не только сведения о микроскопе Гука, но также и описания его новых важных открытий. Он объяснил происхождение интерференционной окраски мыльных пузырей и явление ньютоновых колец, изложил свою теорию цветов и объяснил окраску тонких слоев отражением света от их верхней и нижней границ. Гук был противником корпускулярной теории света Ньютона и высказал гипотезу о поперечном характере световых волн, предположив, что «свет представляет собой весьма короткие колебательные движения, совершающиеся в поперечных направлениях к линиям распространения света».



Рисунок 1.3. Антони ван Левенгук
(Antony van Leeuwenhoek,
1632-1723)

В 1665 г. Гук внес важные усовершенствования в конструкцию микроскопа и с его помощью осуществил ряд исследований, в частности он наблюдал тонкие слои (мыльные пузыри, масляные пленки) в световых пучках, изучал строение растений и мельчайшие детали живых организмов, ввел представление об их клеточном строении. В работе *Micrographia* (Маленькие рисунки, 1665) он описал

клетки бузины, укропа, моркови, привел изображения весьма мелких объектов, таких как глаз мухи, комара и его личинки, детально описал клеточное строение пробки, крыла пчелы, плесени, мха. В книге мы находим не только сведения о микроскопе Гука, но также и описания его новых важных открытий. Он объяснил происхождение интерференционной окраски мыльных пузырей и явление ньютоновых колец, изложил свою теорию цветов и объяснил окраску тонких слоев отражением света от их верхней и нижней границ. Гук был противником корпускулярной теории света Ньютона и высказал гипотезу о поперечном характере световых волн, предположив, что «свет представляет собой весьма короткие коле-

бательные движения, совершающиеся в поперечных направлениях к линиям распространения света».

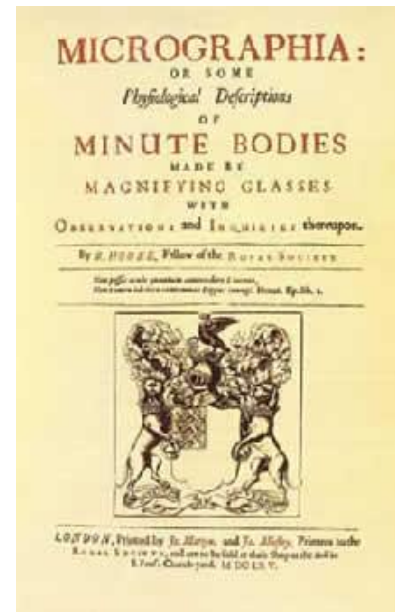


Рисунок 1.4. Книга Роберта Гука *Micrographia* (Маленькие рисунки, 1665).

В этой же книге он обсуждал возможность производства искусственных волокон с помощью процессов, подобных вращению шелковичного червя, и первый использовал слово «ячейка» (клетка), чтобы назвать микроскопические сотообразные поры в пробке. Его работы с микроскопом были проведены на самом высоком уровне для своего времени, и именно Роберту Гуку мы обязаны словом «клетка». Исследования по микроскопическим ископаемым превратили его в одного из самых первых сторонников эволюционной теории.



Рисунок 1.5. Иллюстрации из книги Роберта Гука *Micrographia*

Однако наблюдать внутреннюю жизнь клетки он еще не мог. Не довелось Роберту Гуку доказать наблюдением и гипотезу Уильяма Гарвея (William Harvey, 1578–1657) о полной замкнутости двух кругов кровообращения. Это позже сделал иностранный член Лондонского Королевского Общества – итальянский врач из Болоньи Марчелло Мальпиги (Marcello Malpighi, 1628-1694), открывший капилляры - мельчайшие сосуды, связывающие артерии и вены между собой. Другой врач, Ян Сваммердам (Jan Swammerdam, 1637 – 1680) из Амстердама, обнаружил в крови эритроциты. Но, не смотря на эти великие открытия, наука 17 века не смогла еще установить в целом физическую суть кровообращения и дыхания.



Рисунок 1.6. Микроскоп Роберта Гука и осветительная лампа к нему, хранящиеся в Лондонском научном музее.

Но приоритет в открытии микроорганизмов принадлежит голландскому натуралисту-любителю Антони ван Левенгуку (1632 - 1723 гг.). А. Левенгук торговал полотном и увлекался шлифованием стекол. Он довел это искусство до совершенства и сконструировал микроскоп, который увеличивал предметы в 300 раз.

Рассматривая под микроскопом различные объекты (дождевую воду, различные настои, зубной налет, кровь, испражнения, сперму), он обнаружил мельчайших «животных», которых назвал «анималькулями», и был убежден, что они устроены так же, как и крупные организмы, то есть имеют такие же органы, но только очень маленькие. Свои наблюдения А.

Левенгук регулярно сообщал в Лондонское королевское общество (более 170 писем), а в 1695 г. обобщил в книге «Тайны природы, открытые А. Левенгуком». В Россию первый микроскоп привез из Голландии Петр I, где он встречался с А. Левенгуком и беседовал с ним. Позднее в императорских мастерских были изготовлены первые российские микроскопы.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ МИКРОБИОЛОГИИ (ВТОРАЯ ПОЛОВИНА XIX в.) Бурное развитие микробиологии в XIX в. привело к открытию многих микроорганизмов: клубеньковых бактерий, нитрифицирующих бактерий, возбудителей многих инфекционных болезней (сибирская язва, чума, столбняк, дифтерия, холера, туберкулез и др.), вируса табачной мозаики, вируса ящура и др. Открытие новых микроорганизмов сопровождалось изучением не только их строения, но и их жизнедеятельности, то есть на смену морфолого-систематическому изучению первой половины XIX в. пришло физиологическое изучение микроорганизмов, основанное на точном эксперименте. Поэтому вторую половину XIX в. принято называть физиологическим периодом в развитии микробиологии. Этот период характеризуется выдающимися открытиями в области микробиологии, и его без преувеличения можно было бы назвать в честь гениального французского ученого Л. Пастера Пастеровским, потому что научная деятельность этого ученого охватывала все основные проблемы, связанные с жизнедеятельностью микроорганизмов.

Луи Пастер (правильно Пастёр, фр. Louis Pasteur) — французский ученый, основоположник современной микробиологии и иммунологии, химик, иностранный член-корреспондент (1884) и почетный член (1893) Петербургской АН.

Работы Пастера по оптической асимметрии молекул легли в основу стереохимии. Открыл природу брожения. Опроверг теорию самозарождения микроорганизмов. Изучил этиологию многих инфекционных заболеваний. Разработал метод профилактической вакцины против куриной холеры (1879), сибирской язвы (1881), бешенства (1885). Ввел методы асептики и антисептики. Разработал всемирно известный процесс очищения молока, который с тех пор носит его имя, часто упоминал «космическую асимметричную Силу», которая создала жизнь. Луи Пастер сделал еще одно важное открытие. Он нашел, что существуют организмы, которые могут жить без кислорода. Для них кислород не только не нужен, но и вреден. Такие организмы называются анаэробными. Представители их — микробы, вызывающие маслянокислое брожение. Размножение таких микробов вызывает прогорклость вина и пива.



Рисунок 1.7. Луи Пастер.

В 1857 году Л.Пастер вернулся в Париж в качестве вице директора Высшей нормальной школы. Он не имел первое время самостоятельной кафедры и лаборатории для работы, вследствие чего вынужден был устроить лабораторию на собственные скромные средства на чердаке школы. Из этой небольшой лаборатории вышли его крупнейшие работы по микробиологии.

В 1862 году Пастера выбрали членом «института» по отделению минералогии, а через несколько лет постоянным секретарем института. В 1867— 1876 годах он занимал кафедру химии Парижского факультета.

Луи Пастер охотно занимался изучением практических проблем. Когда французские виноделы обратились к нему с просьбой помочь им в разработке средств и методов борьбы с болезнями вина, он в 1864 году приступил к изучению этого вопроса. Результатом его исследований явилась монография, в которой Пастер показал, что болезни вина вызываются различными микроорганизмами, причем каждая болезнь имеет особого возбудителя. Для уничтожения вредных «организованных ферментов» он предложил прогревать вино при температуре 50—60 градусов. Этот метод, получивший название пастеризации, нашел широкое применение и в лабораториях, и в пищевой промышленности.

Разгадка явлений брожения не только имела огромное значение для французского виноделия, терпевшего огромные убытки от «болезней вина», но и сыграла исключительную роль в развитии биологической науки, практики сельского хозяйства и промышленности. Глубокое познание природы брожений дает возможность управлять их процессами. Это очень важно для хлебопечения, виноделия, изготовления многих пищевых веществ.

В середине XIX века эпидемия, поразившая шелковичных червей в южных районах Франции, приняла огромные размеры и угрожала подорвать шелководство. Луи Пастер после некоторых колебаний принял предложение изучить болезни шелковичных червей. В период 1865-1869 годов он уезжал каждое лето в Аде и работал здесь над этим вопросом в маленьком домике, где у него была устроена червоводня. Исследования Пастера позволили установить, что эпидемия была вызвана двумя различными болезнями. Первая, наиболее опасная из них, пембрина, характеризуется наличием в организме насекомых на всех стадиях их развития особых телец, являющихся возбудителями заболевания. Эти тельца могут попасть из материнского организма в яйца, и таким образом болезнь передается потомству. Луи Пастер разработал очень эффективный способ борьбы с этим заболеванием, заключающийся в отборе для разведения потомства бабочек, не пораженных возбудителем. Вторая болезнь — фляшерия была побеждена значительно легче. Благодаря работам ученого было спасено шелководство на юге Франции и в [Италии](#).

Пастер изучал также болезни пива и установил, что порча пива также происходит вследствие попадания микроорганизмов, уничтожить которые можно нагреванием до температуры 50—55 градусов.

Вследствие многолетней упорной работы с микроскопом при изучении болезней шелковичного червя, Луи Пастер был поражен в 1869 году апоплексическим ударом и параличом половины тела. Последствия этой болезни у него остались на всю жизнь.

Начав с разгадки «болезней» вина и пива, гениальный ученый Луи Пастер всю свою дальнейшую жизнь посвятил изучению микроорганизмов и поискам средств борьбы с возбудителями опасных заразных болезней животных и человека.

Все существующие достижения в борьбе с заразными болезнями человека, животных и растений были бы невозможны, если бы Пастер не доказал, что эти болезни вызываются микроорганизмами. Но, чтобы доказать это, надо было сначала опровергнуть гипотезу самозарождения, гос-

подствовавшую в науке до работ Пастера. Луи Пастер сделал это блестяще. В своем научном споре с известным французским ученым Пуше Пастер многочисленными опытами неопровержимо доказал, что все микроорганизмы могут возникать только путем размножения. Там, где микроскопические зародыши убиты и проникновение их из внешней среды невозможно, нет и не может быть микробов, нет ни брожения, ни гниения.

В 1880 году Луи Пастер выделил культуру возбудителя холеры кур, которую поддерживали частыми пересевами на мясном бульоне. Случай позволил сделать ему одно из величайших открытий. Однажды культура возбудителя холеры кур была оставлена в термостате в течение нескольких недель без посева на новые среды. Эта культура потеряла способность даже в высоких дозах убивать кур, и Пастер предположил, что введение таких ослабленных культур микробов может создать невосприимчивость у животных к данному заболеванию, подобно тому, как прививка коровьей оспы предохраняет человека от заболевания оспой. Это предположение блестяще подтвердилось на опыте. Так был найден способ предохранения от заразных заболеваний введением ослабленных возбудителей, который оказался применимым ко многим инфекционным болезням и сыграл громадную роль в борьбе с ними. Публичная проверка эффективности вакцинации против сибирской язвы, проведенная в 1881 году, блестяще подтвердила ценность метода, предложенного Пастером. Л. Пастер создал мировую научную школу микробиологов, многие из его учеников впоследствии стали крупнейшими учеными. Пастер был убежденным другом России и находился в близких отношениях со многими русскими учеными. Почти все русские микробиологи того времени ездили работать к Пастеру, а позже в его институт в Париже.

Вот что говорил Пастер своим ученикам: «Быть уверенным, что открыл важный научный факт, гореть лихорадочным желанием оповестить о том весь свет и сдерживать себя днями, неделями, порою годами; вступать в борьбу с самим собой, напрягать все силы, чтобы самому разрушить плоды своих трудов и не провозглашать полученного результата, пока не испробовал всех ему противоречащих гипотез — да, это тяжелый подвиг».

Одним из основоположников медицинской микробиологии является Роберт Кох (1843 - 1910 гг.), которому принадлежит разработка методов получения чистых культур бактерий, окраска бактерий при микроскопии, микрофотографии. Жизнь Роберта Коха - изумительный пример храбрости, которую только может проявлять ученый. Ведь самый страшный враг - невидимый.

Мало кому известный медик Роберт Кох, подмешав что-то там цветное в биологические образцы, взятые у чахоточного больного, отравил ими несколько морских свинок и заявил 24 марта 1882 года, что ему удалось поймать бактерию, которую до него ни один медицинский гений изловить не мог. И бактерия-то эта на бактерию не была похожа: палка — и есть палка.

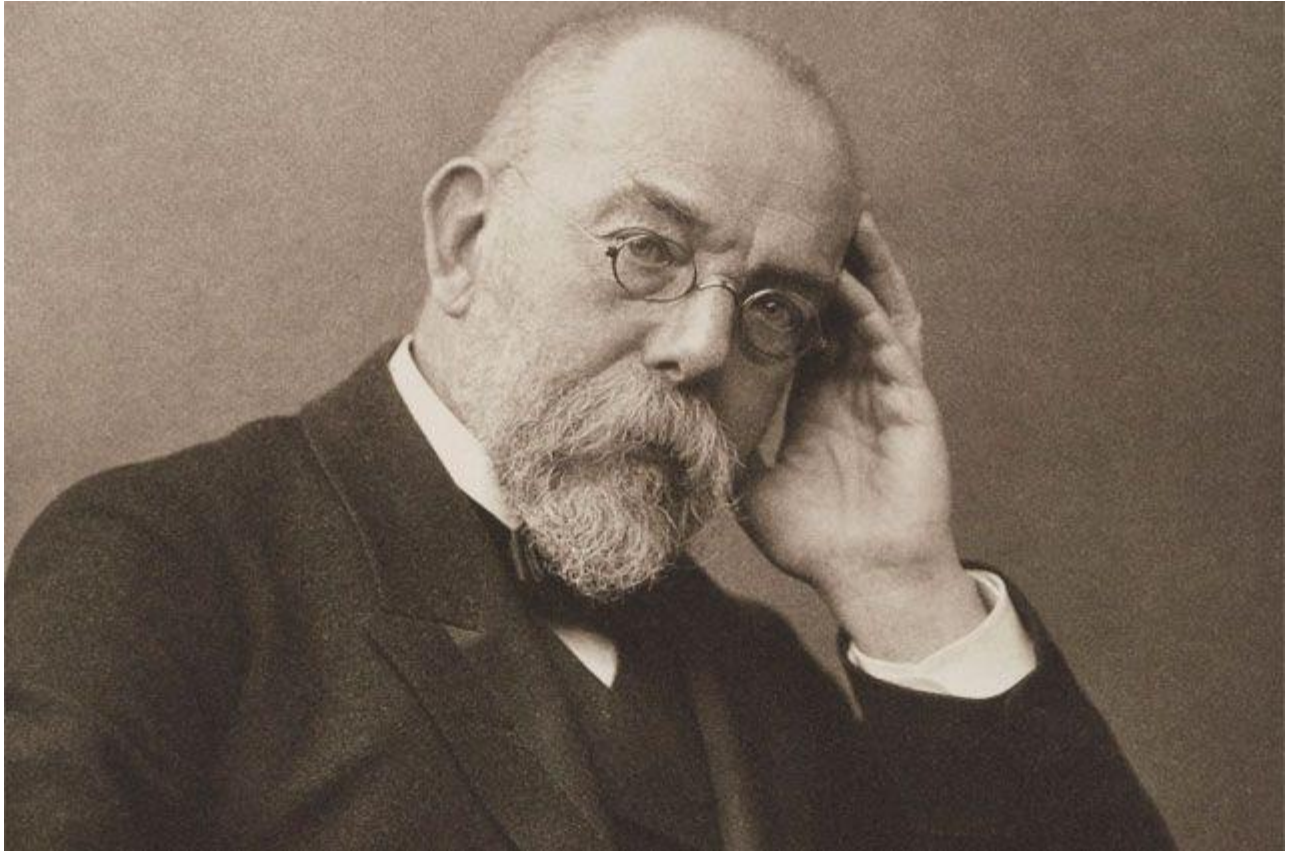


Рисунок 1.8. Роберт Кох.

С чахоткой или туберкулезом человечество было знакомо уже не одну тысячу лет. Во времена Коха это была одна из самых распространенных болезней, не поддающихся лечению. От нее в Европе умирал каждый седьмой человек. Вот эту болезнь Роберт Кох и определил как очередную свою цель.

В публикации от 24 марта 1882 года он описал и основные принципы поиска болезнетворных бактерий, которые должны приводить к успеху. Принципы, которыми микробиологи пользуются до сих пор, получили название постулатов Коха, или «триада Коха»:

1. Необходимо удостовериться, что данный микроб присутствует при данном заболевании,
2. Необходимо получить чистую культуру микроба,
3. Необходимо экспериментально вызвать с помощью этой чистой культуры то же заболевание.

Статья произвела в научном мире эффект взорвавшейся бомбы. Теперь, после того, как многие исследователи в различных странах проверили и подтвердили правильность выводов немецкого доктора, уже никто не мог спорить с его методами и выводами.

Сам же Кох вынужден был на некоторое время отвлечься от туберкулеза и бросить силы на новый недуг. Германское правительство отправило его в составе научной экспедиции в Египет, а потом — в Индию для поиска причин терзавшей эти страны холеры. И тут методы ученого не подвели: уже вскоре Роберт заявил, что ему удалось найти виновный микроорганизм, получивший название «холерный вибрион».

В 1885 году ученый получил место профессора Берлинского университета и стал директором только что созданного Института инфекционных болезней. На новом поприще он возобновил боевые действия против туберкулеза. Теперь, когда враг был идентифицирован, можно было приступить к его уничтожению. В 1890 году доктор Кох объявил, что нашел лекарство. Это был продукт жизнедеятельности открытых Кохом «палочек». Роберт назвал средство «туберкулином». Первым человеком, которому Кох сделал инъекцию «туберкулина», был он сам, вторым - его ближайшая помощница.

В 1905 году доктору Роберту Коху, за «исследования и открытия, касающиеся лечения туберкулеза», была вручена Нобелевская премия по физиологии и медицине. В своей Нобелевской лекции он скромно сказал, что если попытаться осознать путь, «который пройден за последние годы в борьбе с таким широко распространенным заболеванием, как туберкулез, мы не сможем не констатировать, что здесь были сделаны первые важнейшие шаги». Находясь всегда на самом переднем крае борьбы с болезнетворными паразитами, доктор Кох не раз и не два специально инфицировал себя различными опасными болезнями, вроде малярии. Но умереть ему пришлось вовсе не от инфекции. Он уже давно жаловался на одышку и частые боли в левой стороне груди. Вечером 23 мая 1910 года 66-летнего Генриха Германа Роберта Коха нашли мертвым у открытой двери балкона в номере санатория «Картье» в Баден-Бадене. Прибывший врач констатировал смерть от сердечного приступа. Тело знаменитого ученого кремировали, а урну с прахом доставили в Берлин, где установили в специально построенном на территории Института инфекционных заболеваний Мавзолее. Сегодня этот институт называется Институтом Роберта Коха. А туберкулез, холера, чума и прочие страшные болезни, в поход на которые повел человека доктор Роберт Кох, уже давно перестали занимать в рейтингах летальности первые места.



Рисунок 1.9. Институт Роберта Коха в Берлине. Фото: www.globallookpress.com

В физиологический период, а именно в 1867 г., М.С. Воронин описал клубеньковые бактерии, а почти через 20 лет Г. Гельригель и Г. Вильфарт показали их способность к азотфиксации. Французские химики Т. Шлезинг, А. Мюнц обосновали микробиологическую природу нитрификации (1877 г.), а в 1882 г. П. Дегерен установил природу денитрификации, природу анаэробного разложения растительных остатков. Российский ученый П.А. Костычев создал теорию микробиологической природы процессов почвообразования.

ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ ПЕРИОД (НАЧАЛО XX в.) С наступлением XX в. начинается новый период в микробиологии, к которому привели открытия XIX в. Работы Л. Пастера по вакцинации, И.И. Мечникова по фагоцитозу, П. Эрлиха по теории гуморального иммунитета составили основное содержание этого этапа в развитии микробиологии, по праву получившего название иммунологического. Пауль Эрлих (1854 - 1915 гг.) - немецкий врач, бактериолог и биохимик, один из основоположников иммунологии и химиотерапии, выдвинувший гуморальную (от лат. humor - жидкость) теорию иммунитета. Он считал, что иммунитет возникает в результате образования в крови антител, которые нейтрализуют яд. Подтверждением этому было открытие антитоксинов - антител, нейтрализующих токсины у животных, которым вводили дифтерийный

или столбнячный токсин (Э. Беринг, С. Китазато). И.И. Мечникова (1845 - 1916 гг.) тоже по праву считают основоположником русской микробиологии и иммунологии. Лауреат Нобелевской премии в области физиологии и медицины (1908).

Открытие антибиотиков.

Ещё в 30-х годах XX столетия десятки тысяч людей умирали от дизентерии, воспаления лёгких, тифа, лёгочной чумы, а сепсис был смертным приговором.



Рисунок 1.10. Пенициллин.



Рисунок 1.11. Александр Флемминг.

«Когда я проснулся на рассвете 28 сентября 1928 года, я, конечно, не планировал революцию в медицине своим открытием первого в мире антибиотика или бактерии-убийцы», — эту запись в дневнике сделал Александр Флеминг, человек, который изобрёл пенициллин.

Идея использовать микробов в борьбе с микробами появилась ещё в XIX веке.

Учёным уже тогда было ясно, что чтобы бороться с раневыми осложнениями, надо научиться парализовать микробов, вызывающих эти осложнения, и что убить микроорганизмы можно с их же помощью. В частности, Луи Пастер открыл, что бациллы сибирской язвы погибают под действием некоторых других микробов. В 1897 году Эрнест Дучесне использовал плесень, то есть свойства пенициллина, для лечения тифа у морских свинок.

Фактически датой изобретения первого антибиотика является 3 сентября 1928 года. К этому времени Флеминг уже был известен и имел репутацию блестящего исследователя, он занимался изучением стафилококков, но его лаборатория часто была неопрятной, что и стало причиной открытия.

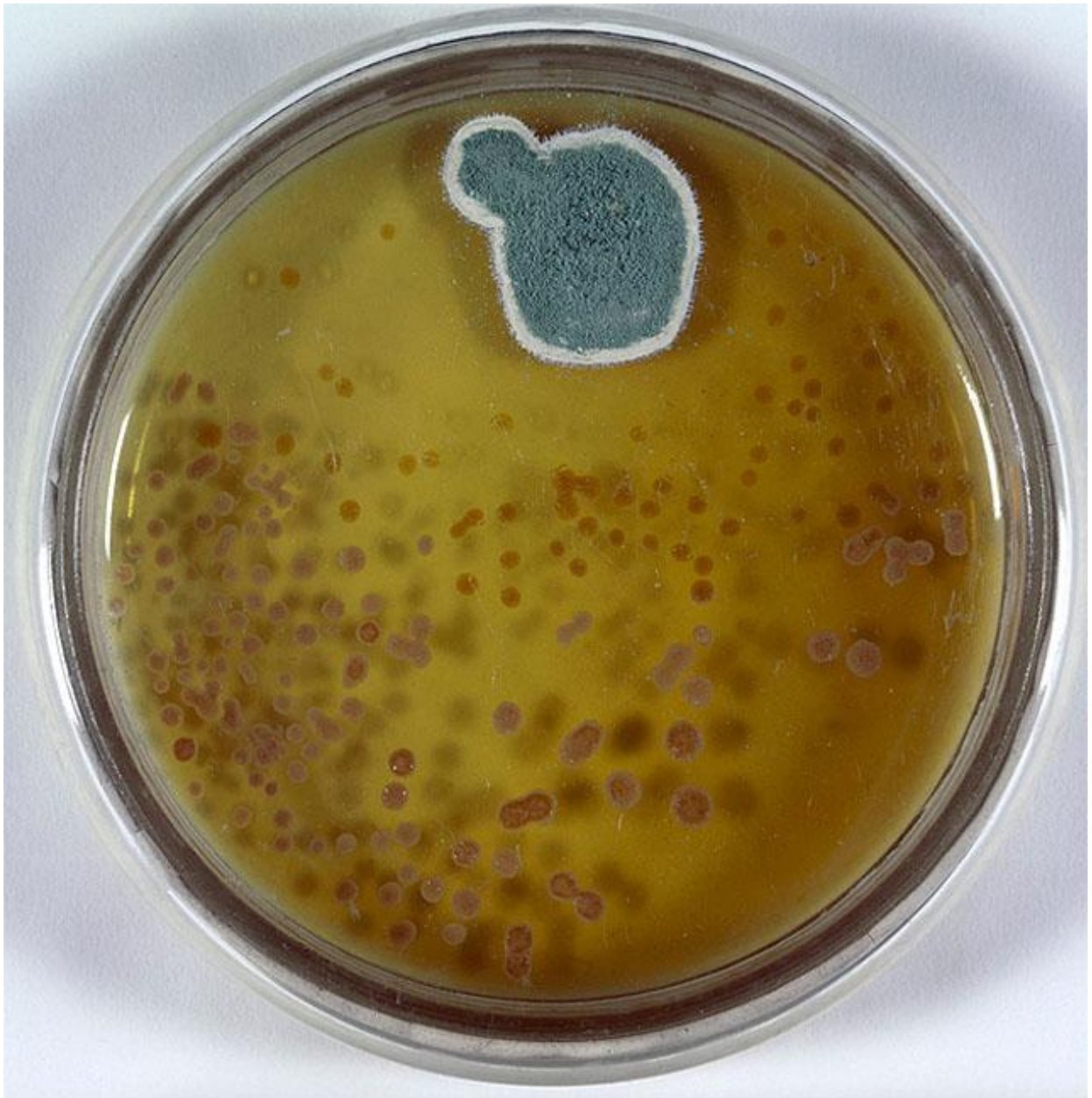


Рисунок 1.12. Колонии грибов рода *Penicillium*. Фото: www.globallookpress.com

3 сентября 1928 года Флеминг вернулся в свою лабораторию после месяца отсутствия. Собрав все культуры стафилококков, учёный заметил, что на одной пластине с культурами появились плесневые грибы, а присутствовавшие там колонии стафилококков были уничтожены, в то время как другие колонии — нет. Флеминг отнёс грибы, выросшие на пластине с его культурами, к роду пеницилловых, и назвал выделенное вещество пенициллином.

В ходе дальнейших исследований Флеминг заметил, что пенициллин воздействует на такие бактерии, как стафилококки и многие другие возбудители, которые вызывают скарлатину, пневмонию, менингит и дифтерию. Однако выделенное им средство не помогало от брюшного тифа и паратифа.

Доклад о своём открытии Флеминг опубликовал в 1929 году в Британском журнале экспериментальной патологии.

Продолжая свои исследования, Флеминг обнаружил, что работать с пенициллом трудно, производство происходит медленно, кроме этого, пенициллин не может существовать в теле человека достаточно долго, чтобы убивать бактерии. Также учёный не мог извлечь и очистить активное вещество.



Чейн Эрнст Борис
(1906 - 1979),

Флори Хоуард Уолтер
(1898 – 1968),

Рисунок 1.12. Эрнст Чейн и Уолтер Флори в 1938 году получили пенициллин в пригодном для инъекций виде. Нобелевская премия по физиологии и медицине в 1945 году совместно с Александром Флемингом за открытие и синтез пенициллина.

До 1942 года Флеминг совершенствовал новый препарат, но до 1939 года вывести эффективную культуру так и не удалось. В 1940 году немецко-

английский биохимик Эрнст Борис Чейн и Хоуард Уолтер Флори, английский патолог и бактериолог, активно занимались попыткой очистить и выделить пенициллин, и спустя некоторое время им удалось произвести достаточно пенициллина для лечения раненых.

В 1941-м лекарство удалось накопить в достаточных масштабах для эффективной дозы. Первым человеком, которого удалось спасти с помощью нового антибиотика, был 15-летний подросток с заражением крови.

При помощи пенициллина можно вылечить остеомиелит и пневмонию, сифилис и родильную горячку, предотвратить развитие инфекций после ранений и ожогов — раньше все эти заболевания были смертельными. В ходе развития фармакологии были выделены и синтезированы антибактериальные препараты других групп, и когда были получены другие виды антибиотиков, перестал быть приговором и туберкулёз.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПЕРИОД (С 50-х гг. XX в.)

Он характеризуется рядом принципиально важных научных достижений и открытий:

1. Расшифровка молекулярной структуры и молекулярно- биологической организации многих вирусов и бактерий; открытие простейших форм жизни - «инфекционного» белка приона.

2. Расшифровка химического строения и химический синтез некоторых антигенов. Например, химический синтез лизоцима (Д. Села, 1971 г.), пептидов вируса СПИДа (Р.В. Петров, В.Т. Иванов и др.).

3. Расшифровка строения антител-иммуноглобулинов (Д. Эдельман, Р. Портер, 1959 г.).

4. Разработка метода культур животных и растительных клеток и их выращивание в промышленных масштабах с целью получения вирусных антигенов.

5. Получение рекомбинантных бактерий и рекомбинантных вирусов. 6. Создание гибридом путем слияния иммунных В-лимфоцитов - продуцентов антител и раковых клеток - с целью получения моноклональных антител (Д. Келлер, Ц. Мильштейн, 1975 г.).

7. Открытие иммуномодуляторов - иммуноцитокенинов (интерлейкины, интерфероны, миелопептиды и др.) - эндогенных природных регуляторов иммунной системы и их использование для профилактики и лечения различных болезней.

8. Получение вакцин с помощью методов биотехнологии и приемов генетической инженерии (гепатита В, малярии, антигенов ВИЧ и других антигенов) и биологически активных пептидов (интерфероны, интерлейкины, ростовые факторы и др.).

9. Разработка синтетических вакцин на основе природных или синтетических антигенов и их фрагментов.

10. Открытие вирусов, вызывающих иммунодефициты.

11. Разработка принципиально новых способов диагностики инфекционных и неинфекционных болезней (иммуноферментный, радиоиммунный анализы, иммуноблотинг, гибридизация нуклеиновых кислот). Создание на основе этих способов тест-систем для индикации, идентификации микроорганизмов, диагностики инфекционных и неинфекционных болезней. Во второй половине XX в. продолжается формирование новых направлений в микробиологии, от нее отпочковываются новые дисциплины со своими объектами исследований (вирусология, микология), выделяются направления, различающиеся задачами исследования (общая микробиология, техническая, сельскохозяйственная, медицинская микробиология, генетика микроорганизмов и т.д.). Было изучено много форм микроорганизмов и примерно к середине 50-х гг. прошлого века А. Клейвером (1888 - 1956 гг.) и К. Нилем (1897 - 1985 гг.) была сформулирована теория биохимического единства жизни.

ГЛАВА 2 СИСТЕМАТИКА И МОРФОЛОГИЯ БАКТЕРИЙ

Систематика- распределение микроорганизмов в соответствии с их происхождением и биологическим сходством. Систематика занимается всесторонним описанием видов организмов, выяснением степени родственных отношений между ними и объединением их в различные по уровню родства классификационные единицы- таксоны. Основные вопросы, решаемые при систематике (три аспекта, три кита систематики)- классификация, идентификация и номенклатура.

Классификация- распределение (объединение) организмов в соответствии с их общими свойствами (сходными генотипическими и фенотипическими признаками) по различным таксонам.

Таксономия- наука о методах и принципах распределения (классификации) организмов в соответствии с их иерархией. Наиболее часто используют следующие таксономические единицы (таксоны)- штамм, вид, род. Последующие более крупные таксоны- семейство, порядок, класс.

В современном представлении вид в микробиологии- совокупность микроорганизмов, имеющих общее эволюционное происхождение, близкий генотип (высокую степень генетической гомологии, как правило более 60%) и максимально близкие фенотипические характеристики.

Нумерическая (численная) таксономия основывается на использовании максимального количества сопоставляемых признаков и математическом учете степени соответствия. Большое число сравниваемых фенотипических признаков и принцип их равной значимости затрудняло классификацию.

При изучении, идентификации и классификации микроорганизмов чаще всего изучают следующие (гено- и фенотипические) характеристики:

1. **Морфологические**- форма, величина, особенности взаиморасположения, структура.

2. **Тинкториальные**- отношение к различным красителям (характер окрашивания), прежде всего к окраске по Граму. По этому признаку все микроорганизмы делят на грамположительные и грамотрицательные.

Метод основан на реакции основного парарозанилинового красителя (например, кристаллического фиолетового, метилового фиолетового или их смеси, так называемого генцианвиолета) с йодом. Продуктом этой реакции является нерастворимое соединение темно-красного цвета в клеточной стенке бактерий. Это вещество удаляется обесцвечивающими растворителями (такими, как ацетон или спирт). Степень обесцвечивания за-

висит от структуры и толщины клеточной стенки. Для демонстрации обесцвеченных микроорганизмов используют более светлый докрасивающий краситель.

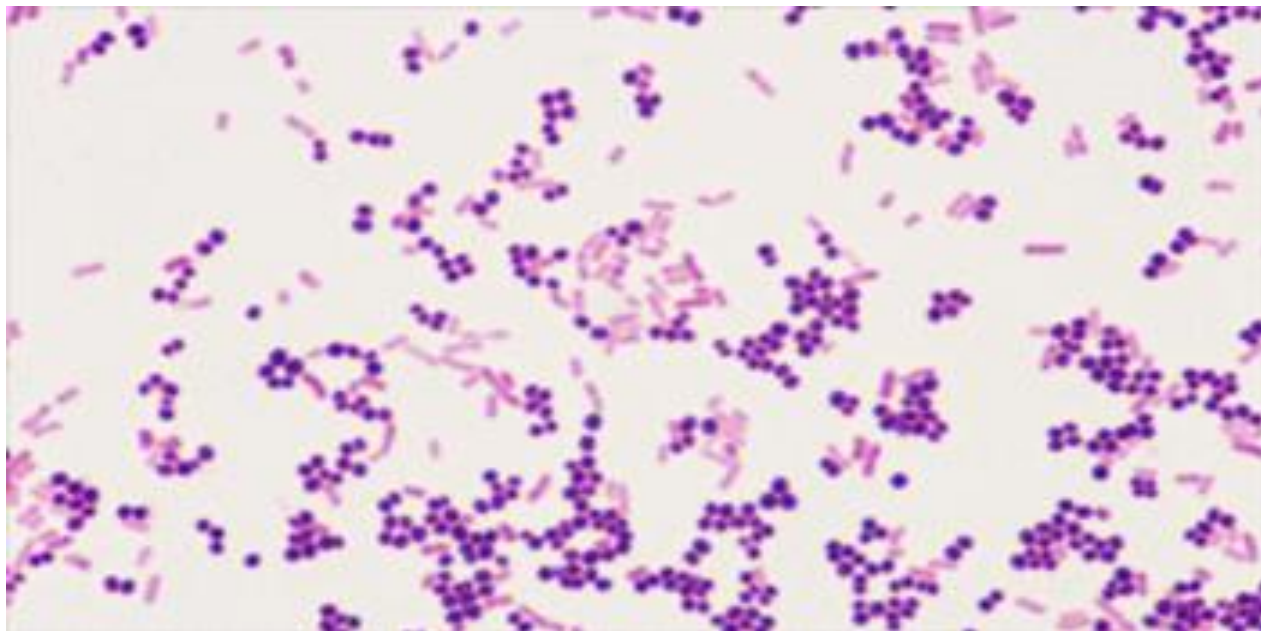


Рисунок 2.1. Колонии Грам+ и Грам- микроорганизмов.

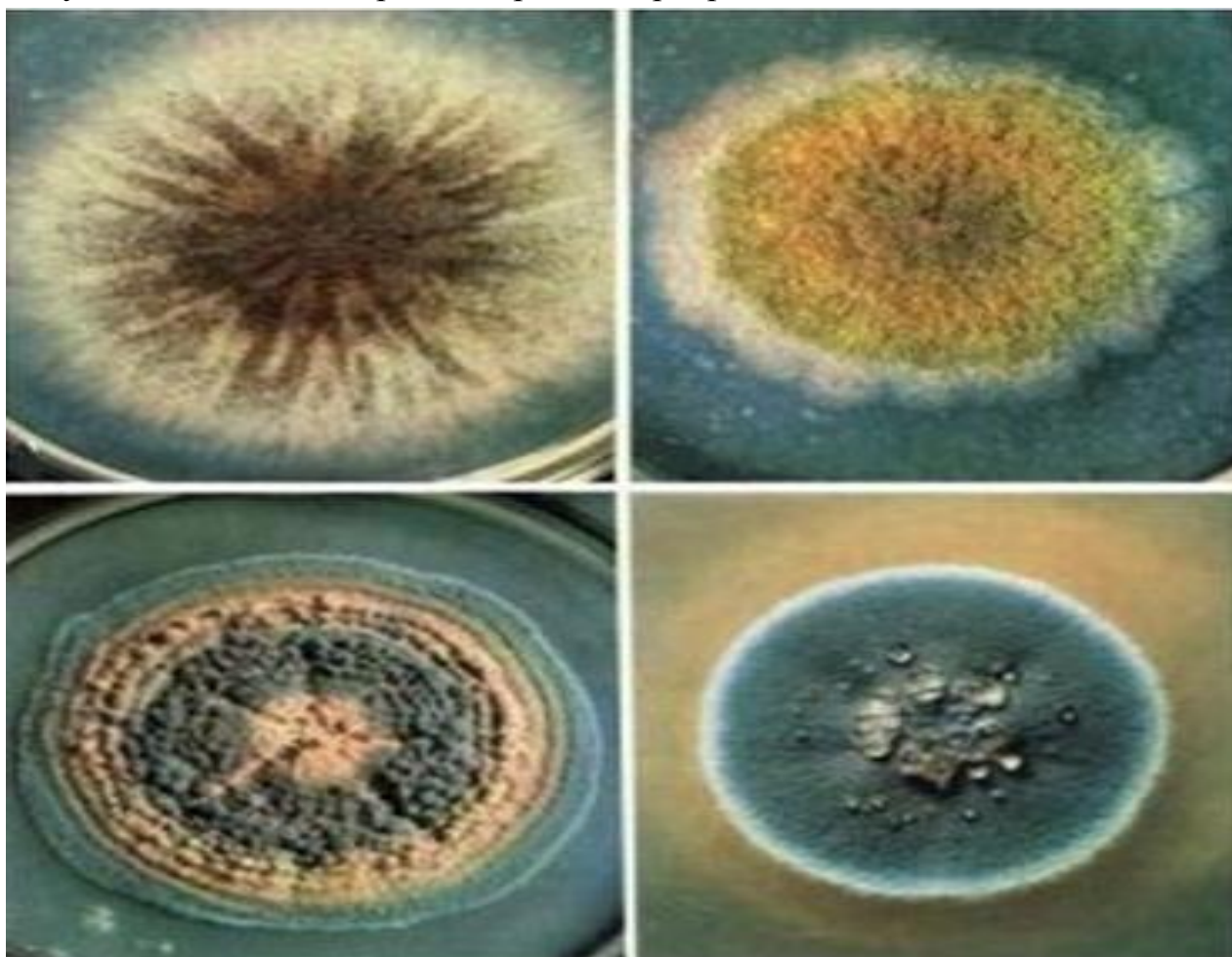


Рисунок 2.2. Форма, структура и цвет колоний различных видов микроорганизмов.

Грамположительные микроорганизмы устойчивы к обесцвечиванию и остаются темно-пурпурными. Эта устойчивость не постоянна, и при продолжительном обесцвечивании краситель все же смывается. Грамотрицательные микроорганизмы, как и весь цитологический препарат, окрашиваются в розовый цвет. Морфологические свойства и отношение к окраске по Граму позволяют как правило отнести изучаемый микроорганизм к крупным таксонам- семейству, роду.

3. Культуральные свойства - характер роста микроорганизма на питательных средах.

4. Биохимические- способность ферментировать различные субстраты (углеводы, белки и аминокислоты и др.), образовывать в процессе жизнедеятельности различные биохимические продукты за счет активности различных ферментных систем и особенностей обмена веществ.

5. Антигенные- зависят преимущественно от химического состава и строения клеточной стенки, наличия жгутиков, капсулы, распознаются по способности макроорганизма (хозяина) вырабатывать антитела и другие формы иммунного ответа, выявляются в иммунологических реакциях.

6. Физиологические- способы углеводного (аутоотрофы, гетеротрофы), азотного (аминоавтотрофы, аминокетотрофы) и других видов питания, тип дыхания (аэробы, микроаэрофилы, факультативные анаэробы, строгие анаэробы).

7. Подвижность и типы движения.



Рисунок 2.3. Бактерии со жгутиками

- 8.Способность к спорообразованию, характер спор.
- 9.Чувствительность к бактериофагам, фаготипирование.
- 10.Химический состав клеточных стенок- основные сахара и аминокислоты, липидный и жинокислотный состав.
- 11.Белковый спектр (полипептидный профиль).
- 12.Чувствительность к антибиотикам и другим лекарственным препаратам.

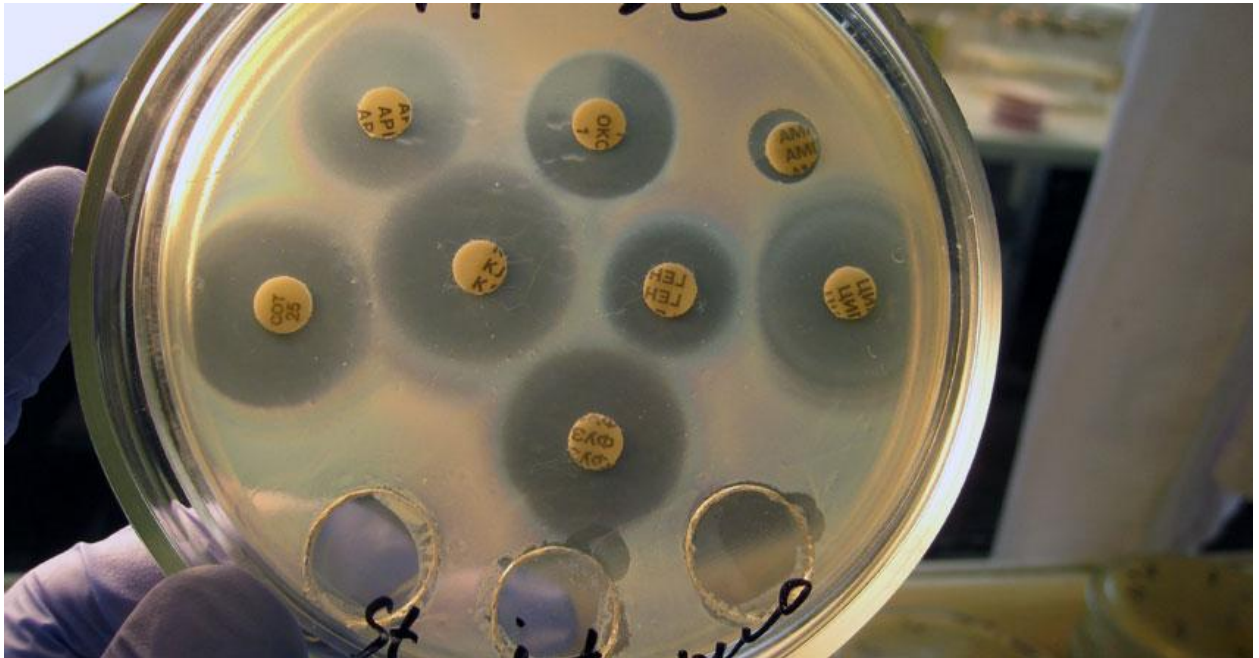


Рисунок 2.4. Тестирование микроорганизмов на чувствительность к антибиотикам методом дисков.

13.Генотипические (использование методов геносистематики).

В последние десятилетия для классификации микроорганизмов, помимо их фенотипических характеристик (см. пп.1- 12), все более широко и эффективно используются различные генетические методы (изучение генотипа- генотипических свойств). Используются все более совершенные методы- рестрикционный анализ, ДНК- ДНК гибридизация, ПЦР, сиквенс и прочие. В основе большинства методов лежит принцип определения степени гомологии генетического материала (ДНК, РНК). При этом чаще исходят из условного допущения, что степень гомологии более 60% (для некоторых групп микроорганизмов- 80%) свидетельствует о принадлежности микроорганизмов к одному виду (различные генотипы - один геновид), 40- 60%- к одному роду.

Основные фено- и генотипические характеристики, используемые для классификации микроорганизмов, используются и для идентифика-

ции, т.е. установления их таксономического положения и прежде всего видовой принадлежности- наиболее важного аспекта микробиологической диагностики инфекционных заболеваний. Идентификация осуществляется на основе изучения фено- и генотипических характеристик изучаемого инфекционного агента и сравнения их с характеристиками известных видов. При этой работе часто применяют эталонные штаммы микроорганизмов, стандартные антигены и иммунные сыворотки к известным прототипным микроорганизмам. У патогенных микроорганизмов чаще изучают морфологические, тинкториальные, культуральные, биохимические и антигенные свойства.

Номенклатура- название микроорганизмов в соответствии с международными правилами. Для обозначения видов бактерий используют бинарную латинскую номенклатуру род/вид, состоящую из названия рода (пишется с заглавной буквы) и вида (со строчной буквы). Примеры- *Shigella flexneri*, *Rickettsia sibirica*.

В микробиологии часто используется и ряд других терминов для характеристики микроорганизмов.

Штамм- любой конкретный образец (изолят) данного вида. Штаммы одного вида, различающиеся по антигенным характеристикам, называют серотипами (серовариантами- сокращенно сероварами), по чувствительности к специфическим фагам- фаготипами, биохимическим свойствам- хемоварами, по биологическим свойствам- биоварами и т.д.

Колония- видимая изолированная структура при размножении бактерий на плотных питательных средах, может развиваться из одной или нескольких родительских клеток. Если колония развилась из одной родительской клетки, то потомство называется клон.

Культура- вся совокупность микроорганизмов одного вида, выросших на плотной или жидкой питательной среде.

Основной принцип бактериологической работы- выделение и изучение свойств только чистых (однородных, без примеси посторонней микрофлоры) культур.

2. Морфология бактерий.

Прокариоты отличаются от эукариот по ряду основных признаков.

- 1.Отсутствие истинного дифференцированного ядра (ядерной мембраны).
- 2.Отсутствие развитой эндоплазматической сети, аппарата Гольджи.
- 3.Отсутствие митохондрий, хлоропластов, лизосом.
- 4.Неспособность к эндоцитозу (захвату частиц пищи).

5. Клеточное деление не связано с циклическими изменениями строения клетки.

6. Значительно меньшие размеры (как правило). Большая часть бактерий имеет размеры 0,5- 0,8 микрометров (мкм) x 2- 3 мкм.

По форме выделяют следующие основные группы микроорганизмов (рис. 2.5).

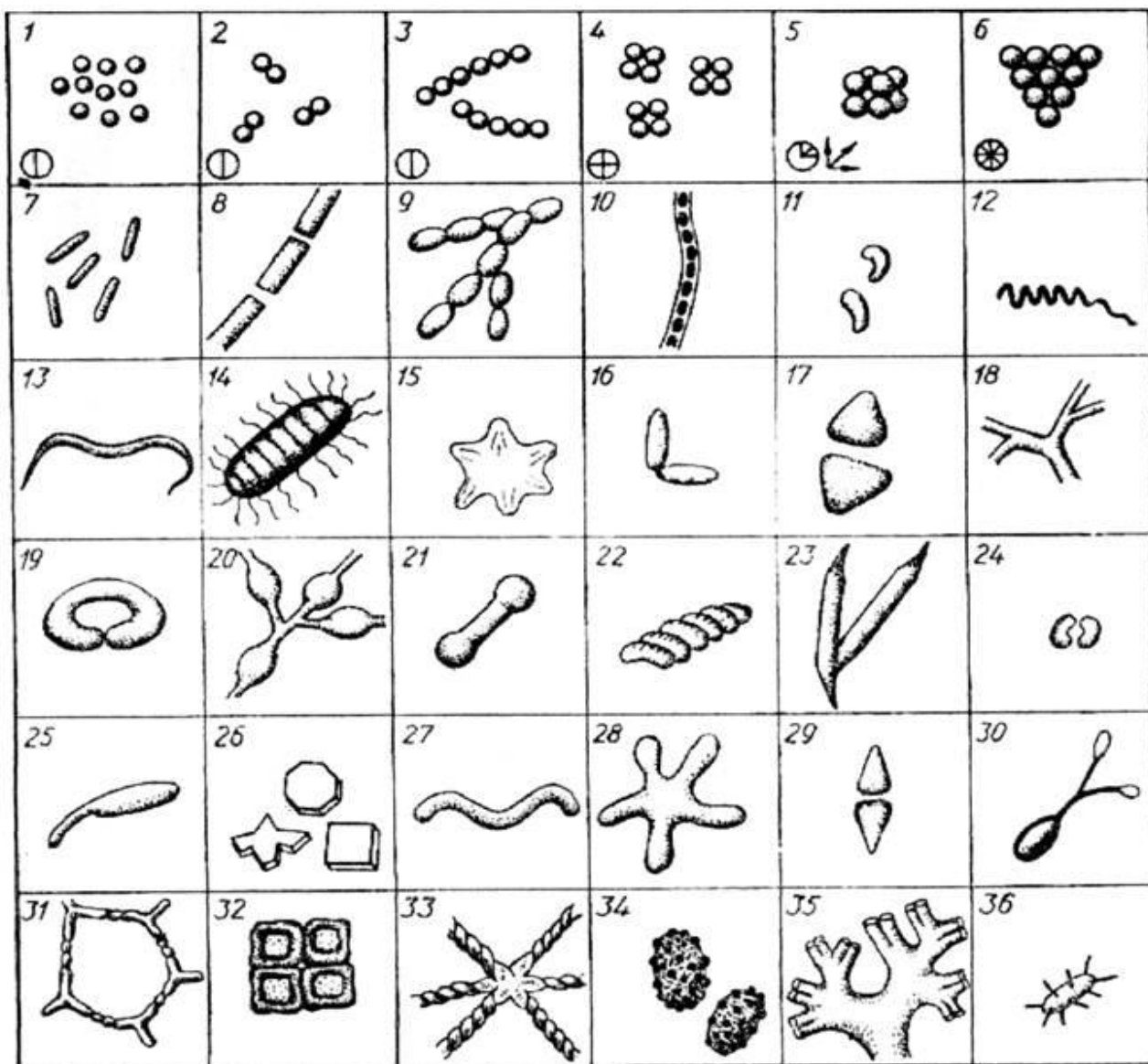


Рисунок 2.5. Основные формы бактериальных клеток

1 – микрококки; 2 – диплококки; 3 – стрептококки; 4 – тетракокки; 5 – сарцина; 6 – стафилококк; 7 – маленькие палочки; 8 – большие палочки, соединенные в цепочку; 9 – яйцевидные кокки; 10 – трихомные клетки; 11 – вибрионы; 12 – спирохета; 13 – червеобразная клетка; 14 – многоклеточная форма; 15 – звездообразная; 16 – палочки, расположенные под углом друг к другу; 17 - треугольные; 18 – ветвящиеся формы; 19 – тороидальные; 20 – почкующиеся клетки; 21 - гантелевидные клетки; 22 – нецилиндрические трихомы; 23 – палочки с заостренными концами; 24 - бо-

бовидный диплококк; 25 – клетка со стебельком; 26 – пластинчатые клетки архебактерий; 27 - спирилла; 28 – амёбоидная; 29 – ланцетовидный диплококк; 30 – клетка с гифами, на которых образуются почки; 31 – цепочка клеток, образующих петлю; 32 – соединение клеток в пластинки; 33 – звездообразная розетка из клеток; 34 – тубероидальные клетки; 35 – слизистые стебельки бактерий; 36 – клетки с шипами.

Кокковидные бактерии (кокки) по характеру взаиморасположения после деления подразделяются на ряд вариантов.

1. Микрококки. Клетки расположены в одиночку. Входят в состав нормальной микрофлоры, находятся во внешней среде. Заболеваний у людей не вызывают.

2. Диплококки. Деление этих микроорганизмов происходит в одной плоскости, образуются пары клеток. Среди диплококков много патогенных микроорганизмов- гонококк, менингококк, пневмококк.

3. Стрептококки. Деление осуществляется в одной плоскости, размножающиеся клетки сохраняют связь (не расходятся), образуя цепочки. Много патогенных микроорганизмов- возбудители ангин, скарлатины, гнойных воспалительных процессов.

4. Тетракокки. Деление в двух взаимоперпендикулярных плоскостях с образованием тетрад (т.е. по четыре клетки). Медицинского значения не имеют.

5. Сарцины. Деление в трех взаимоперпендикулярных плоскостях, образуя тьюки (пакеты) из 8, 16 и большего количества клеток. Часто обнаруживают в воздухе.

6. Стафилококки (от лат.- гроздь винограда). Делятся беспорядочно в различных плоскостях, образуя скопления, напоминающие грозди винограда. Вызывают многочисленные болезни, прежде всего гнойно- воспалительные.

Палочковидные формы микроорганизмов.

1. Бактерии- палочки, не образующие спор.

2. Бациллы- аэробные спорообразующие микробы. Диаметр споры обычно не превышает размера (“ширины”) клетки (эндоспоры).

3. Клостридии- анаэробные спорообразующие микробы. Диаметр споры больше поперечника (диаметра) вегетативной клетки, в связи с чем клетка напоминает веретено или теннисную ракетку.

Необходимо иметь в виду, что термин “бактерия” часто используют для обозначения всех микробов- прокариот. В более узком (морфологическом) значении бактерии- палочковидные формы прокариот, не имеющих спор.

Извитые формы микроорганизмов.

1. Вибрионы и кампилобактерии- имеют один изгиб, могут быть в форме запятой, короткого завитка.

2. Спириллы- имеют 2- 3 завитка.

3. Спирохеты- имеют различное число завитков, аксостиль- совокупность фибрилл, специфический для различных представителей характер движения и особенности строения (особенно концевых участков). Из большого числа спирохет наибольшее медицинское значение имеют представители трех родов- *Borrelia*, *Treponema*, *Leptospira*.

Характеристика морфологии риккетсий, хламидий, микоплазм, более подробная характеристика вибрионов и спирохет будет дана в соответствующих разделах частной микробиологии. Данный раздел завершаем краткой характеристикой (ключем) для характеристики основных родов микроорганизмов, имеющих медицинское значение, на основе критериев, применяемых в определителе бактерий по Берджи (Berge).

Таблица 2.1. Ключ к основным группам бактерий

Основные группы бактерий	Роды бактерий
1. Изгибающиеся бактерии с тонкими стенками, подвижность обеспечивается за счет скольжения-	скользящие бактерии
2. Изгибающиеся бактерии с тонкими стенками, подвижность связана с наличием осевой нити	Спирохеты <i>Borrelia</i> , <i>Leptospira</i> <i>Treponema</i>
3. Ригидные бактерии с толстыми стенками, неподвижные или подвижные благодаря жгутикам	эубактерии
А. Мицелиальные формы	<i>Mycobacterium</i> , <i>Actinomyces</i> , <i>Nocardia</i> , <i>Streptomyces</i>
Б. Простые одноклеточные 1/облигатные внутриклеточные паразиты	<i>Rickettsia</i> , <i>Coxiella</i> , <i>Chlamydia</i>
2/свободноживущие а. грамположительные: неспорообразующие палочки спорообразующие палочки в т.ч. обязательные аэробы в т.ч. обязательные анаэробы б. грамотрицательные: кокки	кокки <i>Streptococcus</i> , <i>Staphylococcus</i> <i>Corynebacterium</i> , <i>Listeria</i> , <i>Erysipelothrix</i> <i>Bacillus</i> <i>Clostridium</i> <i>Neisseria</i>
некишечные палочки в т.ч. спиральной	

формы в т.ч. прямые, очень мелкие палочки кишечные палочки в т.ч. факультативные анаэробы в т.ч. облигатные аэробы в т.ч. облигатные анаэробы	<i>Spirillum</i> <i>Pasteurella</i> , <i>Brucella</i> , <i>Yersinia</i> , <i>Francisella</i> , <i>Haemophilus</i> , <i>Bordetella</i> <i>Escherichia</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Proteus</i> , <i>Bacteroides</i> , <i>Fusobacterium</i>
4. Без клеточных стенок	<i>Mycoplasma</i> , <i>Ureaplasma</i>

3. Строение бактериальной клетки.

Обязательными органоидами являются: ядерный аппарат, цитоплазма, цитоплазматическая мембрана.

Необязательными (второстепенными) структурными элементами являются: клеточная стенка, капсула, споры, пили, жгутики.

Бактериальная клетка состоит из клеточной стенки, цитоплазматической мембраны и цитоплазмы, которая содержит ядерное вещество, различные органеллы и включения. Кроме того, у многих бактерий имеются капсула и слизистый слой, жгутики и пили.

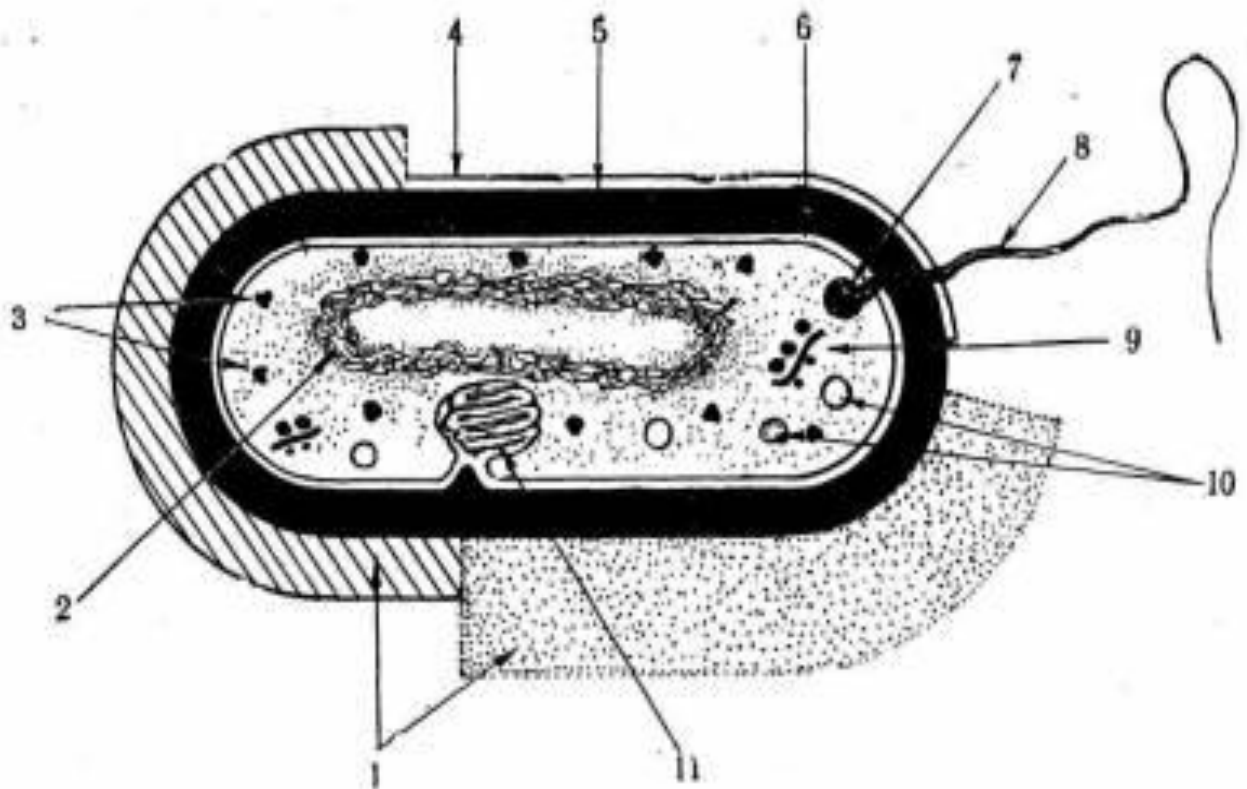


Рисунок 2.6. Схематическое изображение морфологических структур бактериальной клетки. 1 - капсула; 2 - нуклеоид; 3 - рибосома; 4 – микрокапсула; 5 – клеточная стенка; 6 – цитоплазматическая мембрана; 7 – базальное тельце; 8 – жгутик; 9 – полисома; 10 – гранула; 11 – мезосома.

Клеточная стенка. Оболочка, которая отделяет микробную клетку от окружающей среды, определяет и сохраняет ее форму, получила название клеточной стенки. Она характеризуется прочностью, эластичностью и

гибкостью. Клеточная стенка выполняет жизненно важную функцию: предохраняет клетку от осмотического лизиса, так как давление внутри клетки в цитоплазме выше, чем в окружающей среде. Обладая избирательной проницаемостью, клеточная стенка обеспечивает прохождение внутрь клетки различных веществ и выведение наружу продуктов обмена. Через клеточную стенку легко проникают вода, глюкоза, аминокислоты, жирные кислоты, имеющие молекулы небольших размеров. Более крупные молекулы органических веществ не могут проникнуть внутрь клетки без предварительного расщепления их на более мелкие с помощью ферментов, выделяемых клеткой.

Клеточная стенка бактерий имеет сложную структуру и построена из компонентов двух типов. Прочность и твердость клеточной стенке придает сеть микрофибрилл, которая погружена в содержимое — матрикс. Микрофибриллы являются гликопептидами (пептидогликаны, или муреины). Слой гликопептидов определяет и сохраняет форму бактериальной клетки. Структура и химический состав клеточных стенок грамположительных и грамотрицательных бактерий различны.

Клеточная стенка грамположительных бактерий имеет наиболее простое строение. Структура ее однородна, она толще (10—15 нм), чем клеточная стенка грамотрицательных бактерий. Основная масса клеточной стенки — гликопептиды (до 90%). Сеть микрофибрилл погружена в матрикс, содержащий полисахариды (до 90%) и тейхоевые кислоты. Белки обычно отсутствуют, а липиды составляют всего 2,5%. Однако некоторые грамположительные бактерии, например, коринебактерии и микобактерии, содержат в клеточной стенке большое количество липидов.

Клеточная стенка грамотрицательных бактерий имеет сложное строение и по химическому составу значительно отличается от клеточных стенок грамположительных бактерий. Внутренний слой клеточной стенки — тонкий мешочек молекул гликопептида, состоящий из одного или двух молекулярных слоев (2—3 нм). Поверх него лежит широкий внешний слой (7—8 нм) из неплотно упакованных молекул белка и фосфолипидов, над которым располагается третий слой — липополисахариды. Возможна и другая структура внешнего слоя клеточной стенки: в двойной слой фосфолипидов включены белки и липополисахариды.

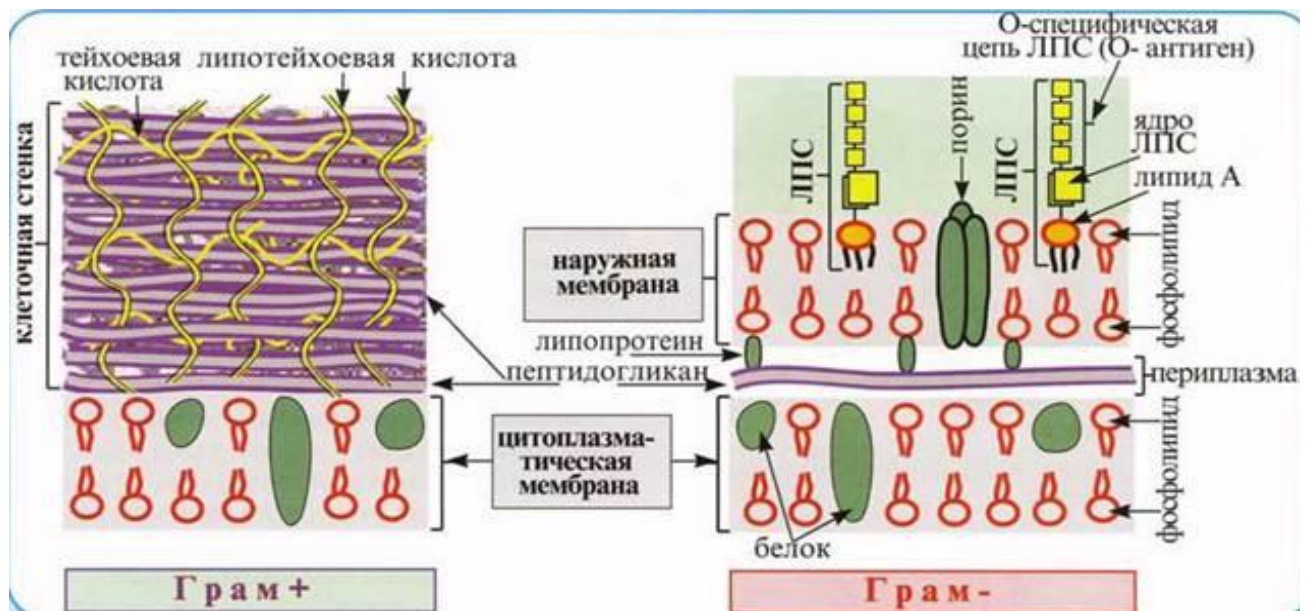


Рисунок 2.7. Структура клеточной стенки бактерий

В клеточной стенке этих бактерий много липидов (до 25%), белка и полисахаридов.

Цитоплазматическая мембрана. Непосредственно под клеточной стенкой расположена цитоплазматическая мембрана, очень плотно прилегающая к ней. Цитоплазматическая мембрана имеет большое значение в жизни клетки. Она действует как осмотический барьер, концентрируя внутри клетки питательные вещества и способствуя выведению продуктов обмена. Через нее проходят частицы, имеющие молекулы небольших размеров (фрагменты ДНК, белки с низкой молекулярной массой — внеклеточные ферменты). Белки цитоплазматической мембраны — пермеазы выполняют функцию транспорта — переноса органических и неорганических веществ в клетку.

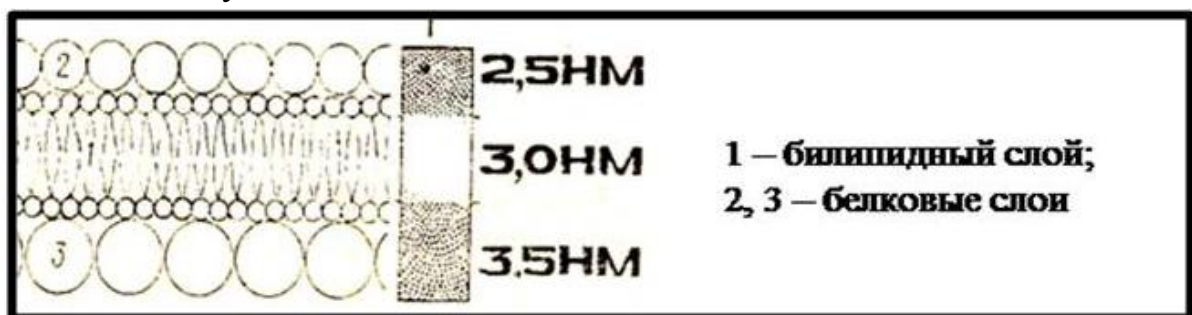


Рисунок 2.8. Структура цитоплазматической мембраны

Цитоплазматическая мембрана является местом биосинтеза некоторых составных частей клетки, принимает участие в процессах деления бактерий. На внутренней поверхности ее находятся специальные участки, к которым прикрепляется ДНК в процессе ее удвоения (репликации). Рост мембраны обеспечивает разделение генома клетки после завершения процесса репликации. У аэробных бактерий в цитоплазматической мембране

находится цепочка переноса электронов, обеспечивающих энергетический обмен клетки.

Цитоплазматическая мембрана очень тонка (не более 8—10 нм). На электронных микрофотографиях она видна как двойная линия, разделенная светлым промежутком (трехслойная). Более половины массы цитоплазматической мембраны составляют белки и 20—30% — фосфолипиды. Цитоплазматическая мембрана бактерий имеет структуру элементарной биологической мембраны — двойного слоя фосфолипидов, на поверхности которых расположены белки. При некоторых воздействиях на бактериальную клетку, например, при помещении ее в гипертонический раствор хлорида натрия, мембрана может отделиться от клеточной стенки и стать хорошо видимой.

Периплазматическое пространство

Периплазматическое пространство (периплазма) представляет собой зону между клеточной стенкой и ЦПМ. Толщина периплазмы составляет около 10 нм, объем зависит от условий среды и, прежде всего, от осмотических свойств раствора. Периплазма может включать до 20% всей находящейся в клетке воды, в ней локализуются некоторые ферменты (фосфатазы, пермеазы, нуклеазы и др.) и транспортные белки - переносчики соответствующих субстратов.

Цитоплазма. Содержимое бактериальной клетки — ограниченное цитоплазматической мембраной прозрачное, слегка вязкое вещество жидкой консистенции. Цитоплазма клеток бактерий является коллоидальной системой, состоящей из воды, протеинов, жиров, углеводов, различных минеральных и других веществ, соотношения которых варьируют в зависимости от вида бактерий и возраста клетки. В цитоплазме бактерии находятся ядро клетки — нуклеоид, рибосомы, мезосомы, а также различные гранулы запасных питательных веществ, пигменты, жиры.

Нуклеоид. Содержит ДНК, которая связана с небольшим количеством специфического основного белка — гистона (нуклеопротеид) и является хранителем наследственной информации в клетке. В отличие от ядер других микроорганизмов, например простейших, нуклеоид бактерий не имеет ясно выраженной мембраны, ограничивающей его от остальной части цитоплазмы.

Молекула ДНК по схеме, предложенной в 1953 г. Уотсоном и Криком, состоит из двух полинуклеотидных цепей, закрученных одна вокруг другой наподобие винтовой лестницы. Наружнюю поверхность такой двойной спирали образует сахар — дезоксирибоза (С), которая чередуется с остатками фосфорной кислоты (Ф). Внутри спирали перпендикулярно к ее оси, как ступеньки лестницы, расположены плоские молекулы азоти-

стых оснований: пурины — аденин (А), гуанин (Г) и пириимидины — тимин (Т), цитозин (Ц).

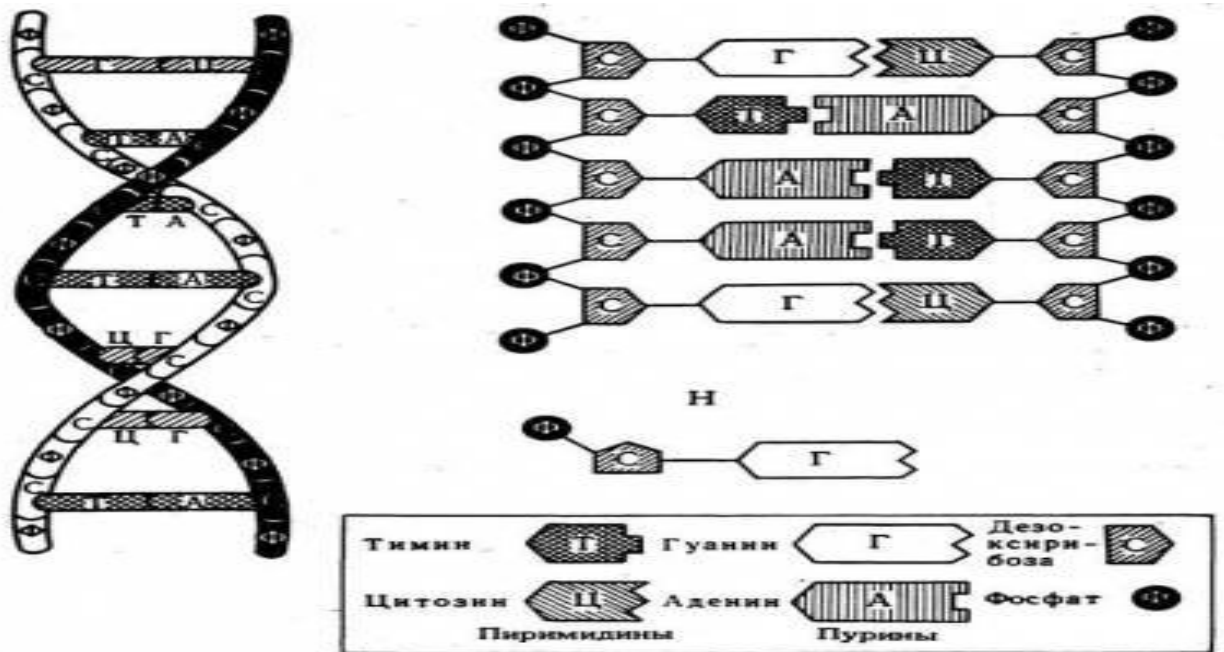


Рисунок 2.9. Модель структуры ДНК.

Каждый пурин вследствие своей химической структуры обязательно соединен с пириимидином, поэтому нить ДНК имеет равномерную толщину, около 0,2 нм, на всем протяжении. Длина молекулы ДНК может быть в сотни миллионов раз больше. Например, общая длина хромосомы кишечной палочки 1—1,4 мм. Пурины и пириимидины соединены между собой водородными связями, которые легко разрываются. Каждое азотистое основание прикреплено только к сахару наружной цепи — дезоксирибозе. Дезоксирибоза, фосфат и азотистое основание образуют один мономер ДНК, называемый нуклеотидом (Н). Для ДНК многих бактерий характерна кольцевая структура в виде замкнутого кольца. У большинства прокариотов только одна бактериальная хромосома.

Рибосомы. Помимо ДНК, в клетке есть вторая нуклеиновая кислота — рибонуклеиновая (РНК), которая в отличие от ДНК состоит из одной цепи, имеет сахар рибозу вместо дезоксирибозы и урацил вместо тимина.

Основная масса РНК связана с белком в форме маленьких частиц, или рибосом, которые являются центрами синтеза белка. Рибосомы образуют большие агрегаты, называемые полирибосомами, или полисомами, состоящими из 7—8 рибосом и более.

Химический состав рибосом: 40—60% РНК и 60—40% белка. У бактерий рибосомы свободно лежат в цитоплазме. Количество их в каждой клетке может быть более 100. Помимо рибосомальной РНК (рРНК), в цитоплазме бактерии находится еще информационная РНК (иРНК, или мРНК).

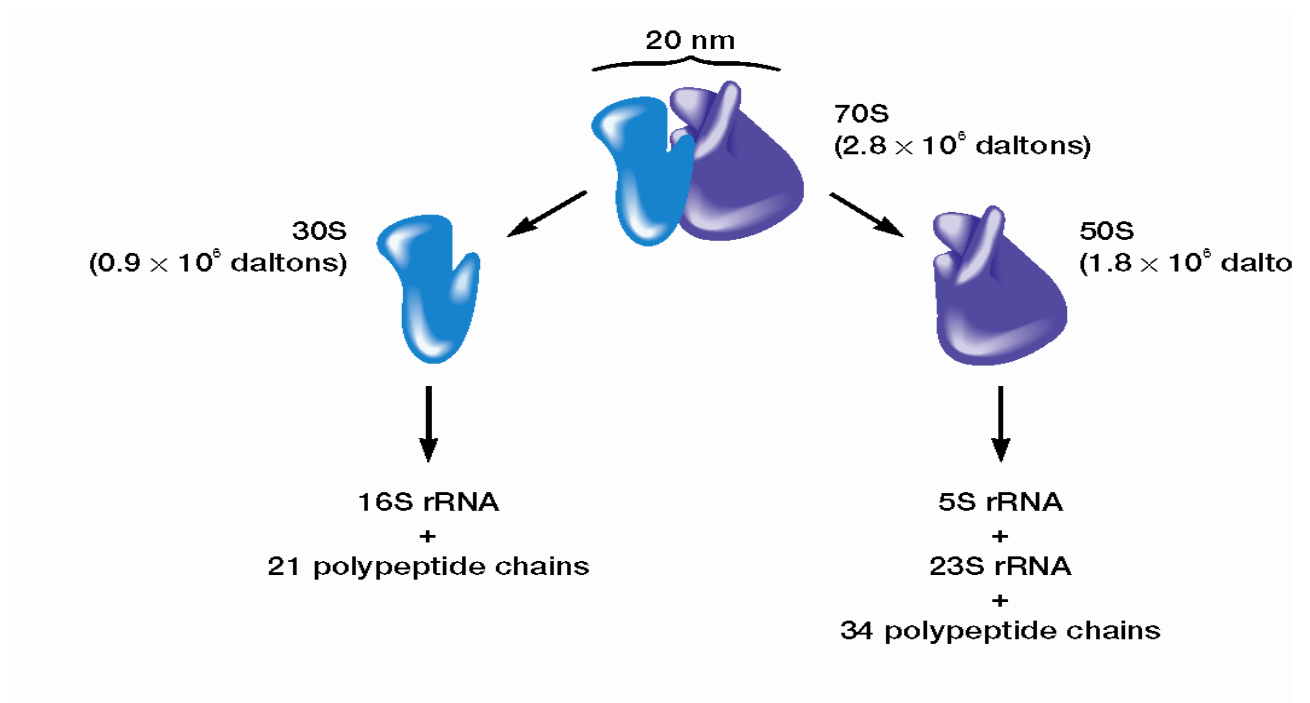


Рисунок 2.10. Структура прокариотических 70S рибосом.

Она осуществляет функцию переноса генетической информации от ДНК к полисомам. У кишечной палочки она составляет 2—4 % от всей РНК. Третья рибонуклеиновая кислота — транспортная (тРНК)—выполняет функцию транспортировки в рибосомы аминокислот, необходимых для синтеза белка.

Мезосомы.

Мезосомы представляют собой мембранные структуры, образуемые при закручивании ЦПМ. Морфологически мезосомы выглядят как ламеллярные стопки или спирально упакованные ламеллы, везикулярные или тубулярные структуры, а также смешанные мембранные системы, образованные трубочками, пузырьками и ламеллами. По расположению в клетке различают: мезосомы, образующиеся в зоне клеточного деления и формирования клеточной перегородки (септальные мезосомы) и мезосомы, сформированные в результате инвагинации периферических участков ЦПМ (латеральные мезосомы).

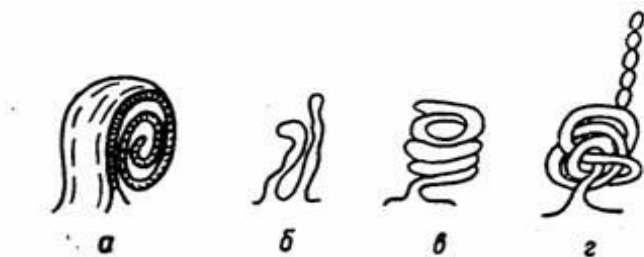


Рисунок 2.11. Типы строения истинных мезосом. а - ламеллярный; б - г - тубулярные типы.

Предполагается, что мезосомы полифункциональны, содержат различные ферментные системы и играют определенную роль в энергетическом метаболизме. Считают, что они являются сайтом для формирования клеточной стенки бактерий и прикрепления нуклеоида в процессе репликации ДНК. Септальные мезосомы участвуют в построении поперечной перегородки при делении бактерий.

Гранулы. В цитоплазме бактерий находятся различные гранулы, многие из которых содержат запасные питательные вещества. Источником углерода или энергии служат гранулы безазотистых органических веществ — полисахариды, состоящие из молекул глюкозы. Одни гранулы состоят из крахмала и окрашиваются йодом в синий цвет (иогены или гранулеза), другие содержат гликоген и окрашиваются йодом в красновато-коричневый цвет. Сернистые бактерии накапливают в цитоплазме капельки серы, некоторые бактерии синтезируют и накапливают липидные включения, которые видны в форме мелких капель благодаря большой степени их преломления.

У некоторых микробов в цитоплазме находятся зерна волютина, впервые обнаруженные у спирилл (*Spirillum volutans*). Они являются запасными питательными веществами, состоящими из неорганических полифосфатов и соединений, близких к нуклеиновым кислотам. Волютин в виде крупных гранул накапливается в цитоплазме бактерий при выращивании их на средах, содержащих углеводы. Зерна волютина при окраске их метиленовым синим обнаруживают явления метахромазии: синяя краска придает им ярко-красный цвет. У некоторых бактерий, например, коринебактерий, обнаружение зерен волютина является ценным диагностическим признаком.

Капсула и слизистый слой. У многих бактерий с наружной стороны клеточной стенки расположен диффузный гомогенный слизистый слой различной толщины. Этот слой можно выявить при определенных способах окраски или соответствующем освещении.



Поверхностные структуры бактериальной клетки

- ❑ Капсулы имеют консистенцию геля и плохо удерживают краситель,
- ❑ для их выявления чаще всего применяют методы негативного контрастирования.
- ❑ Капсулы можно выявить в мазках-отпечатках из органов зараженных животных, для этого достаточно окрасить мазки простым методом или по Граму.
- ❑ При микроскопии на фоне окрасившейся ткани органа (печени, селезенки) видны окрашенные тела бактерий, окруженные белым ореолом капсулы, так как сама капсула не окрашивается.
- ❑ Многие бактерии образуют **микрокапсулу** - слизистое образование толщиной менее 0,2 мкм, выявляемое лишь при электронной микроскопии. От капсулы следует отличать **слизистый слой** - мукоидные экзополисахариды, не имеющие четких границ и прочных связей с клеточной стенкой

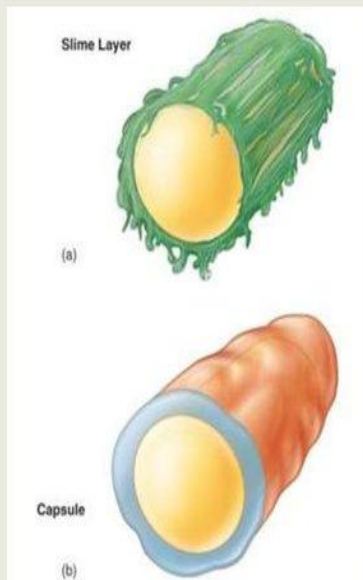


Рисунок 2.12. Поверхностные структуры бактериальной клетки

Капсулой называют слой, который сохраняет тесную связь с клеточной стенкой и служит внешним покровом клетки. Толщина его ограничена, и капсула четко выявляется при негативном окрашивании по методу Гинса: на темном фоне препарата видна окрашенная в красный цвет бактериальная клетка, окруженная бесцветной капсулой. Толщина капсул у бактерий различна: от долей микрометра до 10 мкм. Капсулу величиной менее 0,2 мкм часто называют микрокапсулой. Поверхностные структуры типа капсул описаны у пневмококков, возбудителей сибирской язвы, коклюша, гонореи, группы капсульных бактерий — клебсиелл. У многих видов бактерий капсула появляется лишь при определенных условиях, часто неблагоприятных. Возбудители сибирской язвы, коклюша, гонореи, пневмококки образуют капсулу, попадая в организм человека или живот-

ного. В этом случае капсула выполняет защитную роль, предохраняя микроб от действия антител, фагоцитов и других защитных факторов организма. Группа капсульных бактерий сохраняет капсулу постоянно: и в организме человека, и при культивировании на питательных средах. Химический состав капсул зависит от вида бактерий. Основными компонентами капсулы являются вода (до 98%) и полисахариды. В капсуле сибиреязвенных бацилл найдены полипептиды, а в капсуле стрептококка — белок М.

Слизистые слои, образующиеся вокруг поверхности некоторых бактерий, отличаются от капсул более рыхлым строением, толщиной, способностью частично отделяться от образовавшей их клетки. Материал, составляющий слизистый слой, часто обнаруживают в питательной среде, в которой культивируют микроорганизмы.

Защитные функции капсулы разнообразны. Помимо предохранения микроба от действия защитных факторов макроорганизма, капсула предохраняет микроб от притока в клетку большого количества жидкости (осмотический барьер), а также от высыхания при неблагоприятных условиях среды обитания.

Жгутики. Некоторые бактерии обладают подвижностью, которая осуществляется с помощью жгутиков. Число и расположение жгутиков являются характерным видовым признаком бактерий, который используют для дифференциации микроорганизмов. По расположению и числу жгутиков различают бактерии: монотрихи, имеющие один жгутик на одном из полюсов клетки; амфитрихи, у которых на каждом полюсе расположено по одному жгутику; лофотрихи — с пучком жгутиков на одном полюсе (сюда же относят бактерии, которые имеют пучки жгутиков на обоих полюсах), и перитрихи, жгутики у которых расположены по всей поверхности тела.

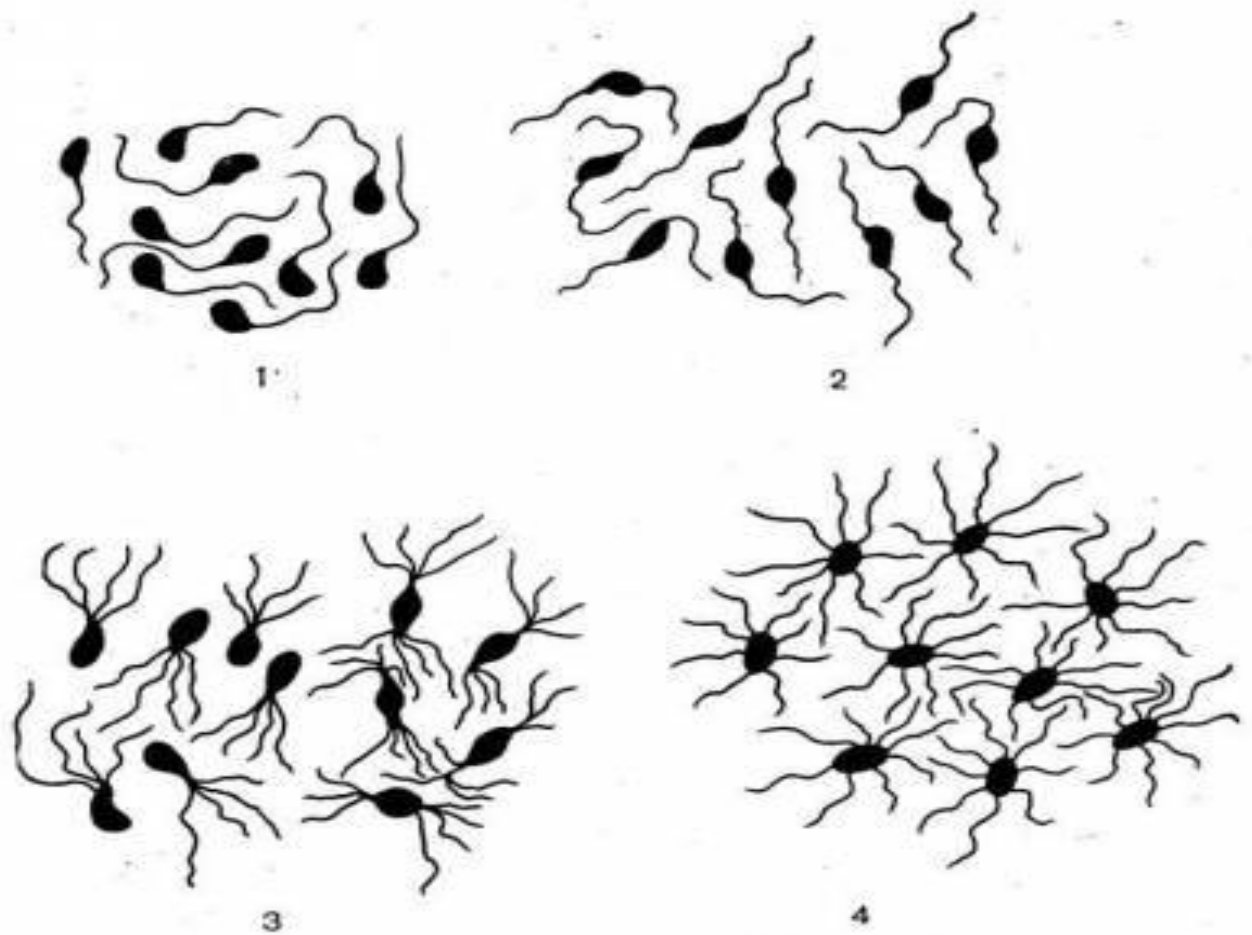


Рисунок 2.13. Жгутики бактерий: 1 - монотрихи, 2 – амфитрихи, 3 - лофотрихи, 4 – перитрихи. Жгутики представляют собой тонкие, спиральные, нитевидные фибриллы толщиной 12—18 нм. Длина жгутика может в 10 раз превышать длину самой бактерии. Жгутик отходит от специального образования — базального тельца, расположенного в цитоплазме на внутренней поверхности цитоплазматической мембраны. Базальное тельце имеет сложное строение, в нем находится механизм в виде двух кольцевых пластинок, вращение которых относительно друг друга сообщает движение жгутику.

Жгутики бактерий — белковые нити, состоящие из белка флагеллина, белковые мономеры которого собраны в спиральные цепи, закрученные вокруг полой сердцевины. При движении жгутик вращается вокруг своей длинной оси по или против часовой стрелки. Движение бактерий можно увидеть при исследовании их в живом состоянии с помощью метода висячей или раздавленной капли и при использовании специальных способов окраски в световом микроскопе. Скорость активного движения с помощью жгутиков у некоторых бактерий очень велика: за 1 сони могут пересечь расстояние, в 20 раз превышающее их длину. Механиче-

ское удаление приводит к потере подвижности бактерий, но не препятствует их росту и размножению.

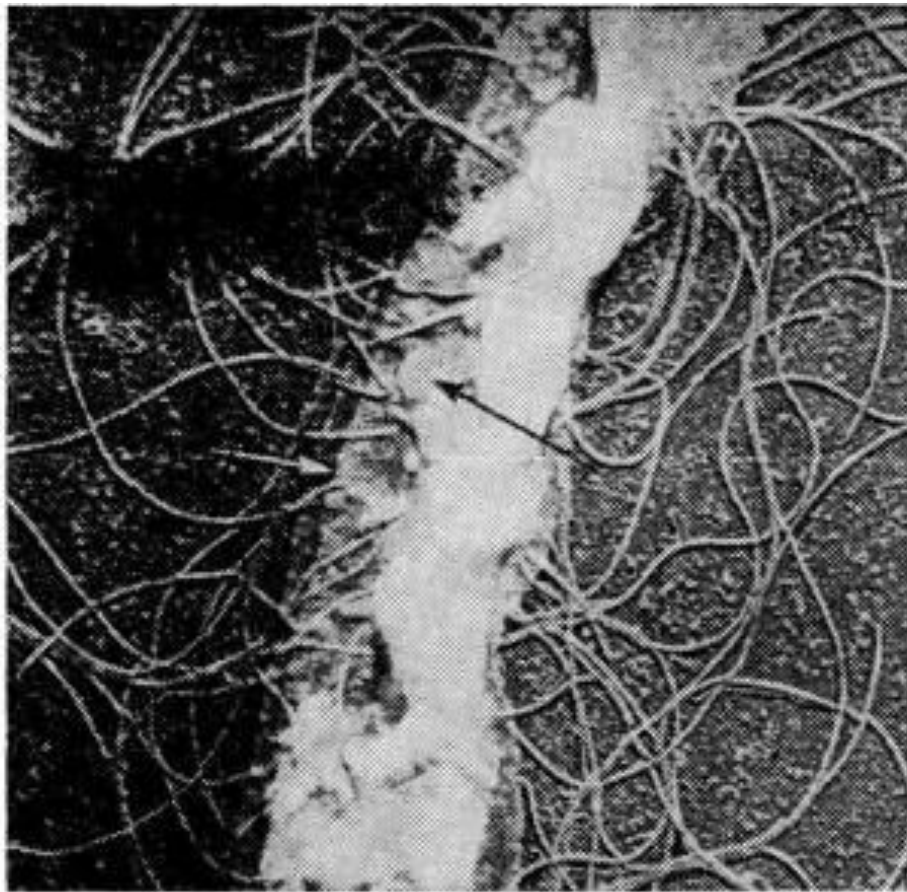


Рисунок 2.14. Жгутиковый перитрих (x 30000).

Пили (ворсинки). Прямые нитевидные образования, обнаруженные у сальмонелл, эшерихий, протей, называют ворсинками, а также бахромками, фимбриями, ресничками, пиями (рис. 8). Пили тоньше жгутиков бактерий и короче их; состоят из особого белка пилина, мономеры которого, как и у жгутиков, расположены по спирали. Пили различаются по диаметру и длине; толщина пилей может быть от 4—10 до 35 нм. Количество пилей на одну бактериальную клетку может достигать нескольких сотен. Пили обеспечивают способность бактерий к прилипанию (адгезия) друг к другу или к субстрату, например к эпителиальным клеткам слизистой оболочки кишечника.

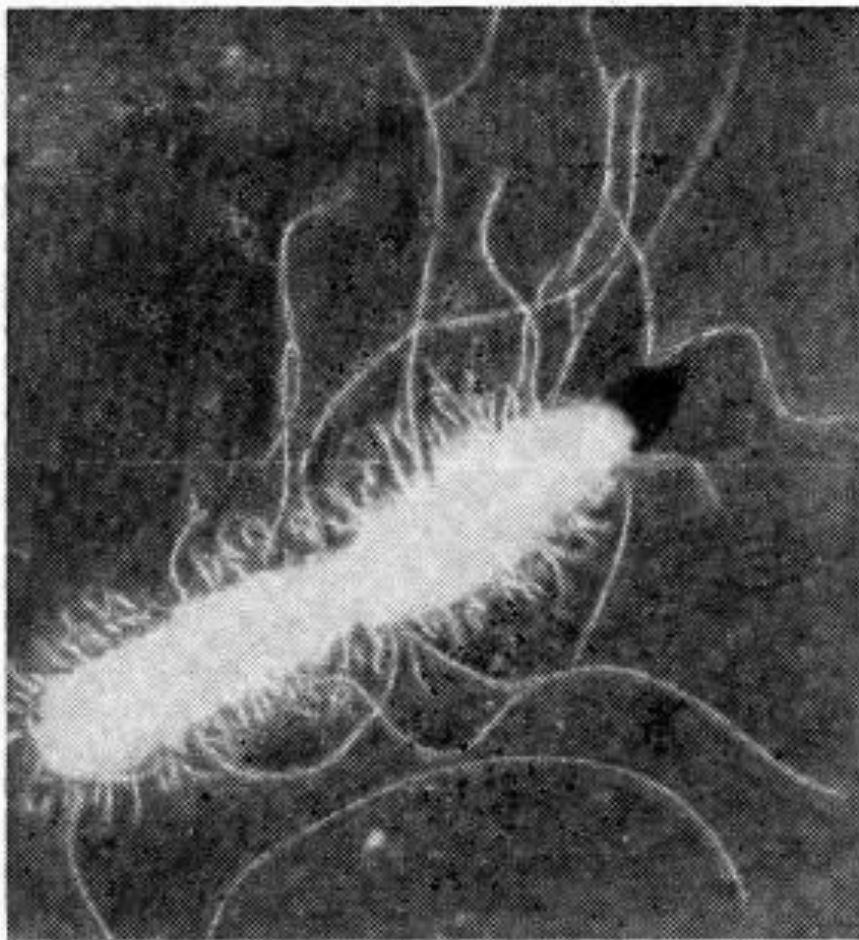


Рисунок 2.15. Электронная микрофотография сальмонеллы брюшного тифа со жгутиками и ворсинками.

Некоторые пили, например F-ворсинки, выполняют половые функции у бактерий. Они обеспечивают передачу наследственного материала (ДНК) из одной бактериальной клетки в другую, образуя мостик между двумя клетками. Эти ворсинки шире и длиннее остальных и на конце имеют шаровидное утолщение.

Споры. Некоторые бактерии, попадая в неблагоприятные условия существования, образуют внутри тела спору (эндоспору). Эндоспора представляет собой внутриклеточное, сильно преломляющее свет образование, устойчивое (резистентное) к различным вредным факторам внешней среды: высыханию, действию высоких температур, химических и дезинфицирующих веществ.

Споры бактерий - своеобразная форма покоящихся бактерий, форма сохранения наследственной информации в неблагоприятных условиях внешней среды и не является способом размножения, как у грибов.

Процесс спорообразования: спорогенная зона - проспора - спора.

В благоприятных условиях споры прорастают за 4-5 часов. Образуют споры в течение 18-20 часов.

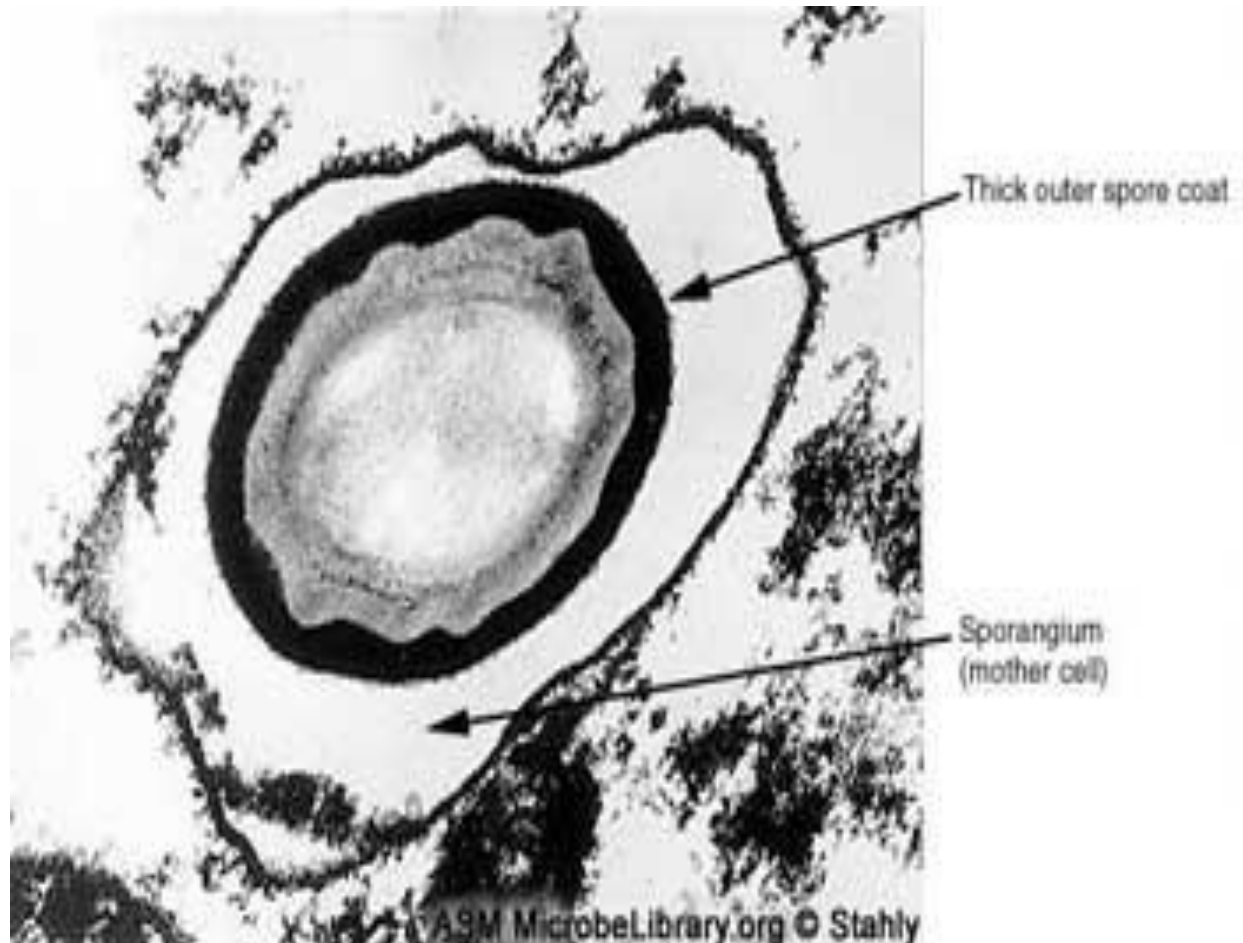


Рисунок 2.16. Спора внутри бактериальной клетки (ЭМ).

Споры бывают круглыми, овальными или эллиптическими; некоторые снабжены «рёбрами жёсткости», усиливающими устойчивость к механическим воздействиям. При микроскопическом исследовании споры выделяются высоким коэффициентом светопреломления, аналогичный таковому у обезвоженного белка. В зрелой споре различимы: центральный, плохо окрашиваемый участок (спороплазма), двухслойная ЦПМ и оболочка споры. Спороплазма (протопласт споры) включает цитоплазму, бактериальную хромосому, системы белкового синтеза и некоторые другие (например, анаэробного энергообразования). Оболочка споры двухслойная: пространство между слоями заполняют гликопептидные полимеры, сходные с пептидогликанами, образующие сетчатую структуру (кортекс), проявляющую высокую чувствительность к лизоциму. Внутренний слой (стенка споры) образован пептидогликанами, аналогичными таковым вегетирующей клетки. Внешний слой (собственно оболочка) образуют кератиноподобные белковые структуры с низкой проницаемостью.



Рисунок 2.17. Споры сибирязвенной палочки (светооптическая микроскопия, СМ).

Споры бывают круглыми, овальными или эллиптическими; некоторые снабжены «рёбрами жёсткости», усиливающими устойчивость к механическим воздействиям. При микроскопическом исследовании споры выделяются высоким коэффициентом светопреломления, аналогичный таковому у обезвоженного белка. В зрелой споре различимы: центральный, плохо окрашиваемый участок (спороплазма), двухслойная ЦПМ и оболочка споры. Спороплазма (протопласт споры) включает цитоплазму, бактериальную хромосому, системы белкового синтеза и некоторые другие (например, анаэробного энергообразования). Оболочка споры двухслойная: пространство между слоями заполняют гликопептидные полимеры, сходные с пептидогликанами, образующие сетчатую структуру (кортекс), проявляющую высокую чувствительность к лизоциму. Внутренний слой (стенка споры) образован пептидогликанами, аналогичными таковым вегетирующей клетки. Внешний слой (собственно оболочка) образуют кератиноподобные белковые структуры с низкой проницаемостью.

Экзоспориум. У некоторых бактерий материнская клетка образует экзоспориум — двух-трёхслойное желатинообразное покрытие образованное липопroteинами и углеводами и во многом аналогичное капсуле бактерий. При созревании споры экзоспориум может сохраняться в виде пустого и отстающего от споры «мешка». Первым шагом к спорообразованию является изменение морфологии ядерного вещества вегетативной клетки, образующего тяж вдоль длинной оси спорулирующей клетки. Приблизительно одна треть тяжа затем отделяется и переходит в формирующуюся спору. У некоторых видов ядерный тяж образуется только на одном полюсе клетки, в его формировании участвует не весь генетический материал вегетативной клетки, и впоследствии ядерный тяж целиком переходит в формирующуюся спору. Биологический смысл формирования ядерного тяжа до сих пор остается невыясненным. Формирование споры начинается с того, что у одного из полюсов клетки происходит уплотнение цитоплазм, которая вместе с генетическим материалом, представляющим собой одну или несколько полностью реплицированных хромосом, обособляется от остального клеточного содержимого с помощью перегородки. Последняя формируется втягиванием внутрь клетки ЦПМ.

Мембрана нарастает от периферии к центру, где срастается, что приводит к образованию споровой перегородки. Эта стадия формирования споры напоминает клеточное деление путем образования поперечной перегородки. Следующий этап формирования споры - "обрастание" отсеченного участка клеточной цитоплазмы с ядерным материалом мембраной вегетативной клетки, конечным результатом которого является образование проспору - структуры, расположенной внутри материнской клетки и полностью отделенной от нее двумя элементарными мембранами: наружной и внутренней по отношению к проспоре.

Описанные выше этапы формирования споры (вплоть до образования проспору) обратимы. Оказалось, что если к спорулирующей культуре добавить антибиотик хлорамфеникол (ингибитор белкового синтеза и, следовательно, ингибитор синтеза мембранных белков), то можно остановить "обрастание" клеточной мембраной отсеченного септой участка цитоплазмы, и процесс спорообразования превратится в процесс клеточного деления. (Между двумя мембранами септы откладывается материал клеточной стенки.) После образования проспору дальнейшие этапы спорообразования уже необратимы.

Между наружным и внутренним мембранными слоями проспору начинается формирование кортикального слоя (кортекса). Затем поверх

наружной мембраны споры синтезируются споровые покровы, состоящие из нескольких слоев, число, толщина и строение которых различны у разных видов спорообразующих бактерий. В формировании слоев споровых покровов принимает участие как наружная мембрана споры, так и протоплазматической материнской клетки.

У многих бактерий поверх покровов споры формируется еще одна структура - экзоспориум, строение которого различно в зависимости от вида бактерий. Часто экзоспориум многослойный, с характерной для каждого слоя тонкой структурой. Все слои, окружающие протопласт эндоспоры, находятся внутри материнской клетки. На их долю приходится примерно половина сухого вещества споры. После формирования споры происходит разрушение (лизис) "материнской" клеточной стенки и спора выходит в среду.

Спорообразование сопровождается активным синтезом белка. Белки эндоспор в отличие от белков вегетативных клеток богаты цистеином и гидрофобными аминокислотами, с чем связывают устойчивость спор к действию неблагоприятных факторов. Содержание ДНК в споре несколько ниже, чем в исходной вегетативной клетке, поскольку в споре переходит лишь часть генетического материала материнской клетки. Генетический материал поступает в спору в виде полностью реплицированных молекул ДНК. Споры некоторых видов содержат по 2 или 3 копии хромосомы. Содержание РНК в спорах ниже, чем в вегетативных клетках, и РНК в значительной степени при спорообразовании синтезируется заново.

Спорообразование свойственно преимущественно палочковидным формам бактерий: бациллам и клостридиям. У бактерий других видов оно встречается очень редко. Споры имеют сферическую, овальную или эллипсоидную форму. Диаметр споры обычно равен диаметру клетки, в которой она образуется, или несколько превышает его, а длина споры составляет $1/4-1/3$ длины клетки бактерии. Размер и положение внутри бактериальной клетки зависят от вида, возраста и условий выращивания бактерий. Споры могут располагаться в центре клетки — центрально, как, например, у возбудителя сибирской язвы; ближе к концу — субтерминально, у возбудителя газовой гангрены; на самом конце — терминально, у возбудителя столбняка и ботулизма. Форма и расположение споры в бактериальной клетке могут быть отличительными признаками некоторых возбудителей: например, столбнячная палочка имеет круглую споры, расположенную на конце бактерии, и похожа на барабанную палочку, а ботулиническая палочка — овальную споры также на конце бактериаль-

ной клетки и напоминает теннисную ракетку. Созревшая спора имеет сложную структуру.

Процесс спорообразования происходит при попадании бактерии в неблагоприятные условия (недостаток питательных веществ, воды, большое содержание кислорода, действие высоких и низких температур и т. д.). Спорообразование начинается с появления «спорогенной зоны»: в бактериальной клетке образуется уплотненный участок, где наблюдается обособление ядерного материала и части цитоплазмы с помощью тонкой перегородки. По мере развития и созревания споры закладываются ее стенки, число и толщина которых варьируют у разных видов бактерий (стадия проспору). Затем проспору уплотняется, уменьшается в объеме, превращается в зрелую спору, которая окружена плотной многослойной оболочкой, состоящей в основном из белков, липидов и гликопептидов.

Весь процесс спорообразования длится 18—24 ч. По химическому составу споры отличаются высоким содержанием липидов, солей кальция; вода в споре находится в связанном с другими соединениями состоянии. Эти особенности спор обуславливают их высокую устойчивость к различным факторам: кипячению, действию высоких и низких температур, высушиванию, ультрафиолетовому облучению и т. д. При попадании в благоприятные условия существования (наличие питательных веществ, достаточной влажности и оптимальной температуры) спора прорастает в вегетативную форму: она набухает, в оболочке появляется отверстие, через которое вытягивается росток, превращающийся затем в палочку. Весь процесс длится 4—5 ч.

Сферопласты и протопласты. Бактериальная клетка в определенных условиях может быть лишена клеточной стенки. Эту стенку можно разрушить действием лизоцима или пенициллина, который нарушает синтез гликопептидов. Бактерии, целиком лишенные клеточной стенки, называются протопластами, а при сохранении небольших участков ее — сферопластами. Эти образования покрыты тонкой и нежной цитоплазматической мембраной и имеют сферическую форму. Цитоплазматическая мембрана неспособна сдерживать высокое осмотическое давление цитоплазмы, поэтому для сохранения жизнеспособности сферопласты и протопласты помещают в специально осмотически уравновешенные среды, содержащие 5—20% сахарозы и сыворотку лошади.

В этих средах они сохраняют округлую форму, а некоторые — даже жгутики. Однако такие протопласты неподвижны вследствие нарушения у них механизмов, управляющих движением жгутиков. Спустя некоторое время после хранения сферопластов и протопластов в растворах сахарозы они начинают разрушаться (лизуются) и в среде появляются

мелкие зерна и пустые пузырьки — «тени» протопластов. При определенных условиях сферопласты, частично сохраняющие клеточную стенку, могут размножаться на плотных питательных средах и реверсировать (возвращаться) в исходные формы, что сближает их с нестабильными L-формами бактерий типа В.

L-формы бактерий. При частичном или полном разрушении клеточных стенок многие виды бактерий могут образовывать L-формы. Впервые они были обнаружены Клинебергер-Нобель в 1935 г. Название их происходит от первой буквы института Листера (L), в котором они были открыты.

Прокариоты без клеточной стенки

Протопласты – полностью лишены клеточной стенки.

Сферопласты – частично лишены клеточной стенки.

Отличия сферопластов от протопластов:

- Адсорбируют фаги
- Могут размножаться
- Реверсируют в исходную форму

Общие свойства:

- Большие размеры
- Отсутствие мезосом
- Чувствительность к осмотическим условиям

The image contains two microscopic photographs. The top one shows several spherical cells with internal structures, likely spheroplasts. The bottom one shows a larger, more irregularly shaped cell, possibly a protoplast, with some internal detail visible.

Рисунок 2.18. Характеристика прокариот без клеточной стенки.

Характерным для L-форм бактерий является их сходство с микроорганизмами группы плевропневмонии крупного рогатого скота (PPLO), которые отнесены в настоящее время к микоплазмам. Однако L-формы отличает от микоплазм то, что им несвойственна потребность в питательных веществах, в которых нуждаются микоплазмы. Генетически L-формы идентичны исходным формам, из которых они получены. У некоторых из

них частично сохранена клеточная стенка (L-формы типа В), поэтому они могут превращаться в исходные формы бактерий. Образование L-форм происходит под «действием пенициллина, который нарушает синтез мукопептидов клеточной стенки. Иногда эти формы возникают спонтанно.

По морфологии L-формы разных видов бактерий и других микроорганизмов (трепонемы, дрожжи) сходны между собой. Они представляют шаровидные, вакуолизованные образования величиной от 1—8 мкм до мельчайших— 250 нм, способных, как и вирусы, проходить через поры фарфоровых фильтров. Однако в отличие от вирусов L-формы можно выращивать на искусственных питательных средах, добавляя к ним пенициллин, сахара, лошадиную сыворотку. При удалении из такой среды пенициллина L-формы (тип В) вновь превращаются в исходные формы бактерий. Этот процесс называется реверсией. Однако существуют стабильные L-формы бактерий (тип А), возвращение которых к исходной форме затруднено или невозможно. В настоящее время получены L-формы протей, кишечной палочки, холерного вибриона, бруцелл, возбудителей газовой гангрены, столбняка и других микроорганизмов.



Рисунок 2.19. Микрофотографии L-форм бактерий

При обработке грамположительных бактерий ферментами, разрушающими пептидогликан, возникают полностью лишенные клеточной стенки структуры- протопласты. Обработка грамотрицательных бактерий лизоцимом разрушает только слой пептидогликана, не разрушая полностью внешней мембраны; такие структуры называют сферопластами. Протопласты и сферопласты имеют сферическую форму (это свойство

связано с осмотическим давлением и характерно для всех безклеточных форм бактерий).

Некультивируемые формы бактерий.

У многих видов грамотрицательных бактерий, не образующих спор, существует особое приспособительное состояние- некультивируемые формы. Они обладают низкой метаболической активностью и активно не размножаются, т.е. не образуют колоний на плотных питательных средах, при посевах не выявляются. Обладают высокой устойчивостью и могут сохранять жизнеспособность в течение нескольких лет. Не выявляются классическими бактериологическими методами, обнаруживаются только при помощи генетических методов (полимеразной цепной реакции- ПЦР).

ГЛАВА 3 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРИБОВ

Грибы не имеют хлорофилла и поэтому относятся к гетеротрофным организмам, т. е. к организмам, использующим для своего питания углерод из готовых органических соединений. Вегетативное тело грибов (таллом) развивается в виде мицелия, или грибницы, и состоит из тонких ветвящихся нитей, или гиф, с вершинным ростом. У простейших грибов мицелий отсутствует и тело в вегетативном состоянии имеет вид комочка протоплазмы без оболочки (*Plasmodiophorales*, *Mycochytridiales*) или клетки с оболочкой, от которой отходят тонкие гифообразные отростки, представляющие собой зачаточный мицелий (*Mycochytridiales*), который обеспечивает поступление питательных веществ. У более высоко организованных грибов мицелий может отсутствовать и тогда тело гриба в вегетативном состоянии представляет собой более или менее округлую или продолговатую клетку, размножающуюся почкованием, например у дрожжевых грибов (у схизосахаромыцеса — делением), мукоровых и некоторых несовершенных грибов (торулопсидных).

Строение мицелия у низших и высших грибов различно. Например, у фикомицетов (*Phycomycetes*) мицелий, даже будучи сильно развитым и ветвистым, состоит из гиф, обычно лишенных поперечных перегородок. Такой мицелий называется нечленистым, или одноклеточным. У этих грибов перегородками отделяются в основном отмирающие части мицелия, но иногда ими снабжены лишь спороносные гифы (спорангиеносцы, конидиеносцы). У высших грибов гифы мицелия разделены поперечными перегородками на отдельные клетки. Такой мицелий называется многоклеточным, или членистым. Различают мицелий погруженный, или субстратный, развивающийся внутри субстрата, питательной среды, и мицелий воздушный, или поверхностный, развивающийся на поверхности субстрата. В некоторых случаях мицелий грибов образует корешкоподобные выросты — ризоиды, при помощи которых он прикрепляется к субстрату и получает из последнего питательные вещества.

У многих грибов, паразитов на растениях, от проходящих в межклеточных ходах гиф эндофитного, т. е. развивающегося в тканях растения мицелия, отходят специальные, более или менее округлые, нитевидные, иногда разветвленные выросты или ответвления — гаустории, проникающие в клетки растения и потребляющие их питательные вещества. Гаустории есть и у паразитных грибов с эктофитным, развивающимся на поверхности растения мицелием, например, у мучнисторосяных грибов.

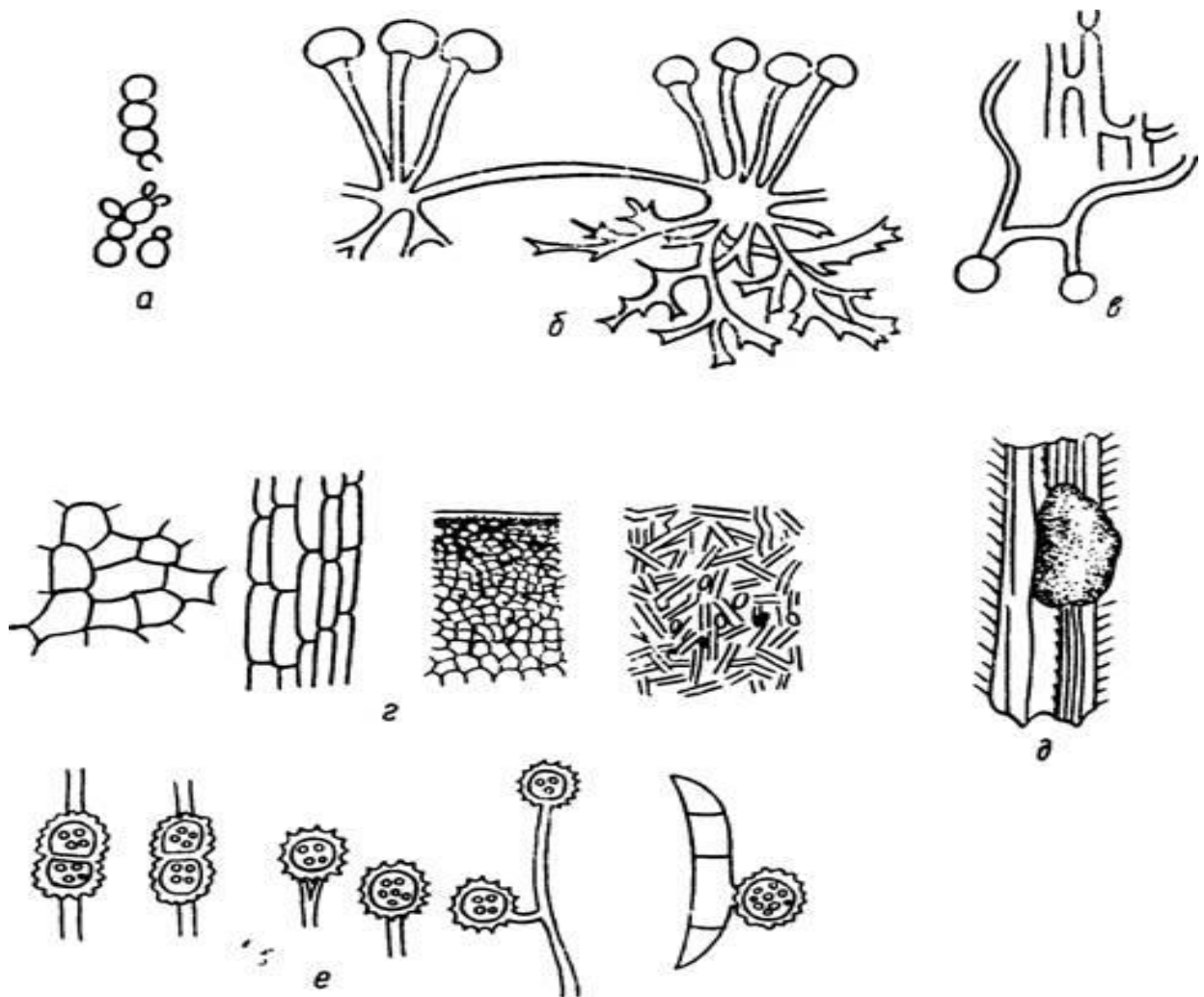


Рисунок 3.1. Мицелий и его видоизменения: а — почкующиеся клетки дрожжей, б — ризоиды и спорангии, в — анастомозы гиф и прорастающих конидий, г — прозо- и параплектенхиматическое сплетение гиф, д — склероций, е — хламидоспоры в гифах и конидии.

У некоторых групп паразитных грибов форма гаусторий нередко бывает постоянной. Для прикрепления к субстрату у ряда грибов иногда образуются также сплюснутые отростки, или части гиф — аппресории. У некоторых паразитных грибов от аппресориев отходят гаустории, проникающие в клетку питающего растения.

При соприкосновении гиф мицелия того или иного вида гриба иногда происходит их слияние и возникновение связи в месте контакта между клетками лежащих рядом гиф. От последних навстречу друг другу часто отходят соединяющиеся между собой отростки. В месте соединения этих отростков разделяющая их оболочка иногда лизируется и содержимое лежащих рядом клеток отростков двух гиф соединяется. Такие соединения гиф называются анастомозами. Их физиологическая роль не выяснена, но весьма вероятно, что они приводят к возникновению вегетатив-

ных гибридов. Анастомозы встречаются и между прорастающими конидиями.

У многих грибов наблюдается образование ложной ткани, из которой состоят плодовые тела, склероции и т. п. Эта ткань образуется путем более или менее плотного сплетения гиф и называется псевдопаренхимой, или плектенхимой. Если в плектенхиме сохраняется нитевидная форма гифальных клеток, то она называется прозоплектенхимой; если же плектенхима состоит из клеток более или менее равнодиаметрических (по длине не более чем в два раза превышающих ширину), она называется параплектенхимой.

У некоторых грибов существуют такие видоизменения мицелия: тяжи, состоящие из параллельно идущих, сплетенных или соединяющихся анастомозами гиф, не отличающихся друг от друга, и ризоморфы с более или менее темноокрашенным плотным наружным слоем гиф, нередко имеющие внутри гифы более крупного диаметра с частично или даже полностью растворенными перегородками между клетками, которые выполняют роль проводящих элементов, напоминающих таковые в сосудисто-волокнистых пучках высших растений.

Тяжи и ризоморфы способствуют распространению гриба по субстрату, снабжению его питательными веществами, они довольно устойчивы к неблагоприятным условиям. Ризоморфы состоят из плектенхимы и отмечаются у высших грибов. Склероции обычно имеют более или менее округлую или неправильную форму. Наружный слой большей частью темноокрашенный, а внутренний состоит из более рыхлой, часто белой плектенхиматической ткани. Размеры склероциев у разных грибов колеблются от долей миллиметра до нескольких сантиметров.

У некоторых тропических видов высших грибов они достигают нескольких дециметров в диаметре. Склероции могут сохранять свою жизнеспособность длительное время, а при прорастании дают плодовое тело или мицелий. Они образуются на мицелии чаще всего свободно, а у ряда паразитных грибов — внутри пораженного растения (например, *Sclerotinia libertiana*). У некоторых сумчатых грибов плодовое тело в молодом возрасте (клеистотеции, клейстокарпии или перитеции) также развивается в виде склероция. Иногда склероции состоят не из самого мицелия, а из сплетения мицелия с субстратом (например, *Stromatinia*). Склероции образуются у многих сумчатых, базидиальных и несовершенных грибов. Различают бесполое и половое размножение.

Даже небольшие частицы гиф не менее чем с одной неповрежденной клеткой легко регенерируют и продолжают рост при благоприятных условиях. Этот способ размножения у многих грибов в естественных условиях весьма распространен. Обрывки мицелия с мелкими частицами почвы могут разноситься ветром и, попав на соответствующий субстрат, при благоприятных условиях могут дать начало новому организму. Как установлено в последние годы, способностью к регенерации обладают неклеточные структуры клеток мицелия и конидии (протопласты). Однако еще нет достаточных сведений о значении этого способа размножения в биологии грибов. Почкующийся мицелий во время роста распадается на отдельные клетки, которые, в свою очередь, почкуются (например, у *Endomycetales*).

У мицелия с типичными гифами также иногда наблюдается распад от конца гиф на отдельные клетки, чаще яйцевидной или продолговатой эллиптической формы, называемые оидиями. Каждый оидий при благоприятных условиях может дать начало новому грибу. Оидии наблюдаются, например, у *Endomyces*, у ряда простейших несовершенных грибов и гименомицетов. У многих грибов образуются хламидоспоры, представляющие собой более или менее округлые клетки, мицелий с утолщенной оболочкой и богатым содержанием питательных веществ. Они могут переносить различные неблагоприятные условия и способствуют сохранению вида.

Хламидоспоры бывают одноклеточные, иногда дву- или многоклеточные. Если они расположены на протяжении гифы, то называются промежуточными (интеркалярными) и верхушечными (терминальными), если они находятся на верхушке гифы или ее ответвлений. Хламидоспоры образуются у грибов не только с членистым, но и нечленистым мицелием (например, у видов *Mucor*). В последнем случае содержимое гифы концентрируется в небольших участках и облекается в собственную толстую оболочку. Хламидоспоры у многих видов грибов не отделяются от мицелия и не приспособлены к рассеиванию.

Они образуются в гифах воздушного или субстратного мицелия и могут рассеиваться только с обрывками мицелия или субстрата. Поэтому их роль в распространении вида ограничена. У других грибов хламидоспоры более или менее свободно отпадают и рассеиваются, способствуя распространению вида, как у головневых и у ржавчинных грибов (телетоспоры у последних). К хламидоспорам можно отнести верхушечные конидии некоторых несовершенных грибов (*Sepodoniurn*, *Mycogotie*, *Alternaria* и др.) выполняющие также функцию распространения вида. У

многих видов *Alternaria* они образуются в цепочках с верхушечным ростом наподобие гифы. У видов *Fusarium* хламидоспоры иногда образуются также в конидиях. Споры бесполого размножения могут быть эндогенного, экзогенного или псевдоэндогенного происхождения. Первые образуются в неопределенном, часто большом количестве внутри более или менее вздутых и округлых клеток — спорангиев.

Образующиеся в спорангиях споры, снабженные оболочкой и лишённые органов движения, называются спорангиоспорами. Они встречаются у мукоровых грибов. Спорангии образуются на особых дифференцированных ответвлениях мицелия — спорангиеносцах, от которых отделяются перегородкой. Спорангиеносцы отличаются от мицелия толщиной, ограниченным ростом, тропизмами (чаще всего положительным фототропизмом и отрицательным геотропизмом), характером ветвления или отсутствием последнего.

Ветвление спорангиеносцев бывает моноподиальное, симподиальное и дихотомическое. Моноподиальным называется такое ветвление, при котором боковые ответвления отходят от главной центральной оси спорангиеносца. Симподиальным называется такое ветвление, при котором центральная ось спорангиеносца прекращает рост, а ее боковая веточка служит как бы продолжением центральной оси; от этой боковой веточки отходит боковая веточка следующего порядка, также как бы продолжая центральную

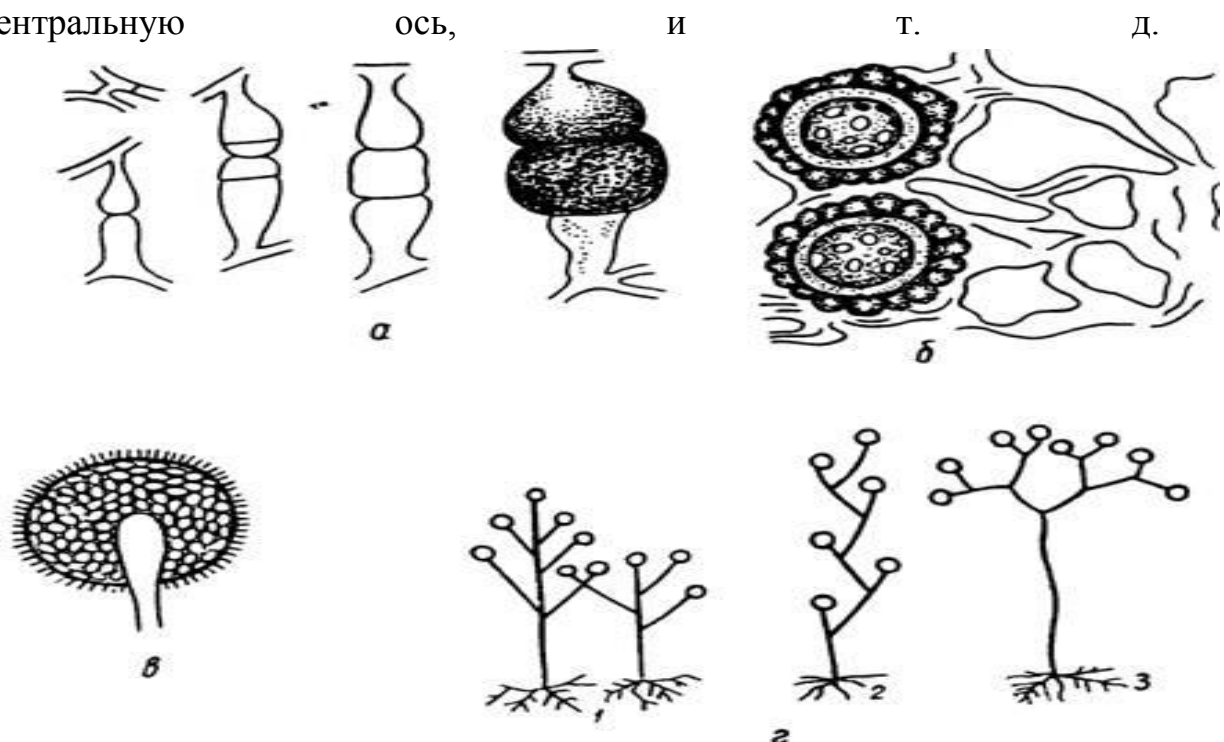


Рисунок 3.2. Органы размножения низших грибов: а — зигоспоры; б — ооспоры *Perenospora aestivalis* в ткани листа; в — спорангий и спорангиеносцы с различными типами ветвления: 1 — моноподиальное, 2 — симподиальное, 3 — дихотомическое.

оспоры; г — характер ветвления спорангиеносцев (1 — моноподиальное, 2 — симподиальное, 3 — дихотомическое).

Таким образом, главная ось спорангиеносца состоит из веточек различных порядков. При дихотомическом ветвлении спорангиеносец в точке роста разветвляется вилкообразно, обычно несколько раз, последовательно. Характер ветвления спорангиеносцев служит систематическим признаком. Спорангии образуются у вершины спорангиеносца и его ответвлений, если они имеются. У архимицетов и оомицетов в спорангиях образуются зооспоры, представляющие собой комочки протоплазмы, снабженные одним или двумя жгутиками, с помощью которых они могут активно передвигаться в воде. Спорангии, в которых образуются зооспоры, называются зооспорангиями.

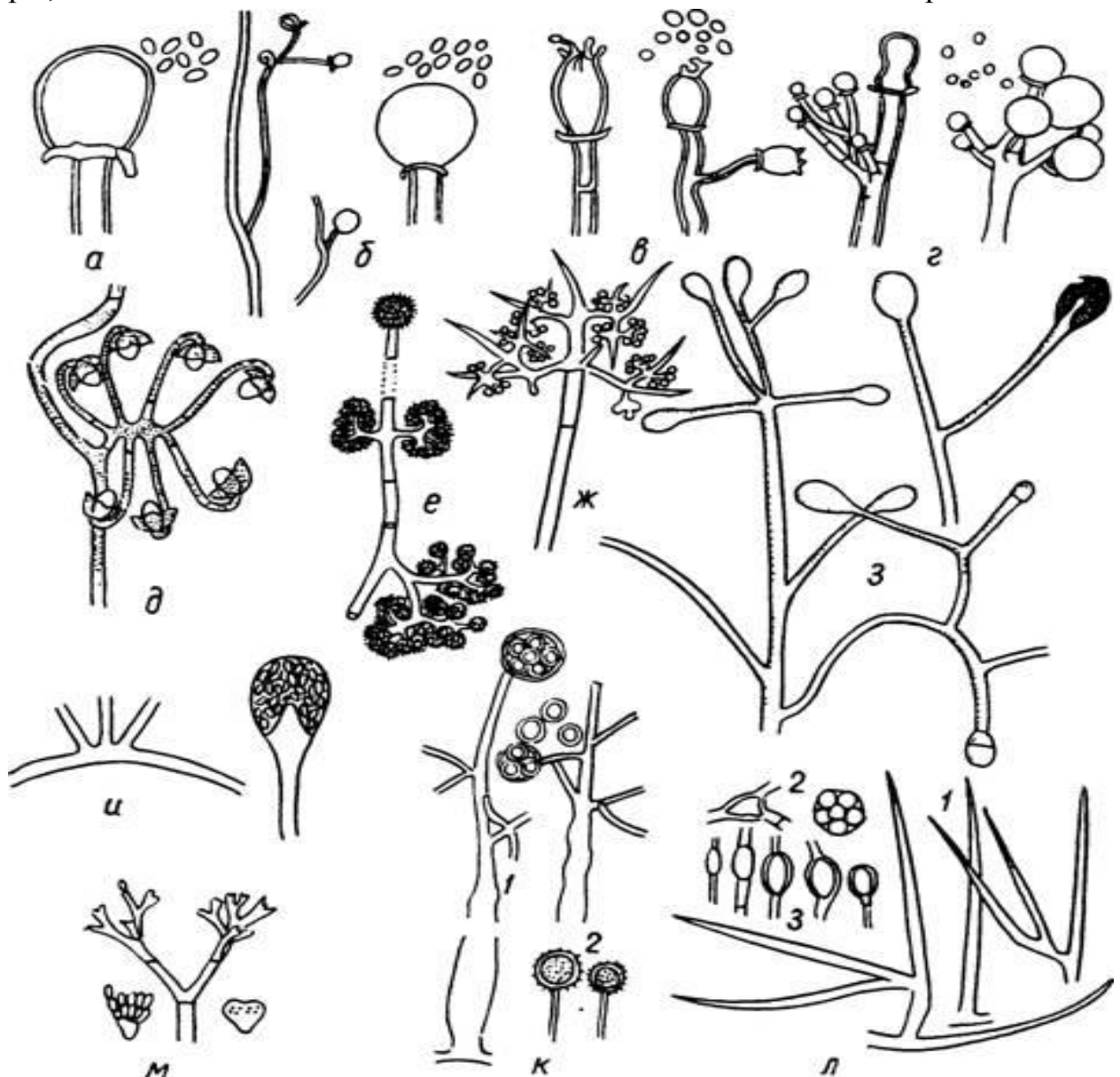


Рисунок 3.3. Строение спорангиеносцев у разных видов мукоровых грибов: а — столбик спорангия и споры *Mucor adventicus*; б — ветвление спорангиеносцев, столбик и споры *M. corticola*; в — столбик и споры *M. plumbeus*; г—и—спорангиеносцы и споры *Actinomucor corymbosus*,

Circinella umbellata, *Thamnidium elegans*, *Chaetocladium brefeldii*, *Absidia corymbifera*, *A. capillata*; к — спорангиеносцы со спорангиями (1) и споры (стилоспоры) (2) *Mortierella polycephala*; л — спорангиеносцы (1), спорангий (2) и хламидоспоры (3) *M. candelabrum* v. *minor*; м — ветвление конидиеносца, стеригма (справа) и расположенные на стеригме спорангии (слева) *Piptocephalis freseniana*.

Редуцированные, опадающие зооспорангии называются конидиями.

Конидии — споры бесполого размножения экзогенного происхождения. Они образуются на более или менее обособленных ответвлениях гиф — конидиеносцах, а иногда на зубцевидных выступах гиф. Молодые конидии вначале обычно имеют вид небольшого вздутия, которое затем отделяется перегородкой от конидиеносца и, продолжая рост, принимает форму, характерную для конидий данного вида гриба, и иногда делится перегородками на несколько клеток. По форме конидии весьма разнообразны: шаровидные, яйцевидные, эллиптические, продолговатые, булавовидные, обратнобулавовидные (шире к основанию, тоньше кверху), серповидные, нитевидные, спирально загнутые и т. п., иногда снабжены придатками в виде коротких отростков, простых или разветвленных ресничек на одном или обоих концах конидии. Конидии бывают одноклеточные или разделяются одной или несколькими поперечными, а иногда также продольными перегородками, бесцветные или различно окрашенные.

Конидии называются одиночными, если они образуются по одной на верхушке каждого ответвления конидиеносца, на его зубчиках, выступах или отростках гиф. У многих грибов, однако, конидии образуются на конидиеносце и его ответвлениях последовательно одна за другой. При этом ранее образовавшиеся конидии в одних случаях отходят в сторону и собираются в головку (ложную), в других — остаются на новообразующихся конидиях и по мере образования последних составляют цепочку. Такие цепочки, т. е. когда конидиеносец образует под более старой конидией молодую, а под ней — следующую и т. д., называются базипетальными и. В этих случаях более старые конидии находятся у вершины цепочки, более молодые — у ее основания (например, у *Penicillium*, *Aspergillus* и др.).

В акропетальных цепочках, встречающихся значительно реже, более старая конидия находится у основания цепочки, и уже от этой конидии отпочковывается вторая, более молодая, от нее — третья и т. д. Таким образом, в цепочках данного типа наиболее молодая конидия является верхушечной (например, у *Cladosporium*). Образование конидий в акропе-

тальных цепочках является более примитивным типом спорообразования, чем в базипетальных.

Конидиеносцы могут быть простые (неразветвленные) или разветвленные. Ветвление конидиеносцев бывает весьма разнообразным, свойственным тому или иному виду гриба. Конидии обычно образуются на вершине конидиеносца или его ответвлений. Верхушечные клетки ответвлений конидиеносца, несущие конидии, нередко имеют характерную, часто бутыльчатую, веретеновидную или шаровидную форму и называются стеригмами.

У видов *Aspergillus*, например, стеригмы расположены не на ответвлениях конидиеносца, а на его верхушечном вздутии, где составляют сплошной слой, часто охватывающий всю поверхность вздутия. У некоторых видов этого рода (*A. tiiiger* и др.) стеригмы бывают двуярусные. Нижняя клетка двуярусной стеригмы расположена непосредственно на вздутии и несет несколько стеригм второго яруса, расположенных пучком и образующих цепочки конидий. Такое строение конидиеносца и расположение стеригм на вздутии обеспечивают образование большого количества конидий на одном конидиеносце.

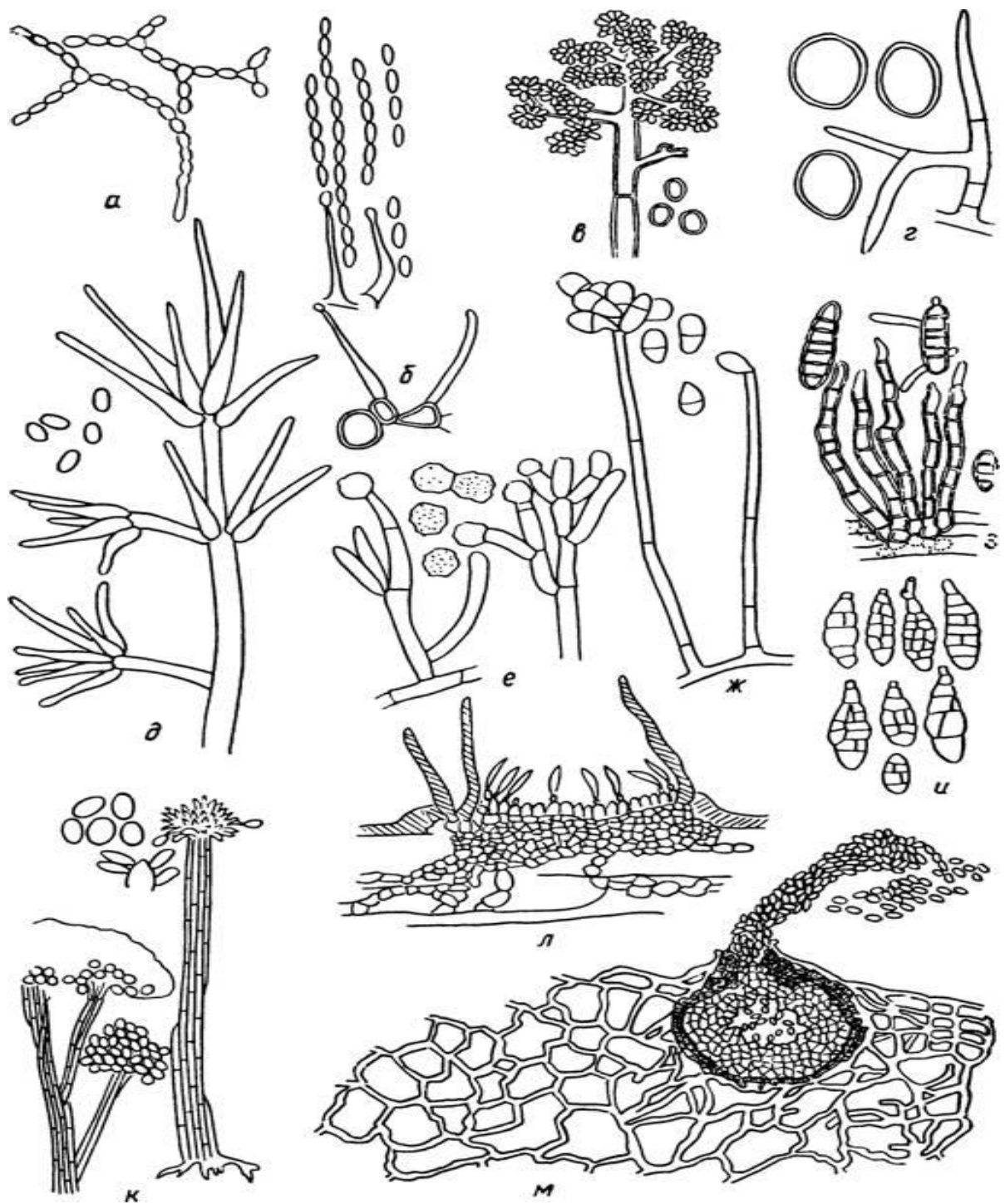


Рис. 3.4. Строение органов конидиального размножения различных видов грибов: а — *Monilia sitophila* (спороносная гифа и цепочки конидий), б — *Fusidium viride* (конидиеносец и конидии), в — *Botrytis cinerea*, г — *Monopodium uredopsis* (конидиеносцы и конидии), д — *Verticillium lateritium* (то же), е — *Scopulariopsis brevicaulis* (то же), ж — *Trichothecium roseum* (то же), з — *Helminthosporium graminearum*, и — *Alternaria tenuis* (конидии), к — *Sporobolomyces berlesiana* v. *straminicola* (коремии, конидиеносец и конидии), л — *Colletotrichum graminicola* (разрез через спороложе, конидиеносцы и конидии), м — *Phoma betae* (разрез через пикниду, конидии, вышедшие через ее устье).

В некоторых случаях конидии образуются на выступах конидиеносца. Это происходит так. Образование конидий начинается на верхушке конидиеносца или его ответвлений. Затем одновременно с ростом конидии продолжает расти и верхушка конидиеносца, изгибаясь в сторону и впоследствии вновь образуя конидии таким же образом (псевдоплеврогенное образование). Ветвление конидиеносцев бывает моноподиальное, симподиальное и дихотомическое. Характеристика этих типов ветвления приводилась выше. Одной из распространенных разновидностей моноподиального ветвления конидиеносцев является мутовчатое.

Конидиеносцы могут быть одиночные (как у *Hyphales*), соединенные в пучки, так называемые коремии (например, у *Coremiales*), собранные сплошным слоем на плектенхиматическом сплетении гиф в виде спороложа или спородохия (*Ascervulales*) или внутри плодовых тел, в пикнидах (*Pycnidiales*) и псевдопикнидах (*Pseudopycnidiales*). Конидиеносцы бывают одиночными в том случае, когда они образуются не в плодовых телах, а на гифах мицелия и (если даже сгущены) не соединены по своей длине в пучки — коремии. Последние обычно состоят из параллельно расположенных конидиеносных гиф, но иногда могут иметь и плектенхиматическое строение (см. рис. 4). Спороложа бывают поверхностные или погруженные в субстрат, освобождающиеся лишь ко времени созревания конидий благодаря разрушению тканей растений, которые их покрывают. Нередко спороложа окружены ободком из стерильных гиф или щетинками. Пикниды чаще всего имеют более или менее шаровидную форму, снабжены оболочкой параплектенхиматического, реже прозоплектенхиматического строения, называемой перидием, обычно с узким отверстием наверху — устьицем.

Иногда устьице вытянуто в сосочек или удлинённый хоботок. Внутри пикниды конидиеносцы отходят радиально от перидия или расположены ближе к его основанию. У некоторых видов грибов конидиеносцы в пикниде очень короткие или слабо выражены. Пикниды бывают поверхностные или погруженные в субстрат, иногда они образуются на плектенхиматическом сплетении гиф (так называемой строме), погружены в него или иногда принимают вид камер. Образующиеся в пикнидах конидии нередко называют пикноспорами.

Псевдоэндогенное образование конидий известно у немногих видов грибов. Оно происходит следующим образом: конидиеносцы вверху делятся на короткие клетки так, что получается короткая цепочка конидий. Наружная оболочка конидиеносца отслаивается снаружи в виде чех-

ла, из которого конидии постепенно выталкиваются. Такие конидии часто называют эндоконидиями.

Конидиальное спороношение распространено главным образом у сумчатых, реже — у базидиальных грибов. Конидиальные стадии аскомицетов и базидиомицетов выделяются в отдельную группу несовершенных грибов *Fungi imperfecti*. Для громадного количества представителей этой группы связь с сумчатыми или базидиальными формами не установлена. Конидии известны и у некоторых высших форм фикомицетов, у которых они являются редуцированными спорангиями или зооспорангиями. Все описанные выше способы размножения грибов относятся к бесполому. Способы полового размножения у них также разнообразны. В результате оплодотворения у архимицетов и фикомицетов образуются споры, обычно покоящиеся. У оомицетов в результате оплодотворения возникают ооспоры, у зигомицетов — зигоспоры.

Ооспоры (одна или несколько) образуются в женском половом органе оогонии, расположенном обычно на верхушке ответвлений гиф, реже интеркалярно; после оплодотворения, заключающегося в большинстве случаев в том, что мужской половой орган антеридий пускает отросток, прободающий оболочку оогония и проникающий к яйцеклетке, в которую он переливает часть своего содержимого. После оплодотворения яйцеклетка покрывается толстой, нередко бугорчатой, бородавчатой или сетчатой оболочкой и превращается в ооспору. Такой процесс называется оогамией. Мужские и женские половые органы в данном случае отличаются друг от друга по своему строению.

У зигомицетов половые органы обоих полов большей частью совершенно не отличаются друг от друга (изогамия) и представляют собой отделенные перегородкой ответвления гиф — зигиферы прогаметангии или гаметангии. После соединения зигиферов и слияния их содержимого образуется зигоспора. У мукоровых в зигиферах иногда образуются азгоспоры без процесса оплодотворения. У сумчатых грибов споры, развивающиеся в результате полового размножения, называются аскоспорами, или сумко спорами. Аскоспоры возникают эндогенно в материнской клетке, сумке. Сумки имеют форму от шаровидной до цилиндрической.

У высших сумчатых грибов сумки образуются внутри или на поверхности сумчатых плодовых тел, или аскокарпов, и часто бывают окружены бесплодными гифами — парафизами, располагающимися параллельно сумке. У низших представителей сумчатых грибов плодовые тела отсутствуют и сумки образуются просто на гифах, а если отсутствует ми-

целий, то — в отдельных вегетативных клетках. В последнем случае они часто образуются партеногенетически. Различают несколько основных типов аскокарпов. Клейстотеции и клейстокарпии имеют перидий без выводного отверстия (у *Cleistomycetes*). Сумки в клейстотеции расположены беспорядочно (например, у *Aspergillus*) или в пучке, отходящем от основания клейстокарпии (у *Erysiphaceae*). Аскоспоры освобождаются из них после разрушения оболочки.

Перитеции имеют перидий с выводным отверстием — устьищем, которое нередко вытянуто в виде сосочка или хоботка. Сумки располагаются в нижней части перитеция или в пучке, у его основания. Между сумками нередко расположены парафизы. Как и пикниды, перитеции бывают поверхностные и погруженные в субстрат, расположенные на стро­ме или погруженные в нее. Иногда возле устьяца или по всей поверхности они снабжены бесцветными или окрашенными щетинками, простыми или ветвистыми волосками. Иногда перитеции образуются из пикнид. Тогда в том же плодовом теле, в котором ранее образовались конидии, возникают сумки.

Апотеции в зрелом состоянии обычно блюдцевидные или бокаловидные, иногда выпуклые, сидячие или на ножке. Сумки расположены на поверхности апотеция и образуют сплошной гимениальный слой. Между сумками часто образуются парафизы. Иногда апотеции располагаются на стро­ме.

Сумчатые грибы, или аскомицеты, образующие клейстотеции и клейстокарпии, называются клейстомицетами, образующие перитеции — пиреномицетами, образующие апотеции — дискомицетами.

Количество аскоспор в сумке обычно кратно двум. Чаще всего их в сумке по восемь. Аскоспоры бывают одноклеточные или с одной или несколькими поперечными, а иногда и продольными перегородками, бесцветные или окрашенные. К сумчатым грибам относятся дрожжи, которые утратили способность к образованию хорошо развитого мицелия. Последние представлены главным образом почкующимися, сравнительно легко распадающимися клетками. Базидиоспоры в отличие от аскоспор образуются экзогенно на так называемых базидиях. Базидиоспоры свойственны классу базидиальных грибов (базидиомицетам). Они образуются большей частью на зубцевидных отростках базидий — стеригмах (по одной на каждой), по четыре, реже по две, но у некоторых видов базидиомицетов по одной, три, восемь и больше на одной базидии. У некоторых видов головневых они образуются в неограниченном количестве на одной базидии.

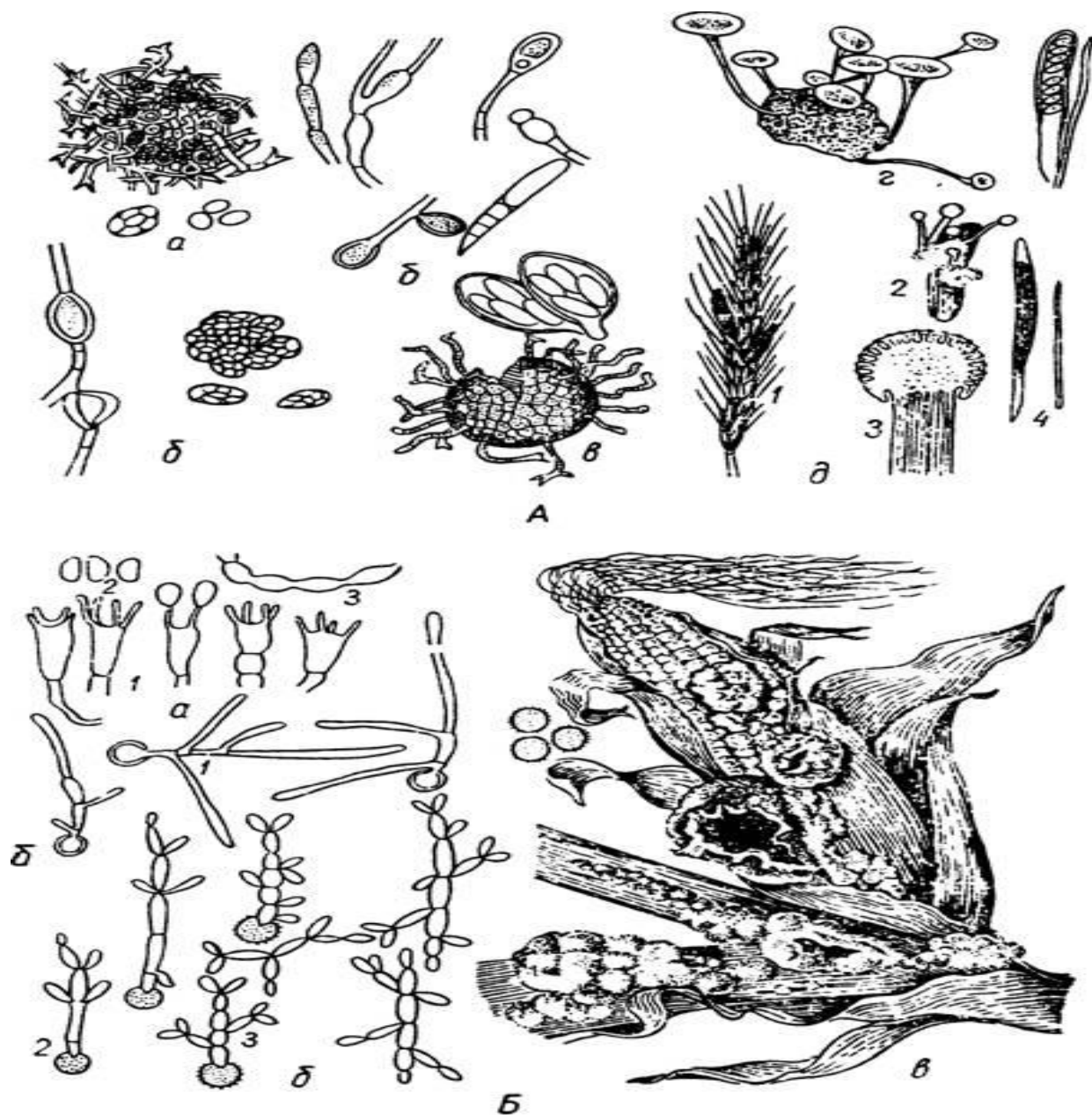


Рис. 3.5. Органы размножения высших грибов: А. Сумчатые грибы: а — *Gymnoascus* sp. (часть плодового тела, сумка и сумкоспоры); б — *Thermoascus aurantiacus* (гифы со вздутиями из культуры, росшей при 50° С, и сумки); в — *Erysiphe communis* на *Polygonum aviculare* (клеистокарпии и сумки); г — *Sclerotinia libertiana* (проросший склероций с апотециями и сумка с парафизами при более сильном увеличении); д — *Claviceps purpurea*: 1 — склероции-рожки на колосе ржи, 2 — проросший склероций, 3 — головка стромы с перитециями в разрезе, 4 — сумка и споры при более сильном увеличении. Б. Базидиальные грибы: а — *Coriicium straminicola* (7 — заидия, 2 — базидиоспоры, 3 — гифа со вздутиями); б — проросшие хламидоспоры различных видов головневых грибов: 1 — *Ustilago tritici*, 2 — *U. avenae* (с базидиями), 3 — *U. zeae* (с базидиями); в — пораженный *U. zeae* кочан кукурузы.

У высших базидиомицетов базидии образуют гимениальный слой на плодовых телах, имеющих разнообразное строение, или внутри них. У низших базидиомицетов плодовые тела отсутствуют и базидии образуются прямо на мицелии одиночно или рыхлым слоем. У головневых и ржавчинных грибов базидии развиваются из толстостенных спор хламидоспорного типа. Базидиоспоры всегда одноклеточные, бесцветные или различно окрашенные. При культивировании, особенно на плотных средах, колонии грибов некоторых видов отличаются морфологически, что имеет диагностическое значение. Их рост в моноспоровой культуре (или при посеве фрагментов мицелия и конидий) происходит радиально. Колонии, гладкие, радиальные или морщинистые, широко расстилаются по субстрату (т. е. имеют интенсивный линейный рост) или растут ограниченно, с обильным или слабо развитым пушистым, порошистым, войлочным, бархатистым или кожистым воздушным мицелием.

Колонии различаются также по расположению и окраске спороношения, воздушного мицелия и питательной среды. Сапрофитные или факультативно-паразитные грибы при культивировании на специальных средах в колониях обычно образуют типичные органы размножения, паразитные грибы — часто колонии, состоящие из видоизмененного, пленчатого или кожистого, нередко ограниченно растущего сильно складчатого мицелия. При погруженной культуре у разных видов грибов в зависимости от условий культивирования наблюдается рост мицелия в виде характерных шариков (крупных, мелких, компактных, рыхлых) или нитей. У ряда видов при погруженном росте происходит типичное спорообразование (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*), у других — в виде почкующихся дрожжеподобных клеток (некоторые виды *Fusarium*, *Mucorales* и др.).

Некоторые данные об экологии грибов

Грибы как организмы, не содержащие хлорофилла, в качестве углеродного питания могут использовать разнообразные, подчас довольно сложные, соединения, нередко вызывая специфические превращения их молекул. Согласно литературным данным последних лет некоторые виды грибов используют в качестве источников углерода соединения, входящие почти во все классы органических веществ: углеводы, спирты, сахара и органические кислоты, белки, аминокислоты, пептиды, ароматические соединения, глюкозиды, углеводороды и др. Источниками азотистого питания могут быть белки, пептиды, аминокислоты, нитратный, в некоторых случаях нитритный или аммиачный (в виде различных солей аммония) азот, а также газообразный аммиак. Имеются сообщения о том, что

некоторые виды грибов способны использовать элементарный азот. Не менее широка амплитуда приспособляемости мицелиальных грибов к другим внешним факторам, из которых наиболее существенны влажность, температура и кислород.

Нуждаясь в готовом органическом веществе, грибы находят его в живом организме растений и животных, паразитируя на них или развиваясь в разнообразных органических веществах животного и растительного происхождения. Последние могут использоваться как в виде растительных и животных остатков в почве, так и при поражении урожая и других запасов промышленного сырья. Как отмечают Мишустин и Трисвятский (1960), забота о сохранении урожая проявлялась человеком издавна. Авторы упоминают в этой связи трактат римского писателя Катона «О земледелии» (234—144 гг. до н. э.), книги Варрона (1 в. до н. э.), поэмы Вергилия (70—19 гг. до н. э.) и др. В XVIII в. вопросы хранения урожая были предметом заботы Парижской Академии наук, Лондонского Королевского общества, Вольного экономического общества, созданного М. В. Ломоносовым в России и др. Однако в этот и более поздний периоды, т. е. почти до третьей четверти XIX ст., главное внимание обращалось на технические вопросы хранения урожая, строительство складов и т. д. Микробиология зерна начала развиваться в конце XIX ст., а микология зерна — со времени открытия спорыньи и изучения так называемого «пьяного хлеба». Микофлора грубых кормов длительное время оставалась почти совершенно не изученной. Только в 1954 г. по этому вопросу опубликована первая монография, явившаяся результатом изучения свыше 6000 образцов грубых кормов, которая позволила выяснить не только микофлору грубых кормов, но и ряд вопросов экологии грибов. Основным местообитанием грибов является почва. Это может быть отнесено и к токсинообразующим видам микроскопических грибов. Однако их численность в почве обычно не велика, и в этом смысле они почти не представляют угрозы для продуктов и кормов. Источником массового распространения токсинообразующих грибов, вызывающих вспышки заболеваний человека или сельскохозяйственных животных, являются поражаемые ими субстраты, продукты, сырье, корма.



Рисунок 3.6. Микозы растений.

Значительная часть микроскопических грибов, иногда и токсинообразующих, находится на поверхности вегетирующих растений, оставшихся сухих частей сорняков или диких растений, где они составляют комплекс, называемый «эпифитной» микрофлорой. Типичные представители «эпифитной» микрофлоры повреждают растения и зерно не во время вегетации, а в период уборки и особенно хранения при повышенной влажности. Наличие органических веществ в зерне различных хлебных злаков и семенах бобовых, а также повышенная влажность воздуха в значительной степени способствуют развитию микроскопических грибов. Большинство видов относится к мезо- и ксерофитам, развивающимся при 80—98% (предел до 70—80%) относительной влажности воздуха. К ним относятся: *Aspergillus glaucus*, *A. flavus*, *A. candidus*, *A. repens* и др.

Решающее значение для поражения зерна и грубых кормов имеет их влажность. Под критической влажностью понимают такое содержание влаги в зерне, при котором появляется свободная вода, вызывающая резкое повышение активности окислительных и гидролитических ферментов и создаются условия для поражения зерна микроорганизмами. Пределы значений критической влажности: для зерна пшеницы, риса и ячменя — 14,5—15,5%; для зерна кукурузы и проса — 3—14 и 12—13% соответственно; для низкомасличных семян подсолнечника—10—11, высокомасличных — 6—9 и льна 8—9%. Равновесная влажность создается в результате сорбции паров воды семенами, находящимися в условиях повышенной относительной влажности воздуха (80—90% и более). По отношению к температуре грибы делятся на следующие группы:

Мезофильные, растущие в пределах от 3 до 37—38° С с температурным оптимумом 18—27° С. К этой группе относятся преобладающее количество видов грибов, поражающих зерно и грубые корма. Некоторые из них, хотя и медленно, могут расти при —3 и 5° С (некоторые виды родов *Fusarium*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Mucorales* и др.). Такие виды некоторые исследователи относят к психротолерантным грибам. Другие имеют температурный оптимум 16—18° С и при несвоевременной и запоздалой уборке зерновых и соломы в значительной степени поражают их.

Термотолерантные, способные расти при температуре 40—50° С и даже выше, но хорошо растущие и при температуре, пригодной для мезофильных грибов с температурным оптимумом, обычно более высоким, чем у последних. Эта группа представлена значительно меньшим количеством видов, чем мезофильные. Оптимальная температура для их роста в подавляющем большинстве случаев превышает 30° С. Наиболее распространенными видами этой группы являются *Aspergillus fumigatus*, *Absidia ramosa*, *A. sp.* и др.

Термофильные грибы, не обладающие способностью расти при температуре, оптимальной для мезофильных грибов и растущие в условиях с температурой 40—60 и до 80° С; оптимальная температура для роста составляет около 40—45° С. Представители этой группы наименее численны.

Показатели влажности зерна и кормов тесно коррелируют с условиями температуры. Как правило, нормативы длительного и кратковременного хранения зерна составляются с учетом условий влажности и температуры.

В зародыше раньше, чем в оболочке и экзосперме, создается равновесная влажность, в результате чего некоторыми видами грибов он может поражаться быстрее. Так, при искусственном заражении *Fusarium sporotrichiella* отмечено, что гриб в основном проникает в зародыш; полости около зародыша заполнены сплетением гиф, напоминающих чехол; гифы пронизывают ткань зародыша. К поражению другими грибами зародыш более устойчив, и такие виды обычно повреждают эндосперм (например, некоторые виды *Aspergillus*).

При сушке зерна на солнце снижается количество видов или полностью исчезают *Penicillium* и *Aspergillus*, сохраняются темноцветные *Cladosporium*, *Alternaria*, *Dematium* и дрожжи; конидии и других видов темноцветных гифомицетов весьма устойчивы к солнечной и другим видам радиации. Поражение грибами зерна во время созревания и уборки зависит также от

условий погоды: теплая и дождливая погода обычно благоприятствует поражению зерна на корню. Нередко на поверхности колосковых чешуй, бороздки зерна пшеницы, ржи или на поверхности зерна кукурузы в почках можно обнаружить розовые спородохии или порошистое спороношение фузариев или очагов поражения темноокрашенными грибами. Так, при одинаковой влажности зерна пшеницы, но при разной температуре хранения количество зародышей грибов через месяц хранения при 20° С возросло в 30 раз, а через два месяца — в 2700 раз по сравнению с исходным; при температуре 8° С увеличение было незначительным.



Рисунок 3.7. Головные болезни злаков: 1-3, 4 – пшеницы; 4-ржи; 6-7 – овса; 8- проса, 9- кукурузы.

Правда, эти данные следует считать весьма относительными, так как увеличение количества колоний могло резко возрасть за счет посева обильно спороносящих видов *Penicillium*, *Aspergillus*. При пониженной температуре уборки и хранения зерно поражается преимущественно некоторыми видами *Fusarium*, *Penicillium* и мукоровых, при повышенной — преимущественно видами *Aspergillus*. Христенсен (Christensen и др., 1965) считает, что виды *Alternaria*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Cladosporium* поражают зерно хлебных злаков во время вегетации в условиях США: *Alternaria* и другие виды, по данным автора, отмечались почти в 100% случаев в образцах свежесобранного урожая, изоляты фузариев — до 10—15%. К числу грибов, наиболее часто поражающих зерно при хранении, относятся *Aspergillus* (*A. glaucus*,

A. candidus, *A. flavus*) и *Penicillium* sp., многие из которых адаптированы к росту при низкой влажности, высокому осмотическому давлению и другим факторам.

По данным авторов, в отдельных образцах продажной муки из такого пораженного зерна эти грибы обнаружены в значительном количестве.

Муджумдер и сотрудники (Majumder, Narasimham, Parpia, 1965) отмечают наличие на хранящемся зерне в условиях Индии видов грибов, которые адаптируются к росту при высокой температуре и влажности воздуха и поражают зерно как во время вегетации растений, так и при хранении. Большое внимание в последние годы уделяется изучению токсикозов других видов хлебных злаков, бобовых, риса, кофе и какао, а также приготовленных из них продуктов питания. Японскими авторами изучены токсикозы, вызываемые *Penicillium islandicum*, *P. ochrosalmoneum*, *P. citrinum* и другими пенициллиями. В связи с теми или иными особенностями климата возникает проблема хранения зерна и защиты от заплесневения. В зонах с холодным и влажным периодами уборки урожая зерновых главной заботой является сушка убранных зерен, в зонах с теплым и сухим периодами уборки первоочередными представляются вопросы защиты от удущья и самосогревания.

Состояние зрелости, целостности зерна, характер разнотравья в сене, наличие сорняков в соломе также влияют на их поражаемость грибами, в том числе токсическими. Установлено, например, что мелкие и щуплые зерна удерживают больше влаги и более поражаются грибами, чем крупные и хорошо выполненные. Зерно с нарушенной целостностью оболочек также более доступно для проникновения грибов и поражения.

Дальнейшее изучение экологии токсинообразующих микроскопических грибов имеет целью исследование условий образования токсинов в естественных условиях, систематического положения и существования рас с различными биологическими особенностями, обуславливающими различное патологическое действие на организм человека и сельскохозяйственных животных. Уже известные токсинообразующие виды — *Fusarium sporotrichiella*, *Stachybotrys alternans*, *Dendrodochium toxicum*, *Aspergillus flavus*, *A. fumigatus*, *Penicillium urticae* и другие—имеют широкие, но не совпадающие ареалы распространения. Для них характерна также определенная, хотя и широкая, субстрагичная специфичность: виды *F. sporotrichiella* в основном поражают зерно хлебных злаков, *A. flavus* — зернобобовые, ингредиенты комбикормов и т. д.; *Stachybotrus alternans*, *Dendrodochium toxicum* — грубые корма. Такое распространение видов не

может не сопровождаться возникновением в разных эколого-географических условиях отдельных рас, отличающихся характером токсинобразования.

Почти совершенно не изучены токсические свойства микромицетов на комбикормах, силосе, а также грибов, развивающихся при самосогревании зерна и грубых кормов, т. е. термотолерантных и термофильных видов. Некоторые из них, в частности из родов *Absidia*, опасны не только как возбудители микозов, но и микотоксикозов. Установлено, что некоторые токсические формы *Absidia* встречаются в значительном количестве и в рубце крупного рогатого скота, что, по-видимому, не является безразличным для организма животных.

Микрофлора, разлагающая мертвые части кормовых растений, не погруженные в почву или же не находящиеся в основной своей массе в непосредственном соприкосновении с ней, как, например, отмершие стоячие части растений, развивается в других условиях по сравнению с микрофлорой почвы. Она не находится под прямым воздействием почвенных условий, но субстрат подвержен более или менее частому высыханию, значительной аэрации, влиянию солнечных лучей и т. п. Многие почвенные микроорганизмы, разрушающие такие остатки в почве, при этих условиях в сколько-нибудь значительной степени развиваться не могут. Поэтому микрофлора мертвых остатков растений, находящихся на открытом воздухе, по своему видовому составу значительно более бедна, а относительно неблагоприятные условия для ее развития замедляют разрушение таких остатков. Однако при полегании отмерших дикорастущих растений, образующих заросли, например на опушках лесов, в кустарниках, на не скашиваемых обочинах лугов, болотах и т. п., для развития микрофлоры создаются условия более благоприятные, чем на одиночных стоячих стеблях, так как при таком скоплении растительной массы ее влажность подвержена меньшим колебаниям и может дольше оставаться на довольно высоком уровне. При хранении соломы и сена из кормовых растений во влажном состоянии в копнах или скирдах условия для развития микрофлоры создаются еще более благоприятные и в определенных случаях способствующие быстрому размножению грибов и массовому поражению ими субстрата. Качественный состав грибной флоры и ее развитие обуславливаются видом растения как питательным субстратом, степенью зрелости растений во время косовицы и отчасти условиями их уборки, затем влажностью субстрата, температурой и климатическими условиями, определяющими распространение того или иного вида гриба.

Если солома или сено из культурных кормовых растений большей частью состоит из растительной массы какого-либо одного или двухтрех видов растений, то сено, скошенное на лугах, в особенности на суходольных сенокосах, состоит не только из основных кормовых растений, но и из значительной примеси разнотравья. Химический состав кормовых растений, идущих на сено и солому, в значительной степени изменяется в зависимости от периода вегетации. Можно считать общим правилом, что вегетативные части травянистых растений до или даже в период цветения значительно богаче разнообразными питательными веществами, чем во время плодоношения и тем более в осеннем состоянии. Во время плодоношения в вегетативных частях растений прежде всего заметно увеличивается процентное содержание клетчатки и уменьшается содержание белков. Солома из любого кормового растения всегда содержит большее количество клетчатки, чем сено, и меньшее количество питательных веществ, представляющих большую ценность как для сельскохозяйственных животных, так и для многих микроорганизмов. Листья обычно содержат больше питательных веществ, чем стебли.

Смачивание свежескошенных растений дождем не оказывает сколько-нибудь значительного влияния на качество сена. Однако дождь, выпавший на уже привяленное, особенно на более или менее высушенное сено, приводит к резкому снижению его качества, так как выщелачивает из него значительное количество водорастворимых веществ, и сильному снижению содержания минеральных, безазотистых экстрактивных веществ и протеина. Процентное (от абсолютно сухих веществ) содержание клетчатки в сене при этом значительно возрастает. От условий уборки и хранения сена зависит содержание в нем витаминов. Влажность и температура являются также решающими факторами для развития микрофлоры на кормах. Как подтверждают многие исследователи, сено влажностью до 16%, а солома влажностью до 15% во время хранения не поражаются грибами. Однако увеличение влажности выше указанного уровня (более чем на 1 %) и благоприятные температурные условия способствуют развитию грибов. Поражение грибами грубых кормов, имеющих влажность 17—20%, при соответствующей температуре проходит уже довольно интенсивно. Для большинства грибов, поражающих грубые корма во время хранения, оптимальной является влажность 25—35%. При увеличении ее выше 50% грибы на кормах все активнее вытесняются бактериями. При этом нужно отметить, что для спороношения грибов оптимальная влажность не всегда будет та же, что и для роста грибницы. Границы колебаний влажности, при которых происходит спо-

роношение, обычно значительно более узкие, чем те, при которых может происходить рост грибницы.

При влажности в пределах 17—17,5% на соломе и сене обнаруживается рост ряда грибов, как например *Alternaria*, некоторых видов *Fusarium*, *Penicillium sp.*, *Aspergillus* и некоторых других, но обычно без спороношения. Уже при влажности 18—20% рост грибов на грубых кормах заметно увеличивается, наблюдается также спорообразование (виды *Alternaria*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Trichothecium roseum* и др.). При влажности, значительно превышающей оптимальную, спорообразование у многих грибов в той или иной степени тормозится. Наиболее оптимальная относительная влажность воздуха для большинства видов грибной флоры на зерне и грубых кормах находится в пределах 90—100 и обычно ближе к 100%. Однако ряд более ксерофильных видов может расти и спороносить при значительно более низкой относительной влажности воздуха — 80 и даже 75%. Можно думать, что наиболее опасным периодом для хранения зерна и грубых кормов с повышенной влажностью являются времена года, когда температура окружающего воздуха поднимается выше 0°, т. е. летне-осенний и весенний периоды. Во время уборки сена и урожая хлебных злаков температурные условия для развития грибов настолько благоприятны, что при повышенной влажности сено и солома в течение нескольких дней могут подвергнуться значительному поражению грибами, которые не только значительно снизят качество этих кормов, но и могут придать им токсические свойства. В осенний и весенний периоды при наличии более низкой температуры процессы поражения грибами кормов с повышенной влажностью, естественно, замедляются по сравнению с летними условиями, но интенсивность их остается все же высокой.

Грубые корма с повышенной влажностью во время хранения в более или менее значительной компактной массе, как и зерно, нередко подвергаются самосогреванию. Самосогревание, как известно,— это способность зерна или грубых кормов, а также растительных остатков при хранении, чаще с повышенной влажностью, повышать температуру. Это происходит вследствие активно протекающих микробиологических и физиологических процессов, сопровождающихся повышением температуры. При плохой теплопроводности массы зерна или кормов она может достигать 60—70° С в толще. При самосогревании зерна развиваются в основном *Aspergillus fumigatus*, *A. candidus*, отдельные виды муконовых и пенициллиев. Самосогреванию в стогах или копнах подвергается чаще сено, значительно реже и в меньшей степени — солома хлебных злаков. Следовательно, степень содержания питательных веществ в корме и особенно

степень его влажности определяют интенсивность жизнедеятельности микроорганизмов и процессов самосогревания.



Рисунок 3.8.
Самосогревание зерна.

Самосогревание зерна и сена в определенной степени зависит также от температуры окружающей среды, которая имеет особенно важное значение при начальных стадиях этого процесса, вызванных жизнедеятельностью обычных мезофильных видов микрофлоры сена. Поэтому самосогревание почти всегда отмечается в летне-осеннее и весеннее время. Зерно и сено даже с сильно повышенной влажностью в зимний период во время морозов (т. е. при наличии низкой температуры окружающей среды) не самосогревается до весны, пока температура не поднимется до уровня, при котором возможна более или менее активная жизнедеятельность микрофлоры. В дальнейшем все более интенсивное повышение температуры в значительной степени определяется жизнедеятельностью микроорганизмов. Однако при уже начавшихся процессах самосогревания температура окружающего воздуха также имеет определенное значение для степени их интенсивности: при высокой температуре самосогревание проходит более интенсивно, а низкие зимние температуры оказывают определенное тормозящее действие на развитие этих процессов, в особенности если сено хранится не в сарае, где отдача тепла в окружающую среду замедляется, а на открытом воздухе, так как практически между окружающим воздухом и воздухом, содержащимся в скирде, в той или иной степени происходит обмен. Микроорганизмы развиваются в условиях поглощения кислорода и выделения углекислоты. При их интенсивной жизнедеятельности во время самосогревания процентное содержание углекислоты в толще зерна и сена увеличивается в несколько десятков раз, а содержание кислорода соответственно резко уменьшается. Однако многие виды грибов могут выносить высокие концентрации углекислоты и расти при низком парциальном давлении кислорода, поэтому влажные корма в скирдах или копнах могут интенсивно поражаться грибами.

Как уже упоминалось выше, в самой первой стадии самосогревания влаж-

ного зерна или сена важное значение имеет обычная мезофильная грибная и бактериальная флора, в особенности виды с более выраженными термотолерантными свойствами.

При повышении температуры до определенного уровня на смену приходит термотолерантная, а затем и термофильная микрофлора. Ряд термотолерантных грибов, встречающихся на зерне и грубых кормах при обычной температуре в весьма незначительном количестве и не выдерживающих конкуренции с многочисленными видами мезофильной микрофлоры, при повышении температуры до 32—40° С начинает бурно расти и размножаться. К таким грибам прежде всего относятся виды *Aspergillus* {к. *fumigatus*, *A. flavus*, *A. Candidas*, *A. nidulans*, *A. ozyzae*, *A. versicolor*, *A. niger*, последний, впрочем, встречается на грубых кормах довольно редко), а также *Absidia corymbifera*, *Mucor pusillus*, *Oospora lactis* (при значительной влажности сена) и *Sporotrichum*. Значительного развития на самосогреваемом сене при этой температуре достигают также актиномицеты (*Actinomyces*) и в особенности виды *Micromonospora*.

При температуре от 40 до 50° С наблюдается обильный рост на самосогреваемом сене *A. fumigatus*, *Mucor pusillus* и термофильных грибов *Sepedonium lanuginosum*, *Thermoascus aurantiacus*, а также актиномицетов указанных выше родов. Температурный максимум для некоторых из этих микроорганизмов лежит выше 50° С: для *A. fumigatus* — 57, *Sepedonium laguminosum* — около 60, *Thermoascus aurantiacus* — около 55, *Actinomyces thermophilus* — около 60°. При этих условиях происходит довольно быстрое отмирание развившихся мезофильных грибов, которое ускоряется при повышении температуры до 50° С и более. Среди термотолерантных грибов, развивающихся на самосогреваемом зерне и сене, имеются виды, способные вызывать микозы и микотоксикозы. К ним относятся некоторые виды *Aspergillus*, *Absidia corymbifera*, *Mucor pussillus* и др. Учитывая мощное развитие этих грибов в определенной стадии самосогревания при образовании большого количества спорового материала, следует сделать вывод, что применение такого корма или подстилки представляет опасность для животных и в известной степени для обслуживающего персонала.

При хранении сена или соломы во влажном состоянии находящиеся на них споры грибов быстро прорастают, мицелий проникает в паренхиму стеблей и листьев, распространяется по сосудисто-волокнистым пучкам. При этом чаще всего, как это наблюдается у гифомицетов и мукоровых грибов, на поверхности соломинок и листьев образуется налет

или дерновинки со спороношением грибов и с более или менее развитой бесплодной грибницей. У ряда грибов мицелий полностью погружен в субстрат и на поверхности соломинок и листьев образуются только плодовые тела (*Chaetomium*, *Sordaria* и др.). Быстрое поражение грубых кормов сапрофитными грибами при благоприятных условиях во время уборки урожая может иметь место тогда, когда кормовые растения уже в той или иной степени привяли.

Скошенные зеленые растения, не полностью отмершие, этими грибами почти не поражаются. Ведущая роль в поражении растений на этой стадии уборки сена принадлежит бактериям. Пораженные грибами остатки грубых кормов возле старых токовищ или оставленные после забора кормов из скирд, копен и другие подобные растительные остатки являются весьма важными источниками накопления определенных видов грибов и распространения их на свежезаготовленных кормах. Отсюда ясна необходимость уничтожения или соответствующего использования таких остатков и содержания токовищ, участков возле скирд, а также полей и лугов в чистоте. Как относительно высокие, так и низкие температуры являются важными факторами для преобладания на влажном корме тех или иных видов грибов. То же можно сказать и о различной влажности корма. Однако при прочих более или менее оптимальных условиях решающее значение для отдельных видов грибов при поражении ими грубых кормов имеет химический состав последних.

Грибы, активно разрушающие целлюлозу, успешно выдерживают конкуренцию других видов именно на субстрате, богатом целлюлозой и более бедном другими питательными веществами, как например солома. В то же время они обычно не выдерживают этой конкуренции на субстрате, более богатом разнообразными питательными веществами и с меньшим содержанием целлюлозы, — например сене. Нельзя найти другого объяснения для того факта, что *Stachybotrys alternans* — активный разрушитель целлюлозы — в лабораторных условиях сравнительно хорошо развивается на разнообразных стерилизованных субстратах, в том числе на всевозможных видах сена и на зерне. Из грубых кормов в естественных условиях он поражал только солому хлебных злаков, которая и вызывала заболевание лошадей — стахиботриотоксикоз. В то же время на разнообразных видах сена (в том числе на сене хлебных злаков), хранившегося в условиях с повышенной влажностью в некоторых хозяйствах, заметного развития этого гриба не было обнаружено, хотя рядом находились скирды пораженной им соломы. В лабораторных условиях при заражении спорами *St. alternans* нестерилизованного сена, содержащего естественную микрофлору, этот гриб вытесняется другими микроорганизмами. Если же,

однако, заразить такое сено большим количеством спор, во много раз превышающим возможную степень заражения ими в естественных условиях, то гриб может развиваться на нем довольно интенсивно и даже вытеснять другие. То же наблюдалось и в отношении зерна хлебных злаков.

Примеры, аналогичные приведенному выше, касающиеся видов грибной флоры грубых кормов, можно было бы умножить. То же можно сказать о разрушающем целлюлозу грибе *Dendrodochium toxicum*, встречавшемся на пшеничной мякине и соломе, но не обнаруженном в тех же условиях на сене, о видах *Chaetomium*, поражающих преимущественно солому и соломинки (но не листья), отчасти о видах *Trichoderma* и других грибах. На соломе бобовых растений преобладают разрушающие целлюлозу грибы из родов *Alternaria* и *Cladosporium*, которые, в особенности последние, не играют такой большой роли в поражении соломы хлебных злаков. На растениях, содержащих ароматические вещества, таких как *Anthoxanthum odoratum* и *Hierochloa odorata*, а также на многих губоцветных (*Origanum vulgare* и др.) как на сене, так и на соломе, развиваются преимущественно виды *Alternaria* (*A. tenuis*.) Между тем рост других грибов на этих субстратах слабый или отсутствует. Если коснуться вопроса о распространении факультативного паразита *Helminthosporium sativum*, поражающего некоторые виды злаков во время вегетации, то его развитие можно обнаружить только на влажном сене (редко на соломе) растений, которые поражаются во время вегетации.

Среди грибов, первыми поражающих грубые корма при хранении во влажном состоянии, можно назвать виды *Stachybotrys*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Verticillium lateritium*, многие виды *Fusarium*, *Dendrodochium toxicum*, *Penicillium*, *Aspergillus* и др. Некоторые виды грибов обнаруживаются только на последующих стадиях разложения грубых кормов, уже при наличии развитой грибной флоры (обычные виды *Gliocladium* — *G. verticilloides* и *G. varians*).

Для изучения грибной флоры, поражающей грубые корма во время хранения, на протяжении 12 лет (начиная с 1938 г.) было исследовано свыше 6000 образцов грубых кормов из различных областей СССР. Значительная часть кормовых растений как субстрат для развития грибной флоры изучалась в виде сена, скошенного до цветения и во время цветения, и в виде соломы, т. е. растений, скошенных во время плодоношения. Кроме того, было изучено также свыше 200 образцов мякины хлебных злаков (Пидопличко, 1953).

Приводим общие данные о распространении на грубых кормах наиболее часто встречающихся видов грибов. Муконовые грибы обнару-

живаются на влажных соцветиях в сене, реже — на мякине хлебных злаков, в соломе, на влажных семенах. Однако в значительных количествах при обычной температуре хранения грубых кормов они встречаются довольно редко. Зато при самосогревании (при температуре 30—40° С) в большом количестве часто отмечаются *Mucor pusillus*, *Absidia corymbifera* и *Tieghemella tieghemii*.

На образцах соломы и зерна хлебных злаков в Башкирской АССР часто отмечалась *Absidiacapilata*, в УССР она наблюдается редко. То же относится к видам *Mortierella*, обильно растущим на упомянутых кормах, преимущественно на зерне в соцветиях при относительно низких температурах (5—10° С), а также *Mucor hiemalis*, *M. alboater*, *Piptocephalis freseniana*, *Syncephalastrum cinereum*.

Из сумчатых грибов, развивающихся на грубых кормах наиболее обычными являются виды *Chaetomium*. При этом массовое распространение имеет прежде всего *Ch. comatum*, реже — *Ch. globosum* и относительно редкое — *Ch. indicum*, *Ch. fimeti*, *Ch. murorum*. Однако все эти виды встречаются обычно на соломе злаков и двудольных растений, реже на различных видах сена и то на стеблях растений. Мицелий этих грибов локализуется внутри соломинок, а перитеции образуются большей частью уже в последующих стадиях разложения субстрата. При наличии большого количества перитециев, т. е. значительного поражения субстрата этими грибами, часто отмечается почти полное отсутствие роста других видов грибов.

Из других сумчатых следует отметить род *Melanospora*, виды которого, особенно *M. leucotricha*, *M. sphaerodermoides*, *M. zobellii* и *M. caprina*, встречаются довольно часто на влажных грубых кормах, но не в массовом количестве.

Из рода *Cephalosporium* довольно часто встречается *C. acgemonium*, прежде всего на сене и соломе злаков (как на листьях, так и на стеблях). Из видов *Sporotrichum* иногда на сене двудольных наблюдаются *Sp. flavissimum* и *Sp. cgoceum*, а на сене однодольных растений влажных лугов нередко встречается *Sp. praticola*. В початках кукурузы иногда встречается полупаразитный гриб *Nigrospora oгугае*, отмечающийся редко в колосках и зерне других злаков — сапрофитов. Виды *Trichoderma* (чаще *T. lignorum*) встречаются изредка на соломе, довольно редко — на сене злаков, преимущественно в расположенных непосредственно на земле нижних слоях скирд и копен, на грубых кормах, смоченных дождем, в прокосах и изобилующих частицами почвы, главным образом, на соломе двудольных кормовых растений. *Sepedonium lanuginosum* отмечался довольно часто только на самосогреваемом сене.

ГЛАВА 4. ВИРУСЫ И ФАГИ

Вирусы. Это особая группа организмов, значительно меньших размеров и более простого строения, чем бактерии. Они не имеют клеточной структуры (нет ядра, цитоплазмы, оболочки), величина измеряется миллимикронами.

Вирусы различимы только с помощью электронного микроскопа. Вирусы были открыты в 1892 г. Д.И.Ивановским при изучении причин гибели табака от мозаичной болезни (светлая пятнистость листьев).



Рисунок
4.1. Д.И. Иванов-
ский

Являясь внутриклеточным паразитами, вирусы вызывают многие болезни человека (оспу, грипп, бешенство, корь, полиомиелит и др), животных (ящур, чума крупно рогатого скота) и растений (мозаика).

Вирусы разнообразны по форме. Они бывают округлыми, палочковидными, спиралевидными, но чаще в виде многогранников. Размеры вирусов колеблются от десятых до сотых долей микрона, поэтому они хорошо проходят через мелкопористые бактериологические фильтры.

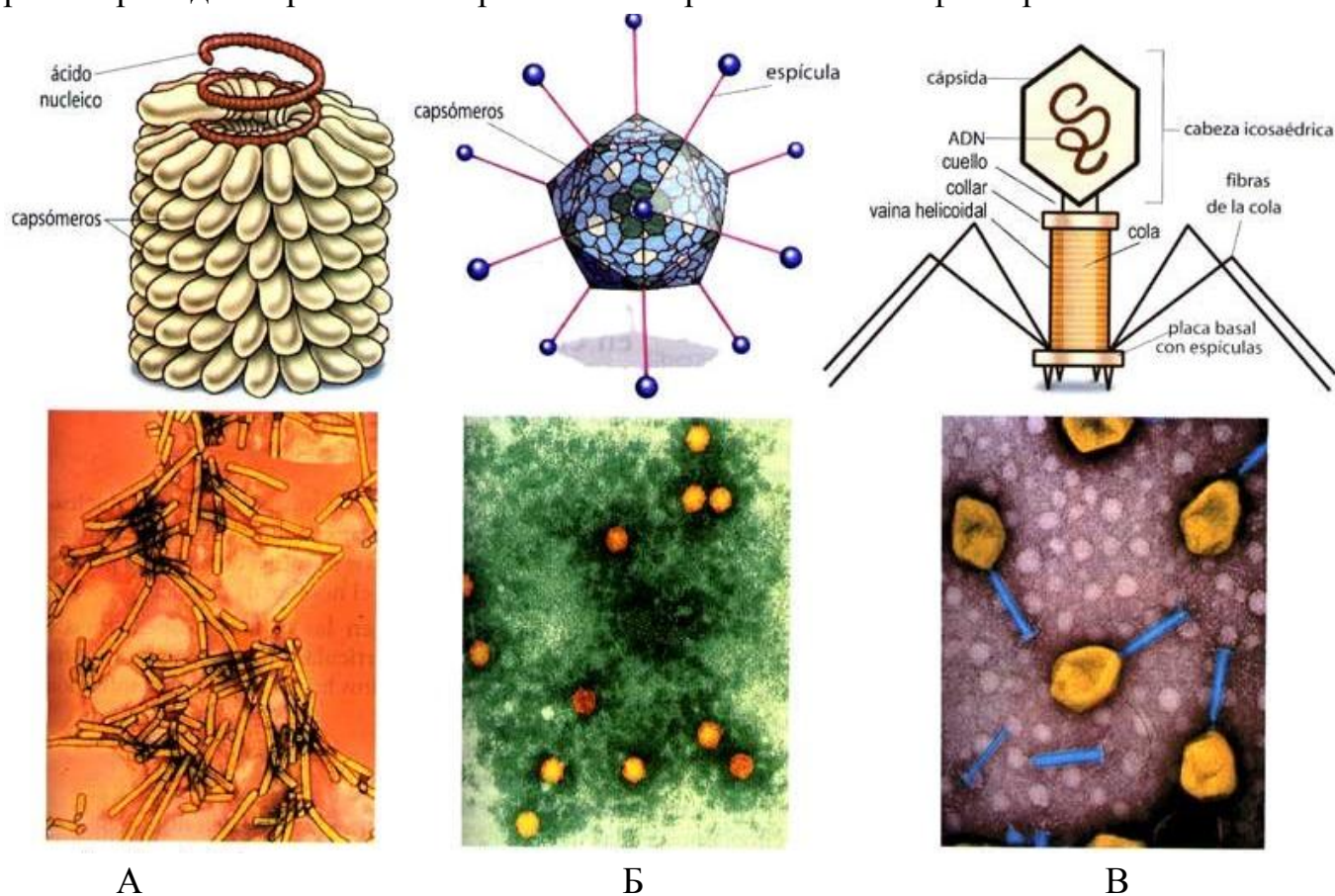


Рисунок 4.2. Форма вирусных частичек. А-вирус табачной мозаики, Б-вирус полиомиелита, В – бактериофаг.

Вирусы неоднородны по химическому составу. Одни из них состоят только из белка и одной нуклеиновой кислоты- ДНК или РНК, другие содержат еще и липоиды, полисахариды. Нуклеиновая кислота (в виде спирали) находится внутри вируса. Снаружи она покрыта белковой оболочкой (капсидом), состоящей из отдельных белковых субъединиц. На искусственных питательных средах вирусы не растут, их выращивают обычно на культурах тканей.

Различные вирусы неодинаково устойчивы к внешним воздействиям. Так, многие инактивируются при 60°C в течение 30 мин, другие выдерживают температуру 90 °С до 10 мин. Вирусы легко переносят высушивание и низкие температуры, но малоустойчивы ко многим антисептикам, ультрафиолетовым лучам, радиоактивным излучениям.

Бактериофаги.

Бактериофаги (греч. Phagos- пожирающий)- это вирусы, паразитирующие на бактериях.

В 1898 г. Выдающийся русский микробиолог Н.Ф.Гамалея обнаружил, что обычные видимые в микроскоп бактерии под влиянием каких - либо факторов подвергаются распаду, или лизису. В 1917 г. Французскому ученому Де» Эррелю удалось установить, что этот лизис вызывает особый «пожиратель бактерий», получивший название бактериофага. Он установил подобное явление у бактерий дизентерии.

Обнаружены вирусы грибов – микрофаги, некоторых водорослей, так, цианофаги- паразиты сине-зеленых водорослей.

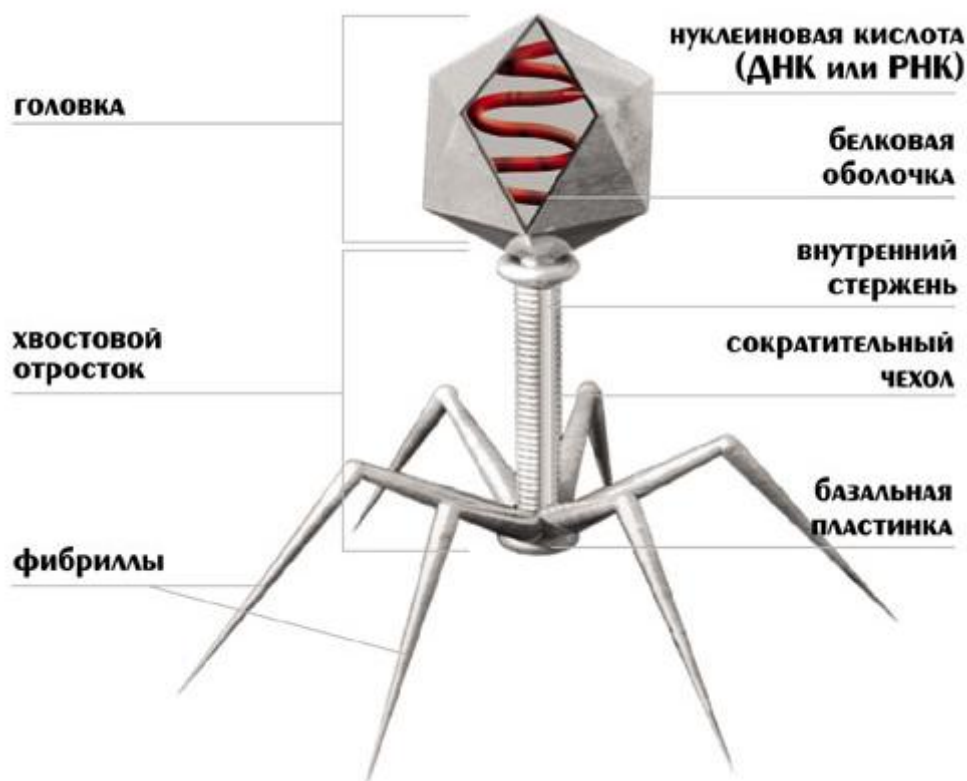


Рисунок 4.3. Структура бактериофага

Большинство фагов имеет округлую или многогранную головку и отросток. Головка имеет белковую оболочку; внутри головки заключена дезоксирибонуклеиновая или реже РНК. Размеры головки от 40 до 100 нм. Длина отростка 20-225 нм. Отросток представляет собой белковую трубочку-это полый стержень, окруженный сократительным чехлом из белка. Стержень оканчивается пластинкой с выростами и тонкими нитями. Фаги способны размножаться только в живых клетках.

Механизм проникновения фага в клетку:

Фаг пластинкой отростка прикасается к клетке, адсорбируется на ее поверхности и стержень как бы прокалывает оболочку бактерии. Разрыв оболочки обусловлен наличием в конце отростка фага специфических

ферментов. Вслед за этим белковый чехол отростка сокращается и содержимое головки (нуклеиновая кислота) по каналу отростка переходит (впрыскивается) в бактериальную клетку. Белковые оболочки головки и отростка остаются на поверхности клетки. Фаговая ДНК вызывает перестройку обмена веществ пораженной клетки. Синтезируются уже не бактериальные ДНК и белок, а фаговые, что приводит к образованию в клетке новых фагов. Оболочка клетки лизируется и фаги освобождаются. Полный цикл развития фага продолжается 30-90 мин, в течение которых образуется 100-200 фаговых частиц.

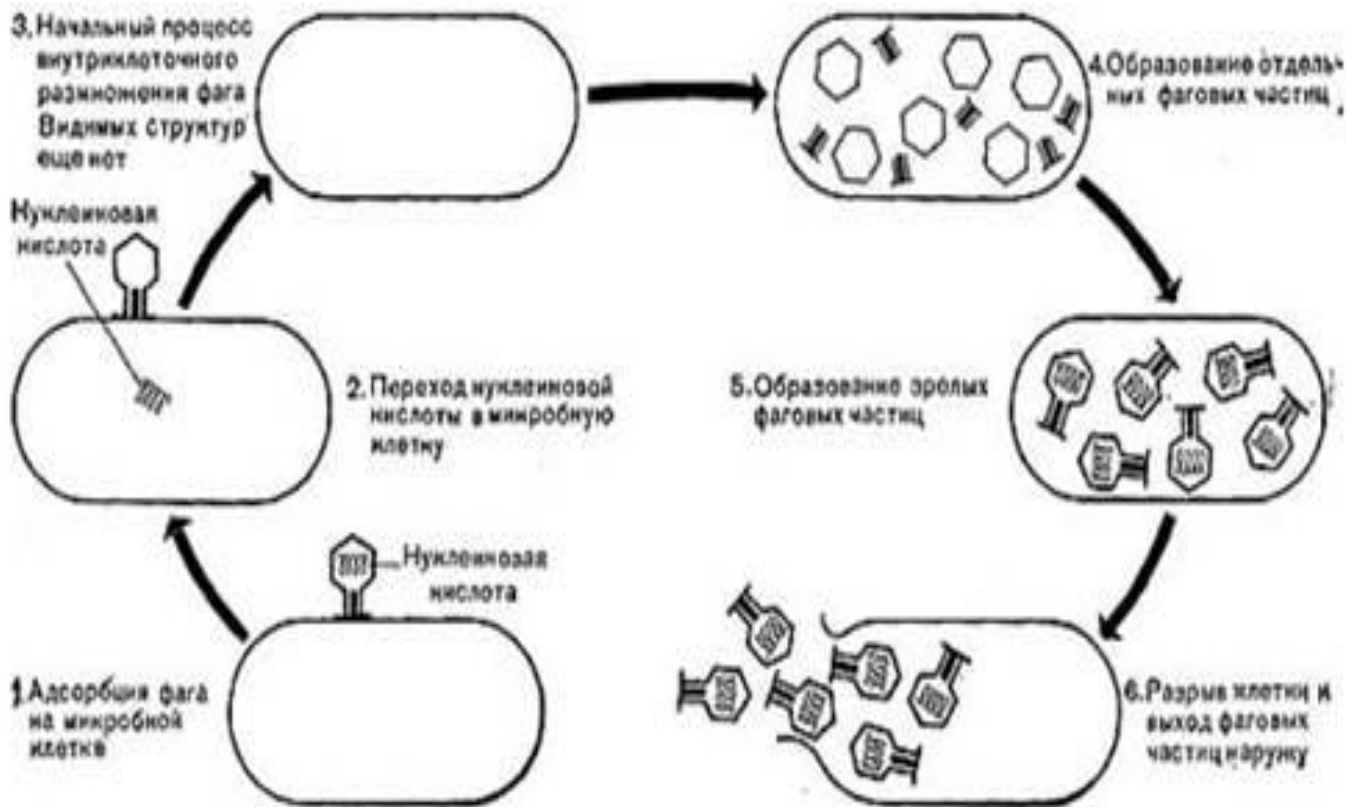


Рисунок 4.4. Механизм проникновения фага в клетку.

Фаги, обуславливающие лизис микробов и формирование новых фаговых корпускул, называются *вирулентными*, наряду с вирулентными в природе имеются умеренные фаги, взаимодействие которых с бактериями проявляется в двух формах: одни штаммы или клетки определенного вида бактерий они разрушают, в другие проникают но гибели не вызывают.

Фаги обнаруживаются во всех объектах окружающей среды, в которых обитают бактерии, актиномицеты, грибы. Найдены они и в воде, почве, молоке, в различных выделениях человека и животных.

ГЛАВА 5 ДРОЖЖИ

Дрожжи являются одноклеточными неподвижными организмами, относящиеся к классу аскомицеты (*Ascomycetes*), широко распространенными в природе: они встречаются в почве, на плодах, особенно переспелых, и листьях растений. Многие дрожжи применяют в хозяйстве и промышленности. С другой стороны, развитие дрожжей в пищевых продуктах может вызвать их порчу (вспучивание, изменение запаха и вкуса).

Техническое значение дрожжей основано на их способности превращать сахар в этиловый спирт и углекислый газ. В связи с этим издавна они получили общее название сахарных грибов, или сахаромицетов.

Дрожжи отличаются высоким содержанием белков и витаминов (B_1 , B_3 , B_6 , никотиновой кислоты).

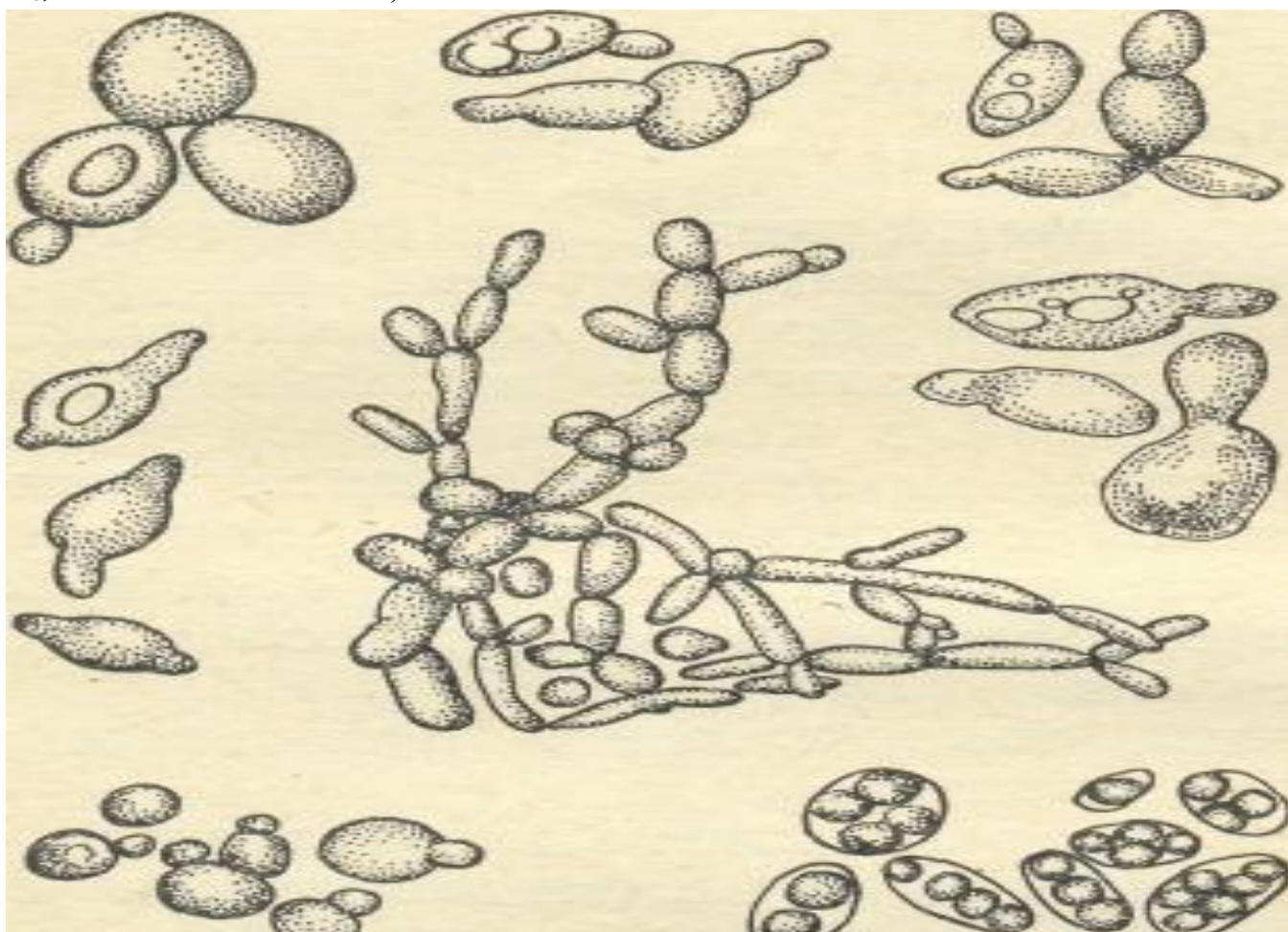


Рисунок 5.1. Форма клеток дрожжей

Форма клеток дрожжей чаще всего округлая, овально-яйцевидная или эллипсоидная. Встречаются дрожжи цилиндрические, лимоннообразные и особой формы — серповидные, стреловидные, треугольные. Размеры дрожжевых клеток обычно не превышают 10—15 мкм.

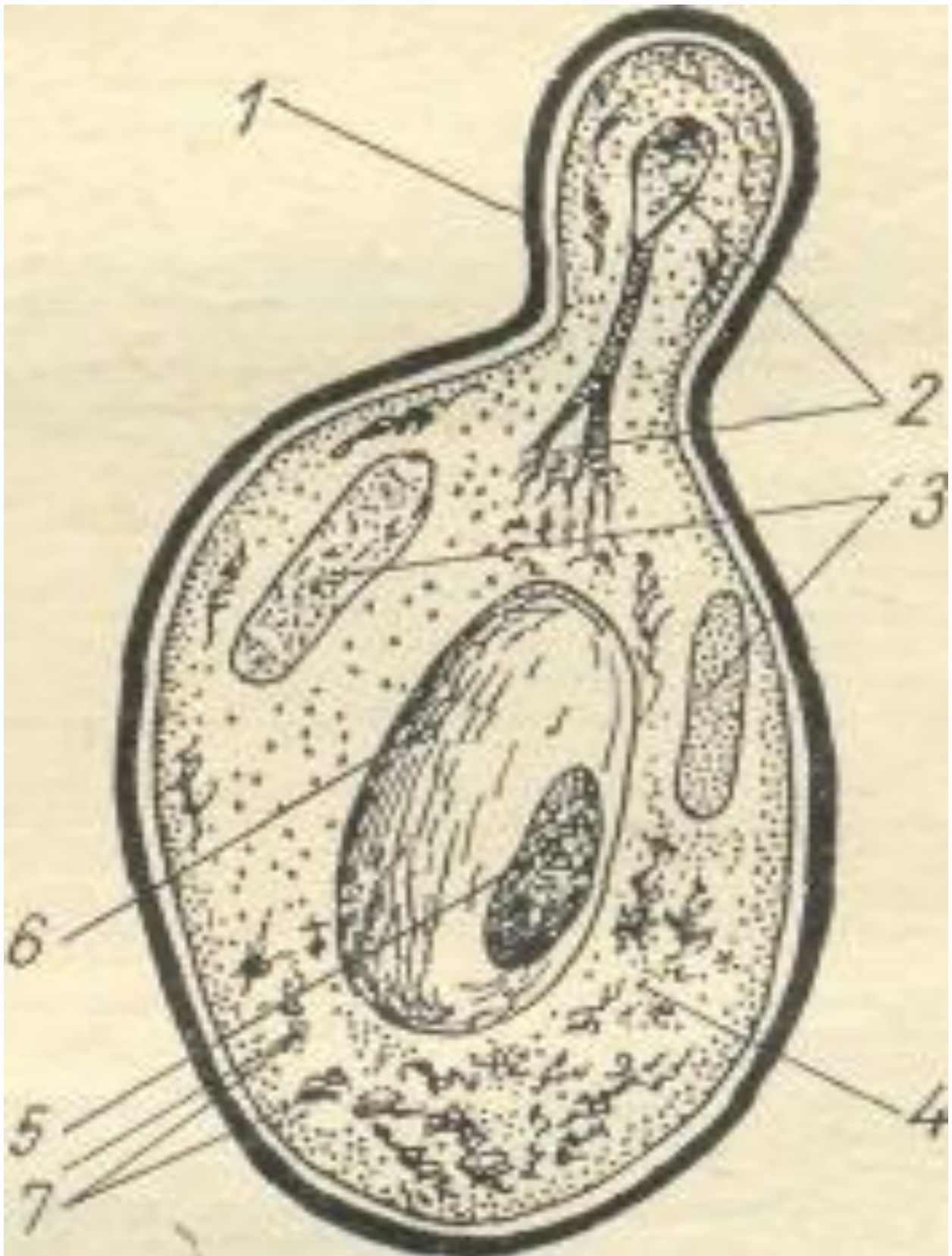


Рисунок 5.2. Схема строения дрожжевой клетки:
1 — оболочка; 2 — делящееся ядро; 3 — гликоген; 4 — цитоплазма; 5 —
волютин; 6 — вакуоль; 7 — митохондрии

Форма и размеры дрожжей могут заметно изменяться в зависимости от условий среды, в которой они развиваются, а также от возраста клеток.

Клетки дрожжей состоят из протопласта и оболочки. В протопласте дрожжей различают цитоплазматическую мембрану, цитоплазму со структурными элементами (рибосомами, митохондриями) и дифференцированное ядро, окруженное мембраной. Имеются включения запасных питательных веществ в виде капель жира, зерен гликогена и волютина. Некоторые дрожжи содержат пигменты. По мере роста дрожжевых клеток в них появляются вакуоли (водный раствор органических и минеральных веществ).

Оболочка клетки дрожжей состоит из нескольких слоев. В состав ее входят полисахариды, липиды, азотсодержащие вещества. Оболочка клетки у некоторых дрожжей может в той или иной степени ослизняться, вследствие чего клетки склеиваются друг с другом и при развитии в жидких средах образуют оседающие на дно сосуда хлопья. Такие дрожжи называют хлопьевидными в отличие от пылевидных, оболочки клеток которых не ослизняются; пылевидные дрожжи в жидкости находятся во взвешенном состоянии.

Размножение дрожжей

Размножаются дрожжи почкованием, лишь немногие размножаются делением клетки.

Процесс почкования состоит в том, что на клетке появляется бугорок (иногда их несколько), который постепенно увеличивается в размерах. Этот бугорок называют почкой. По мере роста почки между ней и производящей клеткой образуется перетяжка. Канал, соединяющий вновь формирующуюся дочернюю клетку со старой, материнской, клеткой, постепенно сужается и, наконец, молодая клетка отшнуровывается (отделяется). При благоприятных условиях этот процесс длится около двух часов.

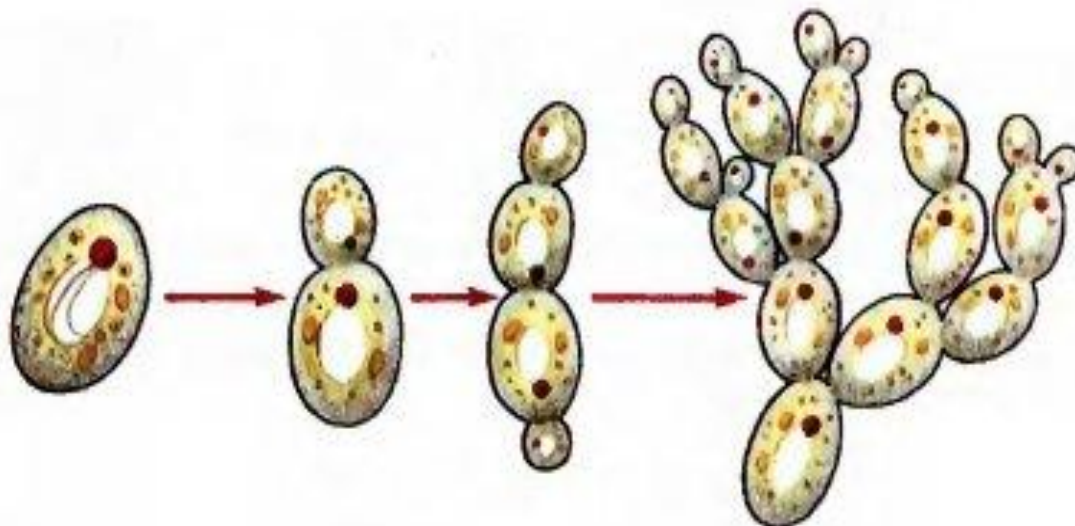


Рисунок 5.3. Размножение дрожжей почкованием

Почкованию предшествует ряд последовательно протекающих в клетке биохимических процессов; происходит деление ядра, и одно из образовавшихся ядер вместе с частью цитоплазмы и другими клеточными элементами переходит в молодую клетку.

После завершения процесса почкования молодая клетка часто не отделяется от материнской, а остается на ней. Почкующиеся клетки обычно образуют не одну, а несколько почек.

Вместе с этим может начаться почкование и молодых клеток. Так постепенно образуются скопления из многих соединенных между собой клеток, называемые сростками почкования. В некоторых случаях, особенно на поверхности жидких сред, где клетки дрожжей всегда бывают более вытянуты, такие сростки почкования напоминают мицелий плесневых грибов. Однако это ложный мицелий, представляющий собой тонкую пленку, которая легко разрушается при взбалтывании жидкости. Только отдельные дикие (обитающие в природных условиях) так называемые пленчатые дрожжи образуют на поверхности жидкостей более или менее толстые морщинистые пленки, прочно удерживающиеся при взбалтывании. Такие дрожжи нередко вызывают порчу вина, пива, квашеных овощей.

При неблагоприятных условиях почкование дрожжей замедляется или совсем приостанавливается, а некоторые клетки переходят в состояние покоя.

Покоящиеся клетки (артроспоры) отличаются толстой и плотной, большей частью двухслойной оболочкой, а также значительным содержанием запасных веществ, например жира и гликогена. Они более устойчивы, чем вегетативные клетки, к повышенной температуре и сушиванию.

Попадая в благоприятные условия развития, покоящиеся клетки почкуются, как и обычные вегетативные клетки.

Помимо почкования многие дрожжи размножаются также с помощью спор. Споры образуются внутри клетки и находятся в ней, как в сумке, что и позволяет относить их к сумчатым грибам (аскомицетам). Число спор в клетке разных видов дрожжей различно. Их может быть две, четыре, а иногда восемь и даже двенадцать.

Споры большинства дрожжей округлые или овальные, но у некоторых видов — игловидные, шляповидные, у многих на поверхности спор имеются различные образования типа выростов, бородавок, ободков и др.

Образование спор у дрожжей может происходить бесполом и половым путями. При бесполом образовании спор ядро клетки делится на столько частей, сколько образуется спор у данного вида дрожжей. Каждое новое ядро окружается цитоплазмой и покрывается оболочкой. Образованию спор половым путем предшествует слияние (копуляция) клеток. У некоторых дрожжей копулируют прорастающие споры.

Споры дрожжей несколько более устойчивы к вредным воздействиям, чем вегетативные дрожжевые клетки, но менее стойки по сравнению с бактериальными спорами. Попав в благоприятные условия, споры прорастают в клетки.

У многих так называемых культурных дрожжей, т. е. культивируемых человеком для производственно-хозяйственных целей, способность к спорообразованию в значительной степени ослаблена, а иногда полностью утрачена (аспорогенные расы).

Такие дрожжи можно вернуть к спорообразованию только принудительным путем. Для этого молодую культуру дрожжей переводят из условий обильного питания в условия голодания. При благоприятной аэрации и температуре дрожжи образуют споры.

Дрожжи, способные к спорообразованию, нередко называют истинными дрожжами, а не образующие спор (аспорогенные) — ложными дрожжами, или дрожжеподобными организмами.

Классификация дрожжей

Классифицируют дрожжи по способам их вегетативного размножения (почкование, деление), способности к спорообразованию, а также по физиологическим признакам.

Для пищевой промышленности наибольшее значение имеет род сахаромицес (*Saccharomyces*). В этот род входят как природные виды, так и виды, полученные путем селекции. Их называют расами дрожжей. Они различаются способностью сбраживать разные сахара, интенсивностью брожения, количеством образуемого спирта, оптимальной температурой брожения, образованием спор и др.

В пищевой промышленности наиболее широко используют два вида дрожжей рода *Saccharomyces*: *Sacch. cerevisiae* и *Sacch. ellipsoideus*, или *Sacch. vini*.

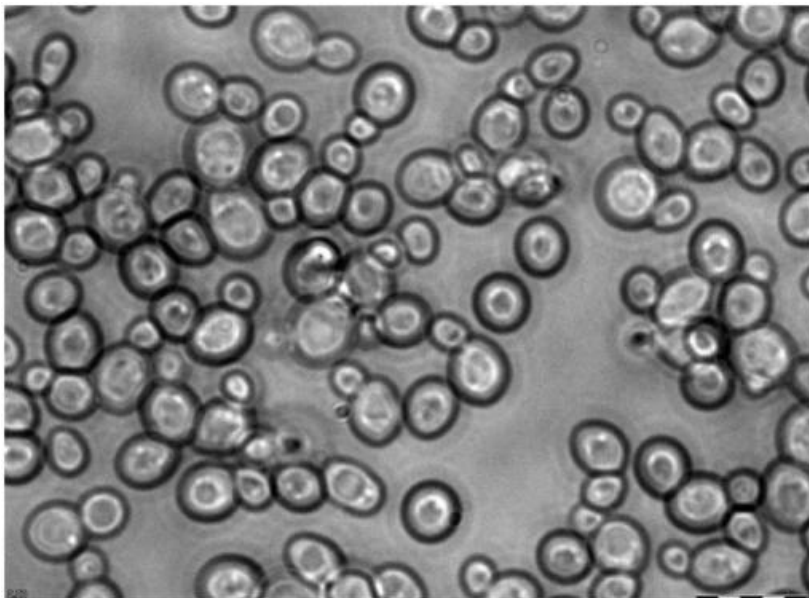


Рисунок 5.4.
Дрожжи *Sacch. cerevisiae*

Сахаромицес cereвизиа (*Sacch. cerevisiae*) имеют круглую или овальную форму клетки. Их используют для получения этилового спирта, а также в пивоварении, квасоварении, хлебопечении

Каждое производство использует свои специфические расы дрожжей, дающие возможность получить конечный продукт с заданными свойствами.

Сахаромицес еллипсоидеус (*Sacch. ellipsoideus*, или *Sacch. vini*) имеет клетки эллиптической формы. Этот вид дрожжей используется преимущественно в виноделии. Каждая марка вина производится с использованием специфической расы дрожжей.

Все виды дрожжей рода сахаромицес и некоторые природные дрожжи при спонтанном (самопроизвольном) развитии на пищевых продуктах, содержащих сахар, вызывают их порчу: брожение и прокисание.

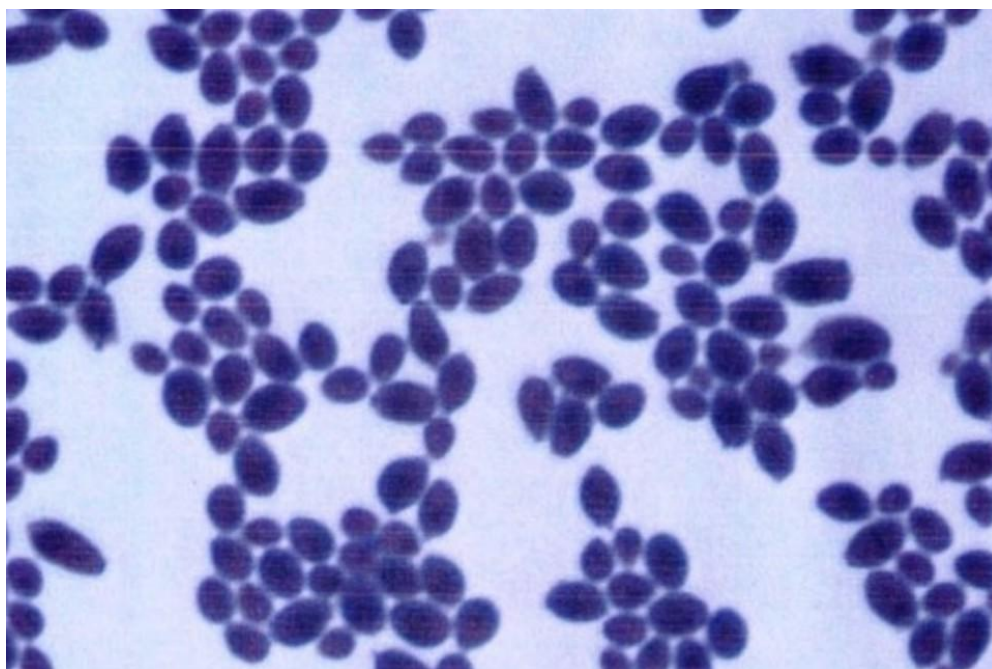


Рисунок 5.5.
Дрожжи *Candida*

Из других родов дрожжей наибольшее значение имеют два: торулопсис (*Torulopsis*) и кандида (*Candida*), которые широко распространены

в природе, не способны вызвать спиртовое брожение, но вызывают порчу пищевых продуктов, а дрожжи рода кандиды имеют к тому же патогенные формы, вызывающие кандидозы слизистой оболочки полости рта, особенно у детей.

Дрожжи рода *Torulopsis* имеют клетки округлой или овальной формы. Эти дрожжи вызывают лишь слабое спиртовое брожение. Отдельные виды этих дрожжей используют при производстве кумыса и кефира.

Дрожжи рода *Candida* имеют имеют клетки вытянутой, цилиндрической формы, иногда образуют примитивный мицелий. Есть виды, которые могут окислять сахар и этиловый спирт в органические кислоты и являются вредителями при производстве вин, пива, пекарских дрожжей. Они вызывают также порчу квашеных овощей, безалкогольных напитков и многих других пищевых продуктов.

Некоторые виды дрожжей рода кандиды использовались в животноводстве и птицеводстве для производства кормового белка, богатого витаминами.

ГЛАВА 6

ХИМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА, БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ФЕРМЕНТЫ БАКТЕРИЙ

Клетка- универсальная единица живой материи. По химическому составу существенных отличий прокариотических и эукариотических клеток нет.

Химические элементы, входящие в состав живой материи, можно разделить на три основные группы.

1. Биогенные химические элементы (С, О, N, H). На их долю приходится 95% сухого остатка, в т.ч. 50%- С, 20%- О, 15%- N, 10%- H).

2. Макроэлементы- P, S, Cl, K, Mg, Ca, Na. На них приходится около 5 %.

3. Микроэлементы- Fe, Cu, I, Co, Mo и др. На них приходятся доли процента, однако они имеют важное значение в обменных процессах.

Химические элементы входят в состав различных веществ- воды, белков, липидов, нейтральных жиров, углеводов, нуклеиновых кислот. Синтез соединений контролируется генами. Многие вещества бактериальная клетка может получать извне- из окружающей среды или организма хозяина.

Вода составляет от 70 до 90 % биомассы. Содержание воды больше у капсульных бактерий, меньше всего- в спорах.

Белки встречаются во всех структурных элементах клетки. Белки могут быть более простые (протеины) и сложные (протеиды), в чистом виде или в комплексе с липидами, сахарами. Выделяют структурные (структурообразующие) и функциональные (регуляторные) белки, к последним относятся ферменты.

В состав белков входят как обычные для эукариотов аминокислоты, так и оригинальные- диаминопимелиновая, D-аланин, D-глутанин, входящие в состав пептидогликанов и капсул некоторых бактерий. Только в спорах находится дипиколиновая кислота, с которой связана высокая резистентность спор. Жгутики построены из белка флагеллина, обладающего сократительной способностью и выраженными антигенными свойствами. Пили (ворсинки) содержат особый белок- пилин.

Пептидную природу имеют капсулы представителей рода *Bacillus*, возбудителя чумы, поверхностные антигены ряда бактерий, в том числе

стафилококков и стрептококков. Белок А - специфический белок *S.aureus* - фактор, обуславливающий ряд свойств этого возбудителя. Белок М - специфический белок гемолитических стрептококков серогруппы А, позволяющий дифференцировать серовары (около 100), что имеет эпидемиологическое значение.

Ряд белков содержит наружная мембрана грамотрицательных бактерий, из которых 3 - 4 мажорных (основных) и более 10- второстепенных, выполняющих различные функции. Среди мажорных белков - порины, образующие диффузные поры, через которые в клетку могут проникать мелкие гидрофильные молекулы.

Белки входят в состав пептидогликана- биополимера, составляющего основу бактериальной клеточной стенки.

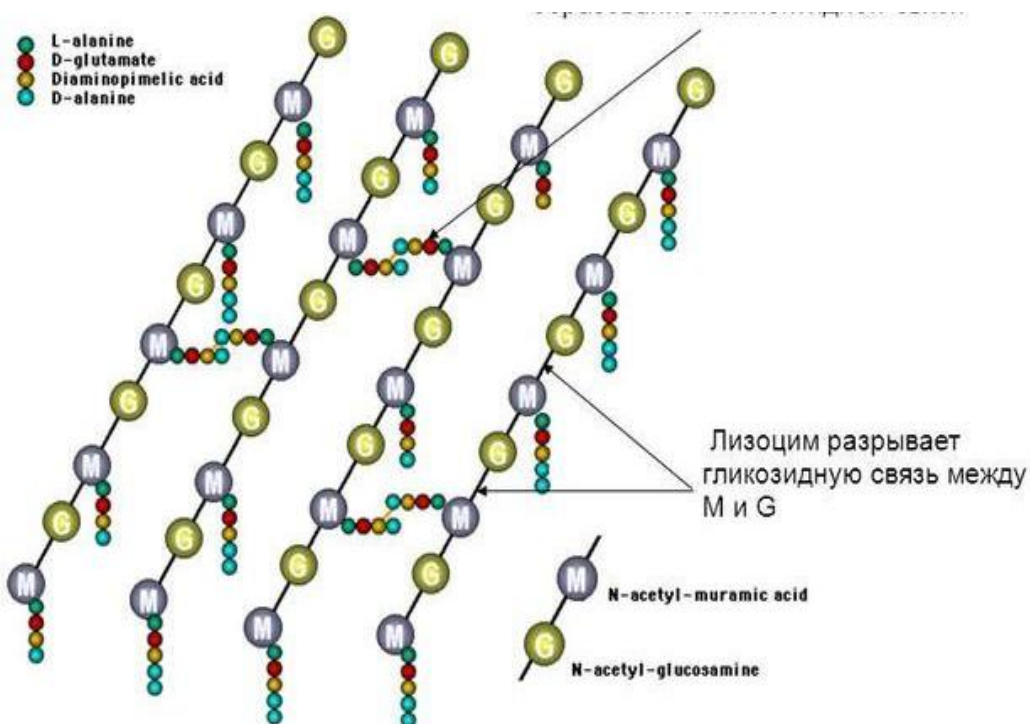


Рисунок 6.1. Пептидогликан Грам - бактерий

Он состоит из остова (чередующиеся молекулы двух аминосахаров) и двух наборов пептидных цепочек- боковых и поперечных. Наличие двух типов связей- гликозидных (между аминосахарами) и пептидных, которые соединяют субъединицы пептидогликанов, придают этому гетерополимеру структуру молекулярной сети. Пептидогликан- наиболее устойчивое соединение, которое образует ригидную мешковидную макромолекулу, определяющую постоянную форму бактерий и ряд их свойств.

1. Пептидогликан содержит родо- и видоспецифические антигенные детерминанты.

2. Он запускает классический и альтернативный пути активации системы комплемента.

3. Пептидогликан тормозит фагоцитарную активность и миграцию макрофагов.

4. Он способен инициировать развитие гиперчувствительности замедленного типа (ГЗТ).

5. Пептидогликан обладает противоопухолевым действием.

6. Он оказывает пирогенное действие, т.е. вызывает лихорадку.

Из соединений белков с небелковыми компонентами наибольшее значение имеют липопротеиды, гликопротеиды и нуклеопротеиды.

Удивительное таинство жизни- синтез белка осуществляется в рибосомах. Существует два основных типа рибосом - 70S (S- константа седиментации, единица Сведберга) и 80S. Рибосомы первого типа встречаются только у прокариотов. Антибиотики не действуют на синтез белка в рибосомах типа 80S, распространенных у эукариотов.

Липиды (главным образом фосфолипиды) содержатся в цитоплазматической мембране (липидный бислой), в также в наружной мембране грамотрицательных бактерий. Есть микроорганизмы, содержащие большое количество липидов (до 40% сухого остатка)- микобактерии. В состав липидов входят различные жирные кислоты, весьма специфичные для разных групп микроорганизмов. Их определение имеет в ряде случаев диагностическое значение, например, у анаэробов, микобактерий.

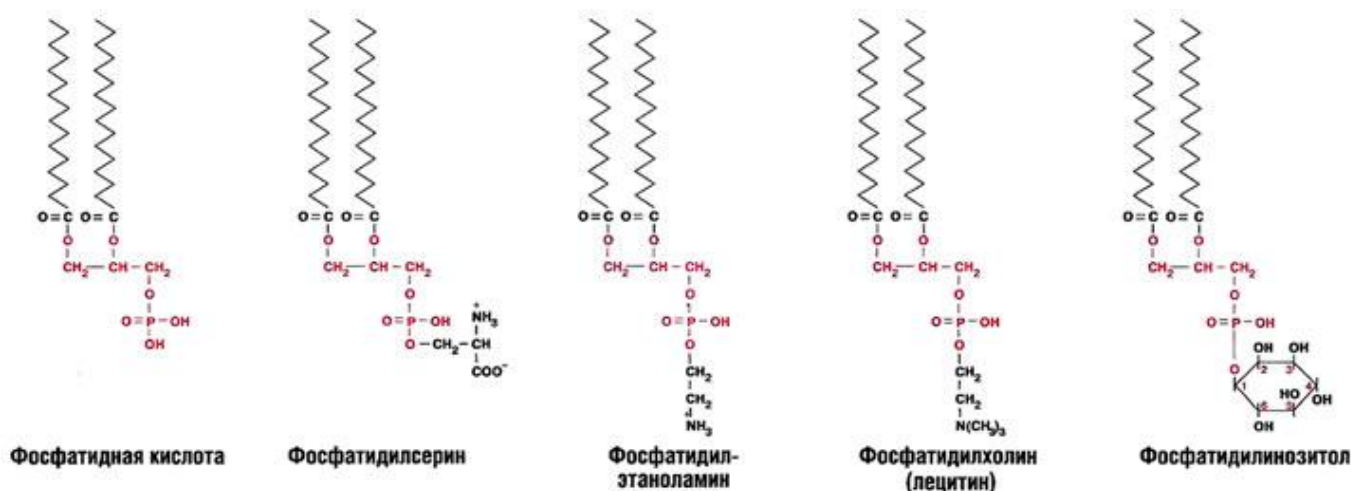


Рисунок 6.2. Структура фосфолипидов

У микобактерий туберкулеза в составе липидов имеется ряд кислотостойких жирных кислот- фтионовая, миколовая и др. Высокое со-

держание липидов и их состав определяют многие свойства микобактерий туберкулеза:

- устойчивость к кислотам, щелочам и спиртам;
- трудная окрашиваемость красителями (используют специальные методы окраски, чаще- по Цилю- Нильсену);
- устойчивость возбудителя к солнечной радиации и дезосредствам;
- патогенность.

Тейхоевые кислоты встречаются в клеточных стенках грамположительных бактерий. Представляют собой водорастворимые линейные полимеры, содержащие остатки глицерина или рибозы, связанные фосфодиэфирными связями. С тейхоевыми кислотами связаны главные поверхностные антигены ряда грамположительных бактерий.

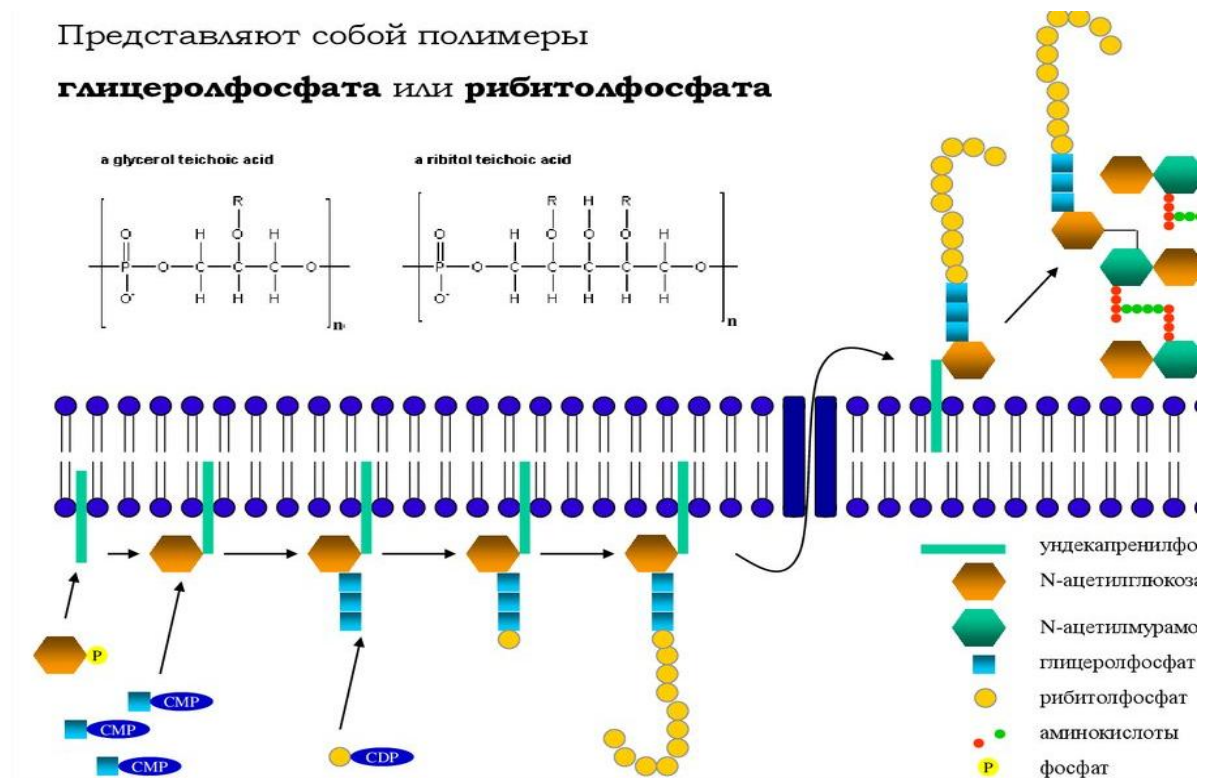


Рисунок 6.3. Структура тейхоевых кислот

Углеводы встречаются чаще в виде полисахаридов, которые могут быть экзо- и эндоклеточными. Среди экзоклеточных полисахаридов выделяют каркасные (входят в состав капсул) и истинно экзополисахариды (выходят во внешнюю среду). Среди бактериальных полисахаридов многие находят медицинское применение. Декстраны- полисахариды с большой молекулярной массой, по виду напоминают слизь. 6% раствор- кровезаменитель полиглюкин. Декстрановый

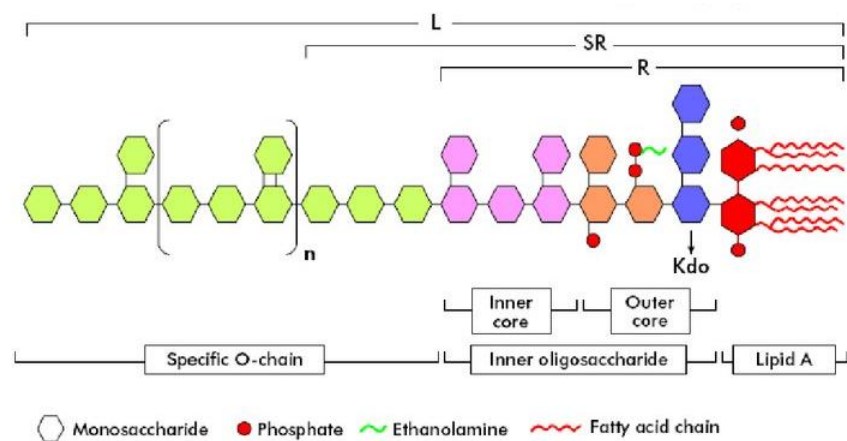
гель сефадексиспользуется в колоночной хроматографии как молекулярное сито. Эндоклеточные полисахариды- запасные питательные вещества клетки (крахмал, гликоген и др.).

Липополисахарид (ЛПС) - один из основных компонентов клеточной стенки грамотрицательных бактерий, это соединение липида с полисахаридом. ЛПС состоит из комплекса: 1. Липид А.

2. Одинаковое для всех грамотрицательных бактерий полисахаридное ядро.

3. Терминальная сахаридная цепочка (О- специфическая боковая цепь).

Синонимы ЛПС- эндотоксин, О- антиген.



ЛПС можно разделить на 3 фрагмента:

Липид А, является эндотоксином и содержит 2 ацилированных остатка глюкозо-N-ацетилфосфата

Сердцевинный компонент состоит из кето-дезоксиктоновой к-ты, гептоз и нейтральных сахаров, например галактозы.

Наружная О-цепочка (О-АГ) состоит из последовательностей сахаров (от 2 до 8) повторяющихся многократно.

Рисунок 6.4 Структура липополисахарида

ЛПС выполняет две основные функции- определяет антигенную специфичность и является одним из основных факторов патогенности. Это- эндотоксин, токсические свойства которого проявляются преимущественно при разрушении бактериальных клеток. Его токсичность определяется липидом А. ЛПС запускает синтез более 20 биологически активных веществ, определяющих патогенез эндотоксикоза, обладает пирогенным действием.

Нуклеиновые кислоты- ДНК и РНК. Рибонуклеиновые кислоты (РНК) находятся главным образом в рибосомах (р-РНК- 80- 85%), т(транспортные)- РНК- 10%, м(матричные)- РНК- 1- 2%, главным образом

в одноцепочечной форме. ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) может находиться в ядерном аппарате (хромосомная ДНК) или в цитоплазме в специализированных образованиях- плаزمидах- плазмидная (внехромосомная) ДНК. Микроорганизмы отличаются по структуре нуклеиновых кислот, содержанию азотистых оснований. Генетический код состоит всего из четырех букв (оснований) - А (аденин), Т (тимин), Г (гуанин) и Ц (цитозин). Наиболее часто для характеристики микроорганизмов используют как таксономический признак процентное соотношение Г/Ц, которое существенно отличается у различных групп микроорганизмов.

Микроорганизмы синтезируют различные ферменты- специфические белковые катализаторы. У бактерий обнаружены ферменты 6 основных классов.

- 1.Оксидоредуктазы- катализируют окислительно- восстановительные реакции.
- 2.Трансферазы- осуществляют реакции переноса групп атомов.
- 3.Гидролазы- осуществляют гидролитическое расщепление различных соединений.
- 4.Лиазы- катализируют реакции отщепления от субстрата химической группы негидролитическим путем с образованием двойной связи или присоединения химической группы к двойным связям.
- 5.Лигазы или синтетазы- обеспечивают соединение двух молекул, сопряженное с расщеплением пиродифосфатной связи в молекуле АТФ или аналогичного трифосфата.
- 6.Изомеразы - определяют пространственное расположение групп элементов.

В соответствии с механизмами генетического контроля у бактерий выделяют три группы ферментов:

- конститутивные, синтез которых происходит постоянно;
- индуцибельные, синтез которых индуцируется наличием субстрата;
- репрессибельные, синтез которых подавляется избытком продукта реакции.

Ферменты бактерий делят на экзо- и эндоферменты. Экзоферменты выделяются во внешнюю среду, осуществляют процессы расщепления высокомолекулярных органических соединений. Способность к образова-

нию экзоферментов во многом определяет инвазивность бактерий- способность проникать через слизистые, соединительнотканые и другие тканевые барьеры.

Примеры: гиалуронидаза расщепляет гиалуроновую кислоту, входящую в состав межклеточного вещества, что повышает проницаемость тканей (клостридии, стрептококки, стафилококки и многие другие микроорганизмы); нейраминидаза облегчает преодоление слоя слизи, проникновение внутрь клеток и распространение в межклеточном пространстве (холерный вибрион, дифтерийная палочка, вирус гриппа и многие другие). К этой же группе относятся энзимы, разлагающие антибиотики.

В бактериологии для дифференциации микроорганизмов по биохимическим свойствам основное значение часто имеют конечные продукты и результаты действия ферментов. В соответствии с этим существует микробиологическая (рабочая) классификация ферментов.

- 1.Сахаролитические.
- 2.Протеолитические.
- 3.Аутолитические.
- 4.Окислительно- восстановительные.
- 5.Ферменты патогенности (вирулентности).

Ферментный состав клетки определяется геномом и является достаточно постоянным признаком. Знание биохимических свойств микроорганизмов позволяет идентифицировать их по набору ферментов. Основные продукты ферментирования углеводов и белков- кислота, газ, индол, сероводород, хотя реальный спектр для различных микроорганизмов намного более обширный.

Основные ферменты вирулентности- гиалуронидаза, плазмокоагулаза, лецитиназа, нейраминидаза, ДНК-аза. Определение ферментов патогенности имеет значение при идентификации ряда микроорганизмов и выявления их роли в патологии.

Ряд ферментов микроорганизмов широко используется в медицине и биологии для получения различных веществ (аутолитические, протеолитические), в генной инженерии (рестриктазы, лигазы).

ГЛАВА 7

ФИЗИОЛОГИЯ И МЕТАБОЛИЗМ МИКРООРГАНИЗМОВ

Для роста и размножения микроорганизмы нуждаются в веществах, используемых для построения структурных компонентов клетки и получения энергии. Метаболизм (т.е. обмен веществ и энергии) имеет две составляющих- анаболизм и катаболизм. Анаболизм- синтез компонентов клетки (конструктивный обмен). Катаболизм- энергетический обмен, связан с окислительно- восстановительными реакциями, расщеплением глюкозы и других органических соединений, синтезом АТФ. Питательные вещества могут поступать в клетку в растворимом виде (это характерно для прокариот)- осмотрофы, или в виде отдельных частиц- фаготрофы.

Основным регулятором поступления веществ в бактериальную клетку является цитоплазматическая мембрана. Существует четыре основных механизма поступления веществ: -пассивная диффузия- по градиенту концентрации, энергонезатратная, не имеющая субстратной специфичности;

- облегченная диффузия- по градиенту концентрации, субстрат-специфичная, энергонезатратная, осуществляется при участии специализированных белков пермеаз;

- активный транспорт- против градиента концентрации, субстрат-специфичен (специальные связывающие белки в комплексе с пермеазами), энергозатратный (за счет АТФ), вещества поступают в клетку в химически неизменном виде;

- транслокация (перенос групп)- против градиента концентрации, с помощью фосфотрансферной системы, энергозатратна, вещества (преимущественно сахара) поступают в клетку в фосфорилированном виде.

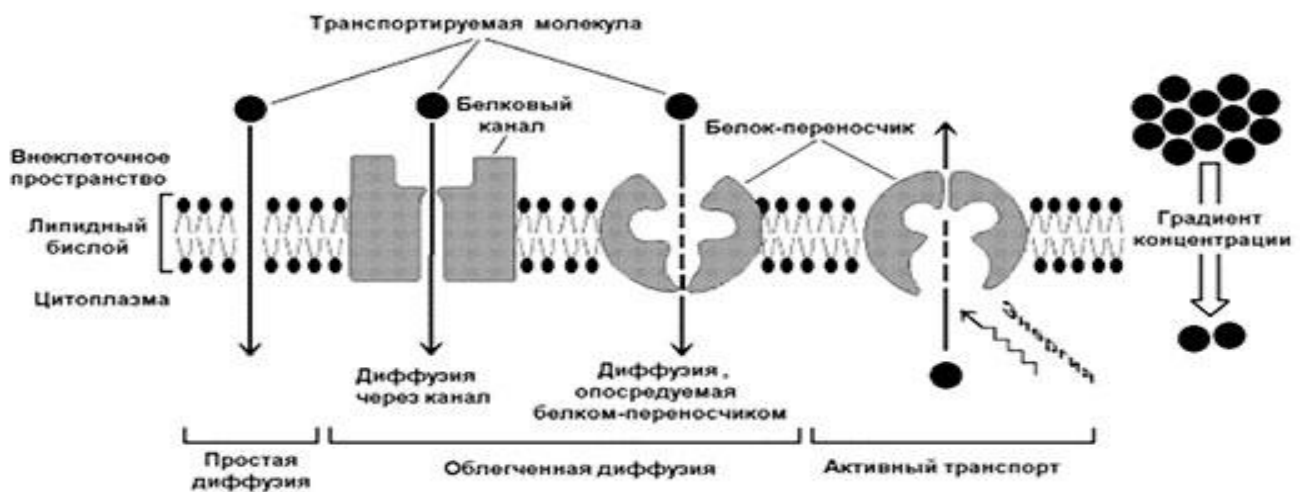


Рисунок 7.1. Основные механизмы транспорта веществ через цитоплазматическую мембрану.

Основные химические элементы- органоены, необходимые для синтеза органических соединений- углерод, азот, водород, кислород.

В зависимости от источника потребляемого углерода микробы подразделяют на аутотрофы (используют CO_2) и гетеротрофы (используют готовые органические соединения).

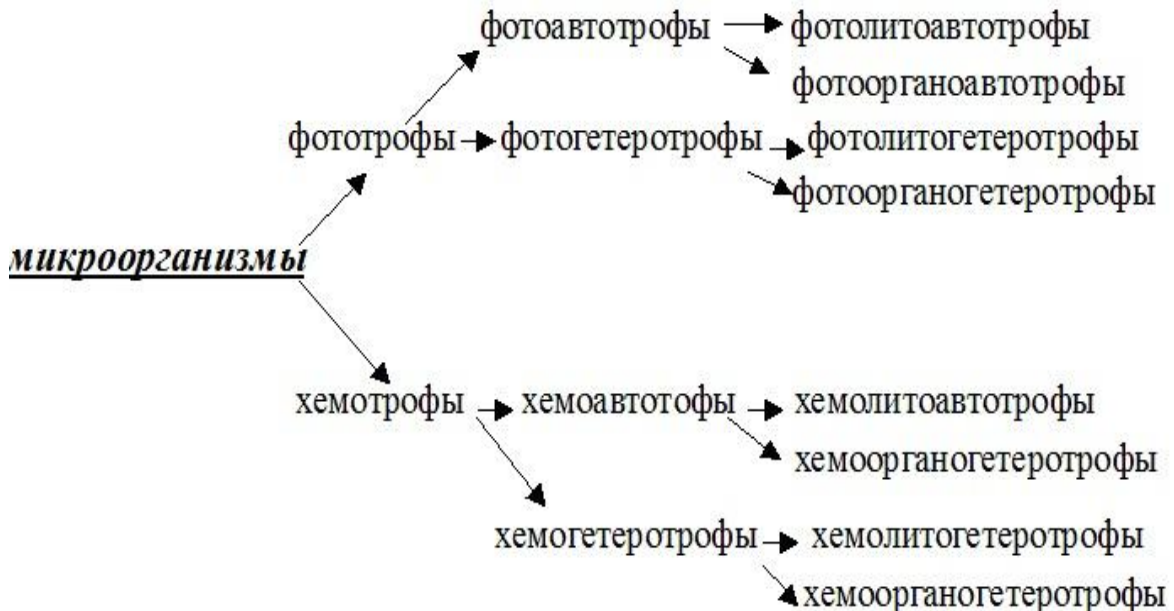


Рисунок 7.2. Классификация микроорганизмов по типу питания

В зависимости от источника энергии микроорганизмы делят на фототрофы (энергию получают за счет фотосинтеза- например, цианобактерии) и хемотрофы (энергия добывается за счет химических, окислительно- восстановительных реакций). Если при этом донорами электронов являются неорганические соединения, то это литотрофы, если органические- органотрофы. Если бактериальная клетка в состоянии синтезировать все необходимые для жизнедеятельности вещества, то это прототрофы. Если бактерии нуждаются в дополнительных веществах (факторах роста), то это ауксотрофы. Основными факторами роста для труднокультивируемых бактерий являются пуриновые и пиримидиновые основания, витамины, некоторые (обычно незаменимые) аминокислоты, кровяные факторы (гемин) и др.

Дыхание микроорганизмов.

Путем дыхания микроорганизмы добывают энергию. Дыхание- биологический процесс переноса электронов через дыхательную цепь от доноров к акцепторам с образованием АТФ. В зависимости от того, что является конечным акцептором электронов, выделяют аэробное и ана-

эробное дыхание. При аэробном дыхании конечным акцептором электронов является молекулярный кислород (O_2), при анаэробном- связанный кислород ($-NO_3$, $=SO_4$, $=SO_3$).

По типу дыхания выделяют четыре группы микроорганизмов.

1.Облигатные (строгие) аэробы. Им необходим молекулярный (атмосферный) кислород для дыхания.

2.Микроаэрофилы нуждаются в уменьшенной концентрации (низком парциальном давлении) свободного кислорода. Для создания этих условий в газовую смесь для культивирования обычно добавляют CO_2 , например, до 10- процентной концентрации.

3.Факультативные анаэробы могут потреблять глюкозу и размножаться в аэробных и анаэробных условиях. Среди них имеются микроорганизмы, толерантные к относительно высоким (близких к атмосферным) концентрациям молекулярного кислорода - т.е. аэротолерантные, а также микроорганизмы, которые способны в определенных условиях переключаться с анаэробного на аэробное дыхание.

4.Строгие анаэробы размножаются только в анаэробных условиях т.е. при очень низких концентрациях молекулярного кислорода, который в больших концентрациях для них губителен. Биохимически анаэробное дыхание протекает по типу бродильных процессов, молекулярный кислород при этом не используется.

Аэробное дыхание энергетически более эффективно (синтезируется большее количество АТФ).

В процессе аэробного дыхания образуются токсические продукты окисления (H_2O_2 - перекись водорода, $-O_2$ - свободные кислородные радикалы), от которых защищают специфические ферменты, прежде всего каталаза, пероксидаза, пероксиддисмутаза. У анаэробов эти ферменты отсутствуют, также как и система регуляции окислительно- восстановительного потенциала (rH_2).

Основные методы создания анаэробных условий для культивирования микроорганизмов.

1.Физический- откачивание воздуха, введение специальной газовой безкислородной смеси (чаще- N_2 - 85%, CO_2 - 10%, H_2 - 5%).

2.Химический- применяют химические поглотители кислорода.

3. Биологический- совместное культивирование строгих аэробов и анаэробов (аэробы поглощают кислород и создают условия для размножения анаэробов).

4. Смешанный- используют несколько разных подходов.

Необходимо отметить, что создание оптимальных условий для строгих анаэробов- очень сложная задача. Очень непросто обеспечить постоянное поддержание бескислородных условий культивирования, необходимы специальные среды без содержания растворенного кислорода, поддержание необходимого окислительно- восстановительного потенциала питательных сред, взятие и доставка, посев материала в анаэробных условиях.

Существует ряд приемов, обеспечивающих более подходящие условия для анаэробов- предварительное кипячение питательных сред, посев в глубокий столбик агара, заливка сред вазелиновым маслом для сокращения доступа кислорода, использование герметически закрывающихся флаконов и пробирок, шприцев и лабораторной посуды с инертным газом, использование плотно закрывающихся эксикаторов с горящей свечой. Используются специальные приборы для создания анаэробных условий- анаэростаты. Однако в настоящее время наиболее простым и эффективным оборудованием для создания анаэробных и микроаэрофильных условий является система “Газпак” со специальными газорегенерирующими пакетами, действующими по принципу вытеснения атмосферного воздуха газовыми смесями в герметически закрытых емкостях.

Основные принципы культивирования микроорганизмов на питательных средах.

1. Использование всех необходимых для соответствующих микробов питательных компонентов.

2. Оптимальные температура, рН, rH_2 , концентрация ионов, степень насыщения кислородом, газовый состав и давление.

Микроорганизмы культивируют на питательных средах при оптимальной температуре в термостатах, обеспечивающих условия инкубации.

По температурному оптимуму роста выделяют три основные группы микроорганизмов.

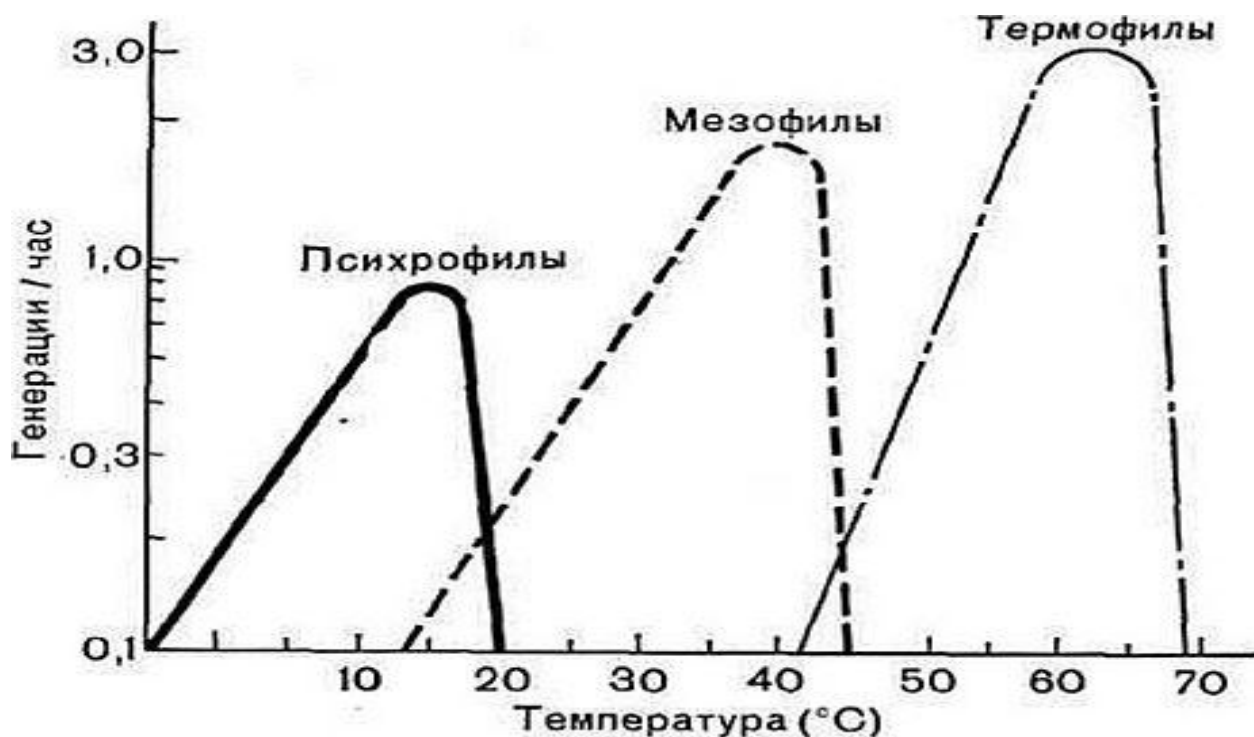


Рисунок 7.3. Рост психрофилов, мезофилов и термофилов при различных температурах

температурах

1. Психрофилы- растут при температурах ниже +20 градусов Цельсия.

2. Мезофилы- растут в диапазоне температур от 20 до 45 градусов (часто оптимум- при 37 градусах C).

3. Термофилы- растут при температурах выше плюс 45 градусов.

Краткая характеристика питательных сред.

По консистенции выделяют жидкие, плотные (1,5- 3% агара) и полужидкие (0,3- 0,7 % агара) среды.

Агар- полисахарид сложного состава из морских водорослей, основной отвердитель для плотных (твердых) сред. В качестве универсального источника углерода и азота применяют пептоны- продукты ферментации белков пепсином, различные гидролизаты- мясной, рыбный, казеиновый, дрожжевой и др.

По назначению среды разделяют на ряд групп:

- универсальные (простые), пригодные для различных нетребовательных микроорганизмов (мясо- пептонный бульон- МПБ, мясо- пептонный агар- МПА);

- специальные- среды для микроорганизмов, не растущих на универсальных средах (среда Мак- Коя на туляремию, среда Левенштейна- Йенсена для возбудителя туберкулеза);
- дифференциально- диагностические- для дифференциации микроорганизмов по ферментативной активности и культуральным свойствам (среды Эндо, Плоскирева, Левина, Гисса);
- селективные (элективные)- для выделения определенных видов микроорганизмов и подавления роста сопутствующих- пептонная вода, селени- товая среда, среда Мюллера.

По происхождению среды делят на естественные, полусинтетические и синтетические.

Рост и размножение микроорганизмов.

Бактериальные клетки размножаются в результате деления. Основные стадии размножения микробов в жидкой среде в стационарных условиях:

- лаг- фаза (начальная стадия адаптации с медленным темпом прироста биомассы бактерий);
- экспоненциальная (геометрического роста) фаза с резким ростом численности популяции микроорганизмов (2^n в степени n);
- стационарная фаза (фаза равновесия размножения и гибели микробных клеток);
- стадия гибели - уменьшение численности популяции в связи с уменьшением и отсутствием условий для размножения микроорганизмов (дефицит питательных веществ, изменение pH, гН_2 , концентрации ионов и других условий культивирования).

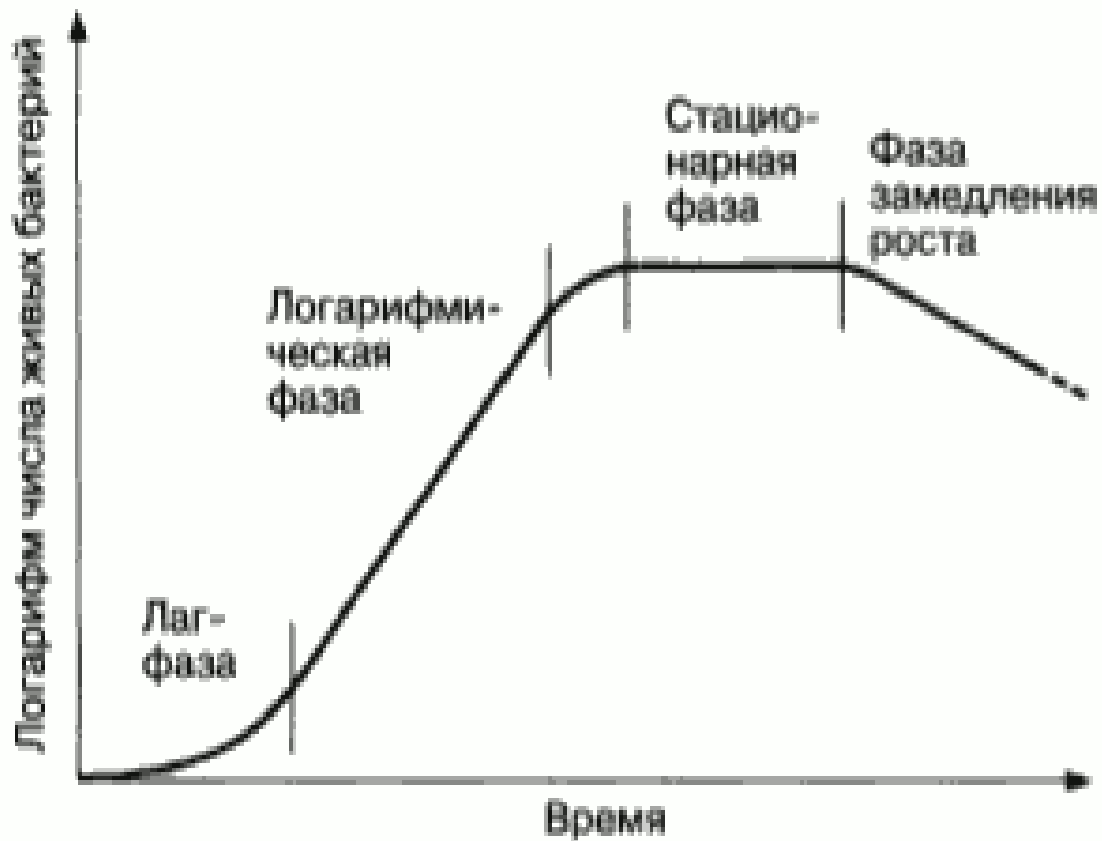


Рисунок 7.4. Характер роста микроорганизмов.

Данная динамика характерна для периодических культур с постепенным истощением запаса питательных веществ и накоплением метаболитов.

Если в питательной среде создают условия для поддержания микробной популяции в экспоненциальной фазе- это хеостатные (непрерывные) культуры.

Характер роста бактерий на плотных и жидких питательных средах: сплошной рост, образование колоний, осадок, пленка, помутнение.

Чистая культура- популяция одного вида микроорганизмов.

Основные принципы получения чистых культур: механическое разобщение, рассев, серийные разведения, использование селективных сред, особых условий культивирования (с учетом устойчивости некоторых микробов к определенным температурам, кислотам, щелочам, парциальному давлению кислорода, рН и мн.др).

ГЛАВА 8 ГЕНЕТИКА БАКТЕРИЙ

Молекулярная биология, изучающая фундаментальные основы жизни, является в значительной степени детищем микробиологии. В качестве основных объектов изучения в ней используют вирусы и бактерии, а основное направление- молекулярная генетика основана на генетике бактерий и фагов.

Бактерии- удобный материал для генетики. Их отличает:

- относительная простота генома (сопокупности нуклеотидов хромосом);
- гаплоидность (один набор генов), исключая доминантность признаков;
- различные интегрированные в хромосомы и обособленные фрагменты ДНК;
- половая дифференциация в виде донорских и реципиентных клеток;
- легкость культивирования, быстрота накопления биомасс.

Общие представления о генетике.

Ген- уникальная структурная единица наследственности, носитель и хранитель жизни. Он имеет три фундаментальные функции.

1. Непрерывность наследственности- обеспечивается механизмом репликации ДНК.

2. Управление структурами и функциями организма - обеспечивается с помощью единого генетического кода из четырех оснований (А- аденин, Т- тимин, Г- гуанин, Ц- цитозин). Код триплетный, поскольку кодон- функциональная единица, кодирующая аминокислоту, состоит из трех оснований (букв).

3. Эволюция организмов- благодаря мутациям и генетическим комбинациям.

В узкоспециальном плане ген чаще всего представляет структурную единицу ДНК, расположение кодонов в которой детерминирует первичную структуру соответствующей полипептидной цепи (белка). Хромосома состоит из особых функциональных единиц- оперонов.

Основные этапы развития (усложнения) генетической системы можно представить в виде следующей схемы:

кодон ген оперон геном вирусов и плазмид хромосома прокариот (нуклеоид) хромосомы эукариот (ядро).

Генетический материал бактерий.

1. Ядерные структуры бактерий- хроматиновые тельца или нуклеоиды (хромосомная ДНК). У бактерий одна замкнутая кольцевидная хромосома (до 4 тысяч отдельных генов). Бактериальная клетка гаплоидна, а удвоение хромосомы (репликация ДНК) сопровождается делением клетки. Вегетативная репликация хромосомной (и плазмидной) ДНК обуславливает передачу генетической информации по вертикали- от родительской клетки- к дочерней. Передача генетической информации по горизонтали осуществляется различными механизмами- в результате конъюгации, трансдукции, трансформации, сексдукции.

2. Внехромосомные молекулы ДНК представлены плазмидами, мигрирующими генетическими элементами- транспозонами и инсерционными (вставочными) или IS- последовательностями.

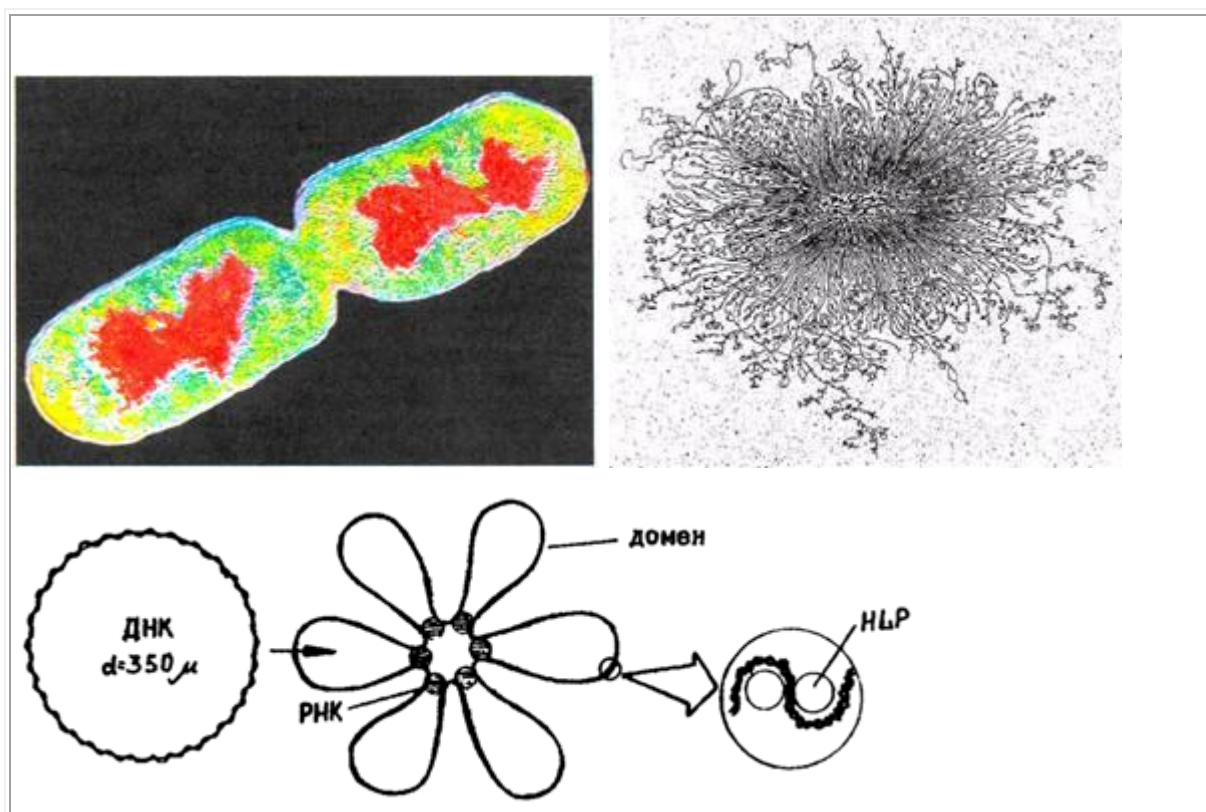


Рисунок 8.1. Бактериальный геном и схема уровней его компактизации.

Плазмиды- экстрахромосомный генетический материал (ДНК), более просто устроенные по сравнению с вирусами организмы, наделяющие бактерии дополнительными полезными свойствами. По молеку-

лярной массе плазмиды значительно меньше хромосомной ДНК, содержат от 40 до 50 генов.

Их объединение в одно царство жизни с вирусами связано с наличием ряда общих свойств- отсутствием собственных систем мобилизации энергии и синтеза белка, саморепликацией генома, абсолютным внутриклеточным паразитизмом.

Их выделение в отдельный класс определяется существенными отличиями от вирусов.

1.Среда их обитания- только бактерии (среди вирусов, кроме вирусов бактерий- бактериофагов имеются вирусы растений и животных).

2.Плазмиды сосуществуют с бактериями, наделяя их дополнительными свойствами. У вирусов эти свойства могут быть только у умеренных фагов при лизогении бактерий, чаще же всего вирусы вызывают отрицательные последствия, лизис клеток.

3.Геном представлен двунитевой ДНК.

4.Плазмиды представляют собой “голые” геномы, не имеющие никакой оболочки, их репликация не требует синтеза структурных белков и процессов самосборки.

Плазмиды могут распространяться по вертикали (при клеточном делении) и по горизонтали, прежде всего путем конъюгационного переноса. В зависимости от наличия или отсутствия механизма самопереноса (его контролируют гены *tra*- оперона) выделяют конъюгативные и неконъюгативные плазмиды. Плазмиды могут встраиваться в хромосому бактерий- интегративные плазмиды или находиться в виде отдельной структуры- автономные плазмиды (эписомы).

Классификация и биологическая роль плазмид.

Функциональная классификация плазмид основана на свойствах, которыми они наделяют бактерии. Среди них- способность продуцировать экзотоксины и ферменты, устойчивость к лекарственным препаратам, синтез бактериоцинов.

Основные категории плазмид.

1.F- плазмиды - донорские функции, индуцируют деление (от fertility - плодовитость). Интегрированные F - плазмиды- Hfr- плазмиды (высокой частоты рекомбинаций).

2.R- плазмиды (resistance) - устойчивость к лекарственным препаратам.

3.Col- плазмиды- синтез колицинов (бактериоцинов)- факторов конкуренции близкородственных бактерий (антогонизм). На этом свойстве основано колицинотипирование штаммов.

4.Hly- плазмиды- синтез гемолизинов.

5.Ent- плазмиды- синтез энтеротоксинов.

6.Tox- плазмиды- токсинообразование.

Близкородственные плазмиды не способны стабильно сосуществовать, что позволило объединить их по степени родства в Inc- группы (incompatibility- несовместимость).

Биологическая роль плазмид многообразна, в том числе:

- контроль генетического обмена бактерий;
- контроль синтеза факторов патогенности;
- совершенствование защиты бактерий.

- Col – продукция колицинов
 - Hly – продукция гемолизинов
 - Tol – расщепление толлуола, ксилола
 - Ent – продукция энтеротоксина
 - Nif – связывание азота у *K. pneumoniae*
 - Ti – образование опухолей у растений
- Плазмиды деградации:
- Cam – расщепление камфоры
 - Oct - расщепление октана
 - Sal - расщепление салицина

Рисунок 8.2. Виды плазмид.

Бактерии для плазмид- среда обитания, плазмиды для них- переносимые между ними дополнительные геномы с наборами генов, благоприятствующих сохранению бактерий в природе.

Мигрирующие генетические элементы - отдельные участки ДНК, способные определять свой перенос между хромосомами или хромосомой и плазмидой с помощью фермента рекомбинации транспозазы. Простейшим их типом являются инсерционные последовательности (IS- элементы) или вставочные элементы, несущие только один ген транспозазы, с

помощью которой IS- элементы могут встраиваться в различные участки хромосомы. Их функции- координация взаимодействия плазмид, умеренных фагов, транспозонов и генофора для обеспечения репродукции, регуляция активности генов, индукция мутаций. Величина IS- элементов не превышает 1500 пар оснований.

Транспозоны (Tn- элементы) включают до 25 тысяч пар нуклеотидов, содержат фрагмент ДНК, несущий специфические гены, и два Is-элемента. Каждый транспозон содержит гены, приносящие важные для бактерии характеристики, как и плазмиды (множественная устойчивость к антибиотикам, токсинообразование и т.д.). Транспозоны- самоинтегрирующиеся фрагменты ДНК, могут встраиваться и перемещаться среди хромосом, плазмид, умеренных фагов, т.е. обладают потенциальной способностью распространяться среди различных видов бактерий.



- Фрагменты ДНК, состоящие из генов, кодирующих транспозицию (перемещение) и признаки;
- Способны мигрировать по хромосоме, из хромосомы в плазмиды, ДНК умеренных фагов;
- Реплицируются только в составе хромосомы;
- Выполняют регуляторную и кодирующую функции.

Рисунок 8.3. Транспозоны (Tn) – мобильные генетические элементы.

Понятие о генотипе и фенотипе.

Генотип- вся совокупность имеющихся у организма генов.

Фенотип- совокупность реализованных (т.е. внешних) генетически детерминированных признаков, т.е. индивидуальное (в определенных условиях внешней среды) проявление генотипа. При изменении условий существования фенотип бактерий изменяется при сохранении генотипа.

Изменчивость у бактерий может быть ненаследуемой (модификационной) и генотипической (мутации, рекомбинации).

Временные, наследственно не закрепленные изменения, возникающие как адаптивные реакции бактерий на изменения окружающей среды, называются модификациями (чаще - морфологические и биохимические модификации). После устранения причины бактерии реверсируют к исходному фенотипу.

Стандартное проявление модификации- распределение однородной популяции на две или более двух типов- диссоциация. Пример- характер роста на питательных средах: S- (гладкие) колонии, R- (шероховатые) колонии, M- (мукоидные, слизистые) колонии, D- (карликовые) колонии. Диссоциация протекает обычно в направлении S R. Диссоциация сопровождается изменениями биохимических, морфологических, антигенных и вирулентных свойств возбудителей.

Мутации- скачкообразные изменения наследственного признака. Могут быть спонтанные и индуцированные, генные (изменения одного гена) и хромосомные (изменения двух или более двух участков хромосомы).

Одновременно у бактерий имеются различные механизмы репарации мутаций, в том числе с использованием ферментов- эндонуклеаз, лигаз, ДНК- полимеразы.

Генетические рекомбинации- изменчивость, связанная с обменом генетической информацией. Генетические рекомбинации могут осуществляться путем трансформации, трансдукции, конъюгации, слияния протопластов.

1.Трансформация- захват и поглощение фрагментов чужой ДНК и образование на этой основе рекомбинанта.

2.Трансдукция- перенос генетического материала фагами (умеренными фагами- специфическая трансдукция).

3.Конъюгация- при непосредственном контакте клеток. Контролируется tra (transfer) опероном. Главную роль играют конъюгативные F-плазмиды.

Генетика вирусов.

Геном вирусов содержит или РНК, или ДНК (РНК- и ДНК- вирусы соответственно). Выделяют позитивную (+) РНК, обладающую матричной активностью и соответственно- инфекционными свойствами, и негативную (-) РНК, не проявляющую инфекционные свойства, которая для воспроизводства должна транскрибироваться (превращаться) в +РНК. Механизмы репродукции различных вирусов очень сложные и существ-

венно отличаются. Основные их схематические варианты представлены ниже.

1. вирионная (матричная) +РНК комплементарная -РНК (в рибосомах) вирионная +РНК.

2. - РНК вирусная (информационная) +РНК - РНК (формируется на геноме зараженной клетки).

3. однонитевая ДНК.

4. ретровирусная однонитевая РНК.

5. двунитевая ДНК: разделение нитей ДНК и формирование на каждой комплементарной нити ДНК.

Генофонд вирусов создается и пополняется из четырех основных источников:

двух внутренних (мутации, рекомбинации) и двух внешних (включение в геном генетического материала клетки хозяина, поток генов из других вирусных популяций).

Комплементация- функциональное взаимодействие двух дефектных вирусов, способствующее их репликации и горизонтальной передаче.

Фенотипическое смешивание- при заражении клетки близкородственными вирусами с образованием вирионов с гибридными капсидами, кодируемыми геномами двух вирусов.

Популяционная изменчивость вирусов связана с двумя разнонаправленными процессами - мутациями и селекцией, связанными с внешней средой как индуктором мутаций и фактором стабилизирующего отбора. Гетерогенность вирусных популяций- адаптационный генетический механизм, способствующий пластичности (устойчивости, приспособляемости) популяций, фактор эволюции и сохранения видов во внешней среде.

Генофонд вирусных популяций сохраняется за счет нескольких механизмов:

- восстановления изменчивости за счет мутаций;
- резервирующих механизмов (возможность перехода любых, даже негативных мутаций в следующую генерацию)- комплементация, рекомбинация;
- буферных механизмов (образование дефектных вирусных частиц, иммунных комплексов и др.), способствующие сохранению вируса в изменяющихся внешних условиях.

ГЛАВА 9
ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА МИКРООРГАНИЗМЫ

Влияние физических факторов

Температура

Жизнь организмов определяется температурой больше, чем каким-либо фактором внешней среды, в связи с тем, что все организмы построены из химических компонентов и все процессы жизни происходят на основе химических реакций, подчиненных законам термодинамики. Температура действует не только на скорость химических реакций, но также является причиной структурной перестройки протеинов, фазовых перемещений жиров, изменения структуры воды. Температурная амплитуда биохимической активности относительно мала в связи со специфическими свойствами биомолекул.

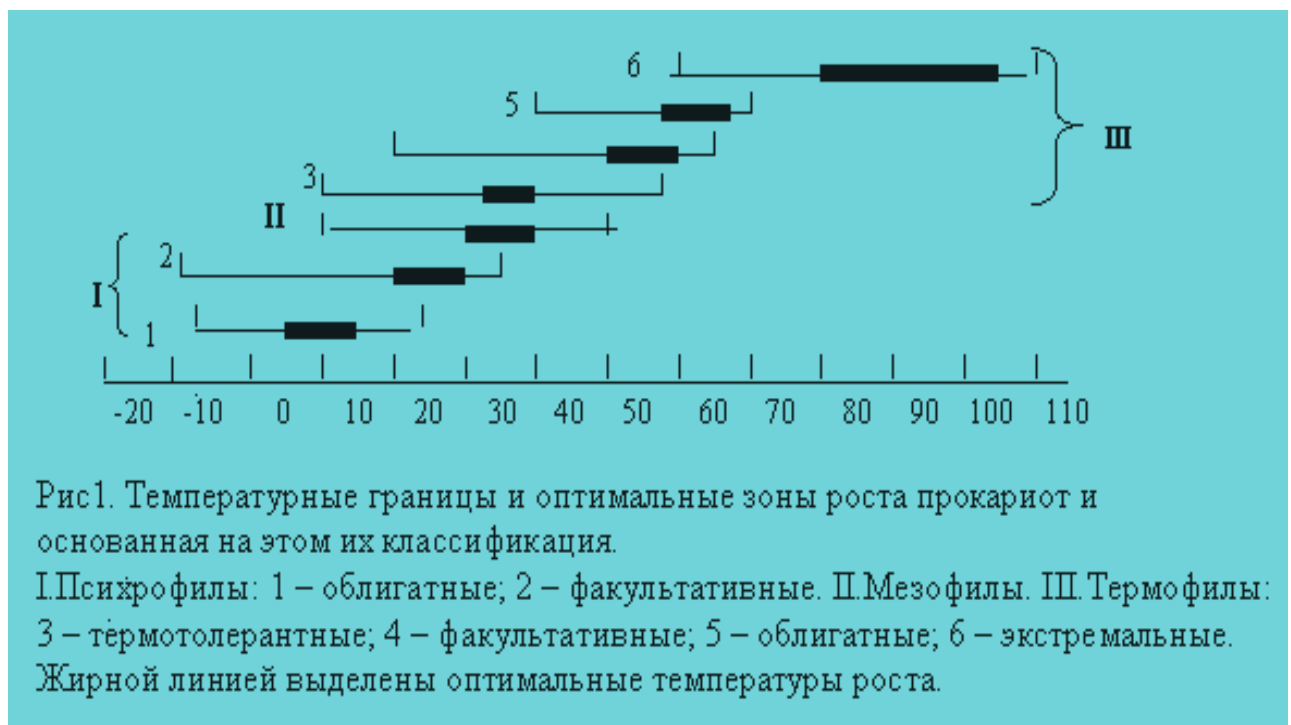


Рисунок 9.1. Температурные границы прокариот.

Витальная температурная зона, в пределах которой осуществляется активная жизнедеятельность микроорганизмов, за некоторым исключением, укладывается в рамки от 0° до 50-60° С. Нижняя граница активной жизнедеятельности микроорганизмов лимитируется, прежде всего, капельно-жидкой водой, постоянным потоком которой в клетке поддерживается трехмерность белковых молекул и других структурных носителей жизни и протекающие процессы ассимиляции и диссимиляции. Поэтому кристаллизация воды в омывающих жидкостях и клетках служит критическим порогом их жизни. Однако, если верхний порог витальной

зоны, который определяется тепловой коагуляцией белков, довольно узок, то нижняя граница зоны жизнедеятельности более широка и «размыта», вследствие многих прямых и косвенных адаптаций к сохранению части воды в жидком состоянии, выработавшихся у организмов в процессе эволюции. Судя по многочисленным фактам выживания микроорганизмов после глубокого охлаждения, холод не нарушает органических соединений, и при нагревании микробные тела возвращаются к жизни.

По отношению к температурным условиям микроорганизмы разделяют на мезофильные, психрофильные и термофильные. Деление бактерий на указанные группы довольно условно, так как температурные диапазоны их роста значительно перекрываются.

Большинство известных видов относится к мезофилам, у которых оптимальные температуры роста лежат между 3° и 40°, а температурный диапазон, в котором возможен рост находится между 10 и 45-50°. типичным мезофилом является *E. coli*: нижняя граница роста +10°, верхняя +49°, оптимальная температура +37° при росте на богатой среде.

Психрофилы и факторы, определяющие возможность роста при низких температурах. Область температур роста психрофилов лежит в пределах от -10 до +20° и выше. В свою очередь психрофилы делятся на облигатных и факультативных. Основное различие между подгруппами заключается в том, что облигатные психрофилы не способны к росту при температуре выше 20° а верхняя температурная граница роста факультативных форм намного выше. Различаются они также и оптимальными температурными зонами роста, находящимися у облигатных психрофилов значительно ниже, чем у факультативных. Принципиальное же сходство между ними – способность к росту при 0° и минусовых температурах.

Термофилы и механизм термофилии.

Группу термофилов делят на 4 подгруппы:

Термотолерантные виды растут в пределах от 10 до 55 – 60°, оптимальная область лежит при 35 - 40°.

Факультативные термофилы имеют максимальную температуру роста между 50 и 65°, но способны также к размножению при комнатной температуре (20°). К облигатным термофилам относят виды, обнаруживающие способность расти при температурах около 70° и не растущие ниже 40°.

Наконец, недавно обнаружены прокариоты, выделенные в подгруппу экстремальных термофилов. Для них характерны следующие температурные параметры: оптимум в области 80 –105°, минимальная граница роста 60° и выше, максимальная – до 110°. К экстремальным термофи-

лам относятся организмы из группы археобактерий, не имеющие аналогов среди мезофилов, например представители родов *Thermoproteus*, *Pyrococcus*, *Pyrodictium* и др.

Появились публикации об обнаружении бактерий, способных расти при температуре воды $25^{\circ} - 300^{\circ} \text{C}$ и давлении 265 атм (при этом давлении вода в жидком состоянии может находиться до 460°C). Эти бактерии выделены из проб воды поднятых с глубины 2560 м над поверхностью Тихого океана, где предположительно они существуют в горячих струях, выбрасываемых на дне океана так называемыми «черными гейзерами». Давление в районе обнаружения бактерий около 250 атм, а температура воды может быть выше 350°C . В связи с этим исследователи начинают переоценивать границы условий, при которых способны развиваться прокариоты. Высказывается предположение, что прокариоты могут существовать везде, где есть вода в жидком состоянии и достаточное количество питательных веществ.

Высокая температура вызывает коагуляцию структурных белков и ферментов микроорганизмов. Большинство вегетативных форм гибнет при 60°C в течение 30 мин, а при $80-100^{\circ} \text{C}$ – через 1 мин. Для сохранения жизнеспособности относительно благоприятны низкие температуры (например, ниже 0°C), безвредные для большинства микробов. Бактерии выживают при температуре ниже -100°C ; споры бактерий и вирусы годами сохраняются в жидком азоте. Простейшие и некоторые бактерии (спирохеты, риккетсии и хламидии) менее устойчивы к температурным воздействиям.

Воздействие высоких температур широко используется в лабораторной микробиологической практике. Стерилизация (*sterilis* – бесплодный) объектов проводится методами автоклавирования, кипячения, тиндализации, пастеризации, фламбирования, стерилизацией сухим жаром, паром без давления. В хирургической практике стерилизуют инструменты, растворы, перевязочный материал.

Холодоустойчивость микроорганизмов

Организмы, способные образовывать тепло внутри своего тела с помощью различных физиологических и биохимических механизмов, называют эндотермными (эндотермы), а организмы, температура тела которых полностью зависит от температуры окружающей среды, т.е. определяется внешними источниками тепла – эктотермными (эктотермы).

Многочисленные наблюдения позволяют утверждать, что при переходе от среды обитания с относительно высокой температурой к среде обитания с низкой температурой эктотермные организмы способны поддерживать свой метаболизм на необходимом для нормальной жизнедеятельности уровне, для чего в процессе эволюции у них сформировались специальные генетико-биохимические механизмы.

Поддержание постоянства метаболизма у эктотермных организмов при смене температуры обитания названо температурной компенсацией. Генетико-биохимическая адаптация эктотермных организмов к изменению температурных условий обитания достигается разными путями: регуляцией экспрессии генов, изменениями функциональной активности ферментов, заменой одних изоферментов другими, изменениями концентрации ферментов в клетках и тканях и подвижностью жидкокристаллического состояния мембран. Патогенные бактерии при выведении из теплокровного организма попадают в окружающую среду, где температура значительно ниже и перепад ее для бактерий может составлять до 30-35°C. С учетом узкого диапазона активности ферментов, становится понятным, что в этих изменяющихся условиях один фермент не способен функционировать. Эктотермные организмы могут синтезировать несколько форм ферментов, сходных по функции, но отличающихся молекулярной массой и приспособленностью к различным температурам. Синтез этих форм кодируется разными генными локусами и они называются изоферментами (изозимами).

Почти все патогенные бактерии относятся к мезофилам. Однако большое количество видов бактерий, способных вызывать болезни животных, имеют широкий температурный диапазон роста (от 0 до 43-45°C). Например, *Yersinia pestis* может расти как при -2°C, так и при +40°C. *J.pseudotuberculosis* – от 0° до 40°C, *L.monocytogenes* – от 4 до 40°C, *J.interocolita* - от 0,5 до 42°C, *Bac.anthraxis* способна к споруляции от 4 до 20 и 37°C и размножаться при 8°C. Возбудитель холеры размножается при 5°C, возбудитель туберкулеза – при 20-40°C.

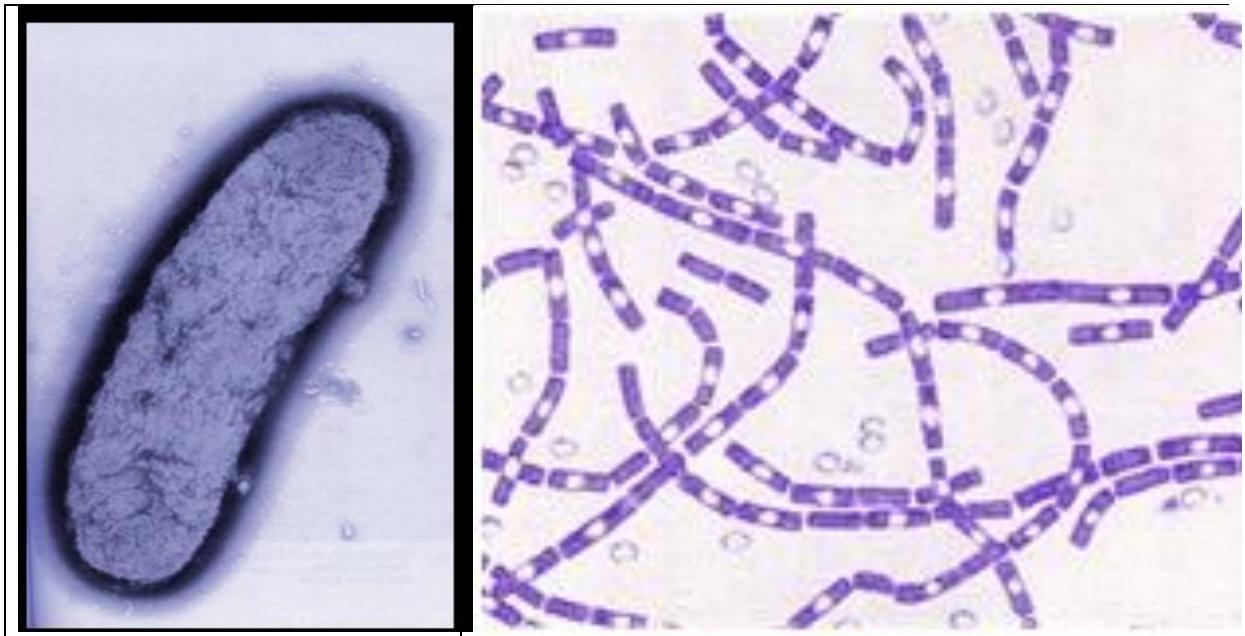


Рисунок 9.2. Патогенные бактерии: *Yersinia pestis* и *Bacillus anthracis*.

Обнаружение патогенных бактерий (сальмонелл, шигелл, иерсиний, стафилококков, псевдомонад, клостридий, бацилл, листерий, клебсиелл, эшерихий, микобактерий) в почве, воде, иле, животных и растительных остатках позволяют проследить определенную закономерность: при понижении температуры ниже 20°C и при наличии достаточной влажности жизнеспособность перечисленных бактерий увеличивается многократно. Не образующие спор бактерии не способны длительно сохраняться при низкой температуре в окружающей среде без активного роста.

Таким образом, нет сомнений в том, что большое количество видов патогенных бактерий могут размножаться при биологически низкой температуре. Однако оптимум роста таких микроорганизмов, т.е. когда скорость размножения клеток наибольшая, сдвинут все же в сторону более высоких температур (22-30°C).

При низкой температуре снижаются питательные потребности бактерий, расширяется круг потребляемых субстратов, бактерии не нуждаются в добавочных факторах роста. Все эти особенности низкотемпературного метаболизма микроорганизмов позволяют им длительно размножаться в окружающей среде при низкой температуре. Нет сомнений, что в окружающей среде может сложиться такая «нужная» для того или иного возбудителя инфекции: сочетанность влажного субстрата и низкой температуры, которая повлечет за собой массивное накопление бактерий. Это нельзя не учитывать при эпизоотической оценке ситуации при той или иной инфекции.

Низкая температура оказывает существенное влияние на морфологию бактериальных клеток, выраженность поверхностных и экстракорпоральных структур, молекулярную организацию основных компонентов наружной мембраны патогенных микроорганизмов. Эти перестройки приводят к изменению свойств бактерий, связанных с патогенностью, таких как подвижность, хемотаксис, адгезивность, клеточная и тканевая инвазивность, устойчивость к бактерицидному действию сыворотки крови и фагоцитоз. Установлено, что именно низкая температура является «сигналом» для фенотипической реверсии антигенной полноценности и вирулентности микроба.

Роль низких температур в популяционной изменчивости бактерий двойная. С одной стороны, она, наряду с питательным субстратом, является направляющим и стабилизирующим фактором отбора и может при определенных условиях способствовать формированию вирулентных клонов в окружающей среде. С другой стороны, при переходе из внешней среды с ее низкой температурой в макроорганизм и наоборот, т.е. когда происходит резкая смена температуры и среды обитания (сапрофитическая и паразитическая), создается стрессовая ситуация, усиливающая гетерогенность популяции, вследствие чего увеличивается потенциальная возможность освоения новой экологической ниши. Для факультативных паразитов, способных обитать не только в организме теплокровных, но и в окружающей среде, низкая температура столь же естественна, как и температура 37-39°C.

Снижение температуры часто является причиной возникновения у бактерий способности к прототрофному питанию. В таких условиях проявляются сапрофитические свойства чумного микроба, позволяющие ему длительно сохраняться в окружающей среде. *B. anthracis* при перенесении штаммов, культивируемых на питательных лабораторных средах при температуре 37°C, непосредственно в бурую лесную почву, где они росли при температуре 10-12°C, они изменяли свои биохимические свойства. «Природный» субстрат и низкая температура индуцировали у *B. anthracis* синтез протеаз и лецитиназы, которые не свойственны микробу при высокой температуре.

Определение активности каталазы интактных микробных клеток *Y. enterocolitica*, *L. monocitogenes*, *St. aureus*, *P. aeruginosa*, *E. coli*, *S. typhimurium*, выращенных при 10 и 37°C позволило установить, что низкая температура в 2-8 раз усиливает активность фермента – в зависимости от вида бактерий. Усиление каталазной активности при низкой температуре является общей закономерностью. Анализ «холодовых» и «тепловых» вариантов культур по тесту коагуляции плазмы показал, что культу-

ры, выращенные при 10°C на МПБ коагулировали плазму в первые 30-60 мин. в то время как их «тепловые» варианты, выращенные при 37°C, - лишь за 4-6 ч.

Температура оказывает регулирующее влияние на ряд свойств возбудителей. Основными свойствами бактерий, детерминируемыми хромосомным генетическим аппаратом, которые усиливаются при низкой температуре и реализуются на этапе инициации инфекции, являются подвижность, хемотаксис, высокий адгезивный потенциал, клеточная и тканевая инвазивность. При относительно высокой температуре обитания вне теплокровного организма эти свойства бактерий ослабляются.

При смене температуры роста обнаруживается быстрая фенотипическая и медленная генотипическая изменчивость свойств популяции патогенных микроорганизмов, связанных с патогенностью бактерий. Под влиянием низкой температуры (6-8°C) наблюдаются значительные изменения со стороны экстракорпоральных структур и компонентов наружной мембраны бактерий: уменьшаются размеры бактериальных клеток, формируются жгутики и не образуются фимбрии и гемагглютинины, усиливается степень агрегированности термозависимого порообразующего белка наружной мембраны, ассоциированного с пептидогликаном, формируются более длинные O-специфические полисахаридные боковые цепи ЛПС, изменяется характер полипептидного состава бактерий. Одновременно с этим увеличивается степень ненасыщенности жирных кислот бактериальных клеток.

Влажность

Важнейшим фактором поддержания жизни в микробной клетке является вода, в растворах которой протекают все процессы, составляющие жизнь. Нет другого природного тела, которое могло бы сравниться с водой по месту и значимости в процессах жизнедеятельности. Вода обладает совершенно уникальными свойствами, делающими ее неизменной составной частью организмов. В условиях дефицита влаги некоторые бактерии образуют гидрофильные слизистые капсулы, активно поглощающие влагу.

Высушивание бактерий приводит к обезвоживанию цитоплазмы клетки, почти полному прекращению процессов метаболизма и в конечном итоге переходу клетки микробов к состоянию анабиоза.



Рисунок 9.3. Высушивание бактерий

При высушивании микроорганизмов часть клеток погибает. Клетки же, перенесшие высушивание, переходят в состояние анабиоза. Возможность сохранения бактериями жизнеспособности при высушивании определяется множеством факторов, в том числе зависит от температуры, рН, солевого состава среды и т.п. Обычно формы с мелкими клетками устойчивее, чем крупноклеточные формы; кокки устойчивее палочек. Клетки с толстой клеточной стенкой, в том числе большинство грамположительных бактерий, устойчивее к высушиванию, чем грамотрицательные бактерии и тем более микоплазмы. Особенно высокой устойчивостью к высушиванию характеризуются микобактерии, клетки которых окружены массивными клеточными стенками, содержащими большое количество липидов. Бактериальные цисты и споры устойчивее к высушиванию, чем вегетативные клетки.

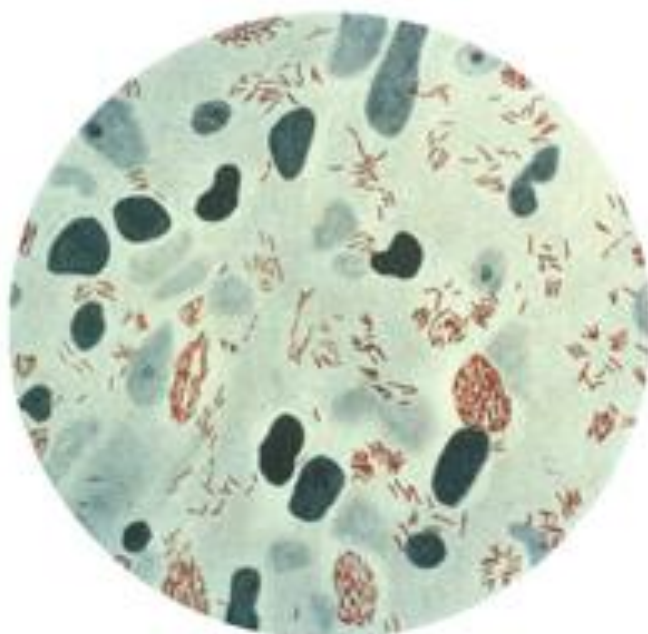


Рисунок 9.4. Клетки микобактерий

Во время длительного сухого хранения в хромосомном аппарате происходят некоторые генетические сдвиги, что приводит к снижению жизнеспособности и накоплению мутаций. На ряде микроорганизмов было доказано, что

споры и суспензии бактерий выдержали без воды в течение 5 дней ультравысокий вакуум, приближающийся к тому, который имеется в межпланетном пространстве.

Успешное оживление после быстрого глубокого охлаждения при температуре -182°C кусочков листьев, простейших и сперматозоидов позволило разработать фундаментальную теорию витрификации тканей, клеток и организмов. Гибель клеток происходит не в процессе охлаждения и витрификации, а в процессе согревания и девитрификации. Витрификацию выдерживают только немногие мелкие организмы, быстрое охлаждение которых позволяет избегать кристаллизации воды в их теле при охлаждении и оттаивании, что нашло подтверждение в опытах с культурами бактерий кишечной флоры.

Высушивание используется в различных технологических процессах для сохранения кормов, продуктов питания. При изготовлении биологических препаратов и сохранения чистых культур микроорганизмов пользуются методом лиофилизации (быстрое замораживание с последующим высушиванием под низким давлением).

Действие излучения

Солнечный свет может вызывать сильный антимикробный эффект. Так, более 99,9% клеток штамма *Escherichia coli* с нарушенными репарационными механизмами погибают после облучения солнечным светом в течение трех минут. При этом более 80% летальных повреждений связаны с действием света длиной волны менее 312 нм. Действие видимого света ответственно менее чем за 1% летальных повреждений. Видимый свет длиной волны 450 нм индуцирует замены пар оснований и мутации сдвига рамки у *E. coli*. Световые волны длиной 550 нм и особенно 410 нм вызывают фотолизис клеток *Mucosoccus xanthus*. Эффект определяется поглощением света железопорфиринами.

Ультрафиолетовые лучи и ионизирующее излучение

Ближний ультрафиолет (УФ) – излучение с длиной волн 400 – 320 нм – даже в невысоких дозах оказывает на бактерий определенное действие. Так, при освещении ближним УФ подвижных клеток *E. coli* или *Salmonella typhimurium* сначала наблюдается увеличение частоты кувырканий клеток, т.е. репеллентный эффект, но затем кувыркания полностью прекращаются и в конце концов наступает паралич жгутиков, т.е. свет нарушает механизмы движения и таксиса. В сублетальных дозах ближний УФ вызывает замедление роста культур, главным образом, за счет удлинения лаг-фазы. Скорость деления клеток также несколько снижается, по-

давляется способность бактерий поддерживать развитие фага и угнетается индукция ферментов.

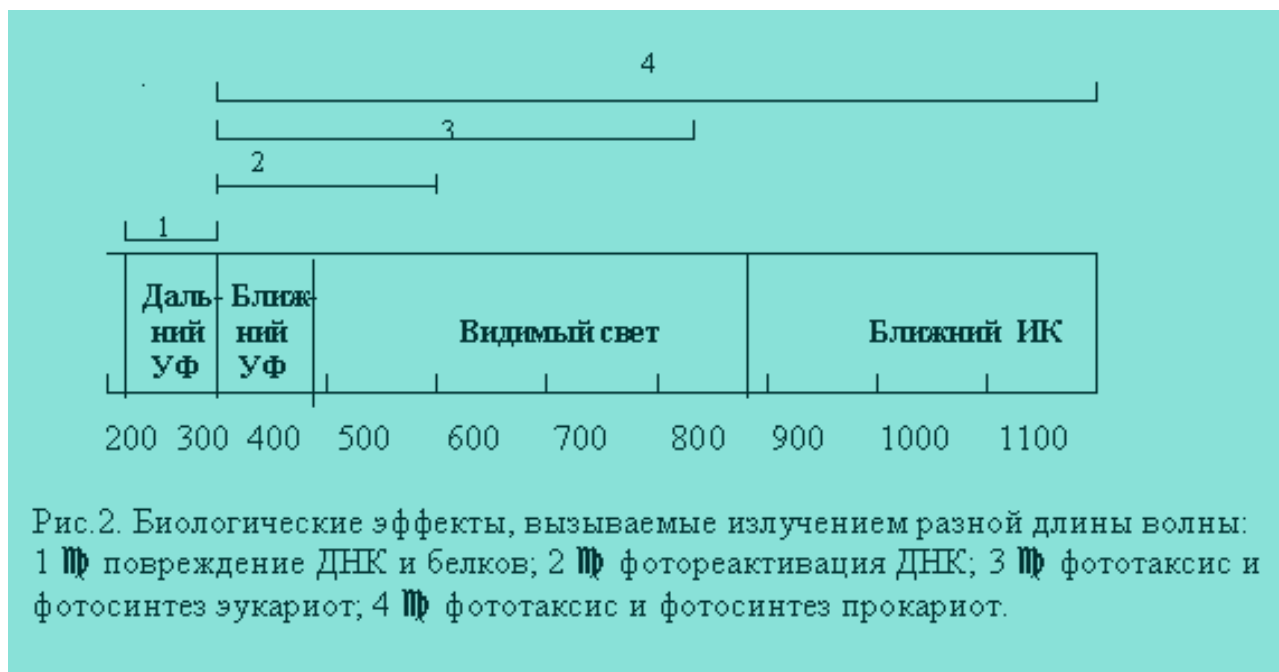


Рисунок 9.5. Биологические эффекты у прокариот, вызываемые излучением

Эти эффекты определяются в основном поглощением УФ-лучей 4-тиоуридином – необычным основанием присутствующим в 8-й позиции у многих тРНК прокариот (но не у эукариот). Возбужденный светом 4-тиоуредин образует сшивки с цитозином, находящимся в 13-ом положении в тРНК, что препятствует связыванию тРНК с аминокислотами и приводит к увеличению образования гуанозинтрифосфата на рибосомах и к приостановке синтеза РНК соответственно и белка.

Средний УФ – это излучение с длинами волн 320 – 290 нм и дальний УФ – излучение с длинами волн 290 – 200 нм. Биологические эффекты действия среднего и дальнего УФ сходны. Как уже было упомянуто, при облучении солнечным светом гибель бактерий связана в основном с действием УФ. Однако нужно иметь в виду, что нижний предел длины волны света, попадающего на земную поверхность около 290 нм. В многочисленных исследованиях используются источники света с меньшей длиной волны. Считают, что резистентность организма к солнечной радиации, как правило, соответствует его устойчивости к неионизирующему излучению от искусственных источников. ДНК интенсивно поглощает УФ в области 240 – 300 нм, т.е. в области среднего и дальнего УФ, с пиком поглощения в области 254 нм. Этим объясняется высокая мутагенная и летальная эффективность облучения средним и дальним УФ. Образование пиримидиновых димеров в ДНК яв-

ляется основным механизмом, обуславливающим летальный и мутагенный эффекты. В состав димеров могут входить два соседних тиминовых или цитозиновых остатка либо один тиминовый и один цитозиновый остаток. Под влиянием УФ-облучения происходит также гидроксильное цитозина и урацила, образование цитозин-тиминовых аддуктов, сшивок ДНК с белком, формирование поперечных сшивок ДНК, разрывы цепей и денатурация ДНК. Значение таких повреждений возрастает при повышении интенсивности облучения.

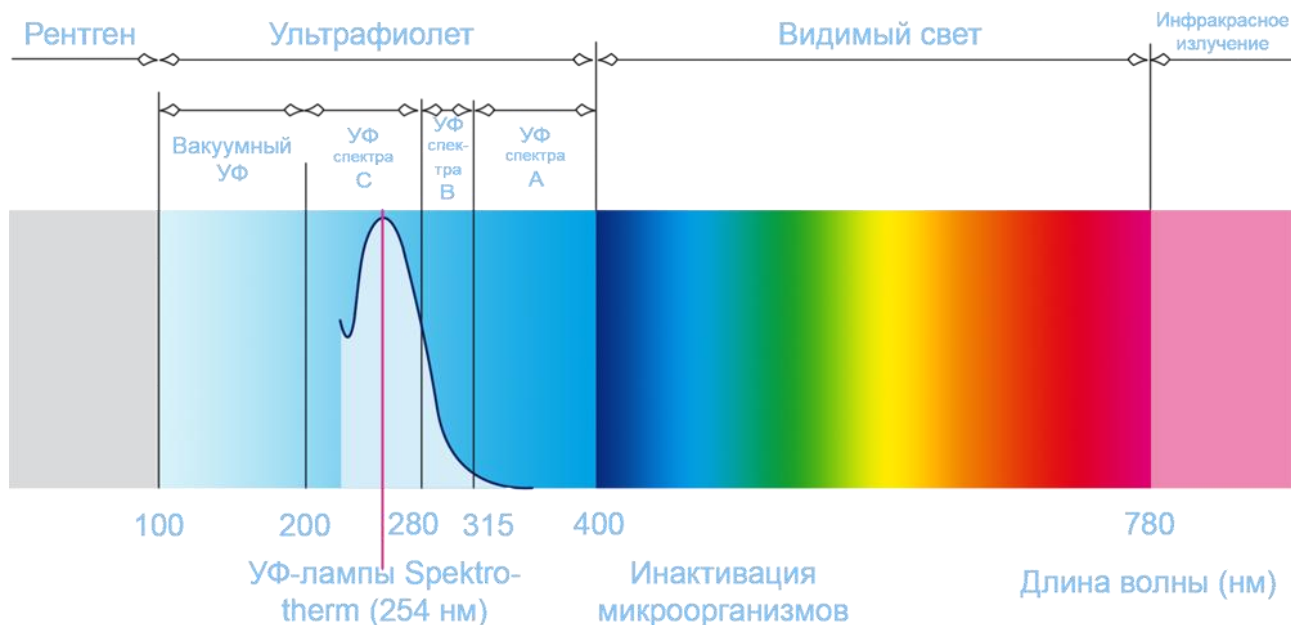


Рисунок 9.6. Действие излучения различной длины волны на микроорганизмы.

УФЛ широко применяются в производственной деятельности человека для обеззараживания воздуха помещений (родильные дома, операционные, животноводческие помещения, промышленные цеха производства антибиотиков, лабораторные боксы), воды, отходов производств. Ионизирующее излучение составляет определенный компонент естественной радиации, определяемый нестабильными изотопами, постоянно находящимися в почве, атмосферных осадках.

В областях залегания радиоактивных минералов естественный фон радиации повышен. Изотопы могут попадать в живые организмы и тогда они подвергаются внутреннему облучению. Бактерии иногда способны накапливать некоторые элементы в очень больших количествах. Ионизирующее излучение возникает также под влиянием космических лучей. Космическое пространство служит источником первичных космических лучей. Первичные космические лучи дают начало вторичным, воздействию которых и подвергаются живые организмы. Интенсивность та-

кого излучения зависит от географической широты, но особенно от высоты над уровнем моря, и приблизительно удваивается каждые 1500 м.

В период солнечных вспышек фон космической радиации повышен. Искусственное ионизирующее излучение возникает в результате испытаний ядерного оружия, работы АЭС, применения радиоизотопов в медицинских, научных и других целях. Наличие таких источников – причина того, что микроорганизмы в наши дни подвергаются весьма высоким дозам облучения. Ионизирующие излучения также вызывают повреждения ДНК, которые принято подразделять на прямые и опосредованные, возникающие в связи с образованием свободных радикалов. Повреждения преимущественно представляют собой одноцепочечные или двухцепочечные разрывы молекулы ДНК. В некоторых случаях удается обнаружить связь радиоустойчивости бактерий с особенностями ее местообитания. Так, микроорганизмы, выделенные из радоновых минеральных источников, оказываются в 3-10 раз более резистентными к радиации, чем организмы тех же видов, выделенные из нерадиоактивной воды.

В охладительных системах ядерных реакторов, где средняя доза излучения превышает 106 ФЭР (физический эквивалент рентгена), обитают разные бактерии, в частности представители рода *Pseudomonas*. Степень радиоустойчивости некоторых, бактерий значительно превышает предельный уровень радиации, с которым организмы могут сталкиваться в природе. Наиболее вероятным объяснением этого несоответствия может быть предположение о том, что радиоустойчивость – лишь одно из многообразных проявлений действия систем широкого назначения.

Правильнее было бы говорить о степени устойчивости бактерий к определенным нарушениям в структуре их клеток, чем об устойчивости к воздействию определенных факторов среды, поскольку одинаковые нарушения могут быть вызваны разными причинами. Это относится прежде всего к системам репарации повреждений ДНК.

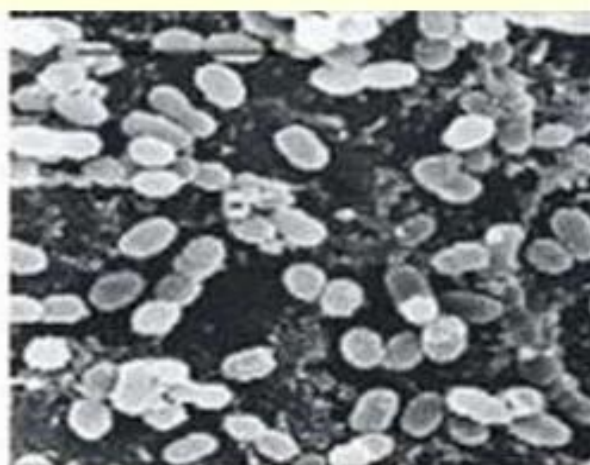
Ионизирующее излучение используется для стерилизации биопрепаратов, перевязочного материала, инструментов. Действие лазера вызывает у микроорганизмов в зависимости от дозы облучения изменения морфологических и биохимических свойств, вплоть до утраты жизнеспособности. Гибнут бактерии при воздействии лазера длиной волны около 700 нм с энергией 200 Дж. При этом происходит денатурация белка и повреждение нуклеиновых кислот.

Ультразвук

Поскольку бактерии обладают относительно малой массой и жесткой оболочкой, низкочастотные колебания (зона звуковых колебаний 100 – 10000 Гц) действует на них в очень слабой степени. Если же бактерии погрузить в жидкость, в которой распространяются высокочастотные колебания (т.е. ультразвук), то бактерии разрушаются и погибают. Ультразвуковые колебания обычно создают в жидкостях при помощи вибрирующих никелевых или кварцевых дисков. Существует мнение, что в большинстве случаев разрушение клеток при ультразвуковом воздействии, по-видимому, обусловлено образованием внутри клетки пены, состоящей из мельчайших пузырьков газа, находящегося обычно в растворенном состоянии в протоплазме или в жидкости на поверхности бактериальной клетки.



До
Цепочки бактерий
до ультразвука



После
Разорванные цепочки
бактерий после
ультразвука

Рисунок 9.7. Бактерицидный эффект ультразвука.

Бактерицидный эффект ультразвука уменьшается, если подавляется кавитация (разрыв жидкости), что происходит при дегазации, погружения объекта в гель или другую вязкую среду. Бактерицидный эффект ультразвука, напротив, усиливается при насыщении озвучиваемой эмульсии углекислотой, азотом, кислородом, воздухом, так, как это усиливает кавитацию.

Действие ультразвуковых волн не сводится только к механическим повреждениям клеток. В результате ультразвукового воздействия наблюдаются биохимические и функциональные изменения, не приводящие к гибели организма. Так, под воздействием УЗ могут высвободиться в клетке биологически активные вещества (витамины, ферменты, и пр.), а также появляться нехарактерные микроорганизму ферменты: у *Saccharomyces globosus* после 30 мин воздействия УЗ частотой в 740 кГц появляется инвертаза, отсутствующая у незвученных клеток, изменяется чувствительность к антибиотикам – у *S. haemolyticus*, подвергнутого воздействию ультразвука частотой в 800 кГц в течении 10 мин, чувствительность к пенициллину возрастает в 2 – 5 раз. Ультразвук используют для получения отдельных клеточных компонентов, для изучения их структуры и функций, для стерилизации субстратов, повреждающихся при тепловой обработке.

К УЗ чувствительны все микроорганизмы, в том числе и споровые. Но по степени чувствительности к этому фактору они значительно отличаются. Так, УЗ легко разрушаются *Salmonella typhimurium*, *Lactobacterium casei*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas fluorescens*, *S. aureus*, *Bacillus anthracis*. Несколько более устойчивы *Sarcina urea*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Acetobacter suboxydans*. Среди патогенных форм наибольшую устойчивость к УЗ выявили *Mycobacterium tuberculosis*.

Земное тяготение

Доказательств возможности прямого влияния силы гравитации на бактериальные клетки пока не получено. У бактерий не обнаружен геотаксис, то есть способность различать верх и низ, которой обладают некоторые одноклеточные эукариоты. Вместе с тем имеются свидетельства способности бактерий к определенной ориентации в пространстве – об этом говорят, в частности, геометрически правильная форма плодовых тел миксобактерий, к тому же определенным образом ориентированных относительно подлежащего субстрата. Специфика взаимодействия бактерий с окружающей средой связана с их незначительными размерами. Бактериальная клетка только примерно в 10⁴ раз крупнее окружающих ее молекул. Она подвергается постоянной бомбардировке молекулами в результате их беспорядочного теплового движения, и эти удары ощутимы.

Неравномерность пространственного распределения ударов приводит к беспорядочным перемещениям клетки каждую секунду на расстояние, примерно соответствующее ее диаметру, и к повороту примерно на 600. приобретаемое клеткой при этом ускорение в сотню раз превышает ее ускорение за счет силы земного притяжения. Таким образом, молекулярные взаимодействия, связанные с тепловым движением молекул,

действуют на бактерию значительно эффективнее, чем сила земного притяжения.

Молекулярный кислород

Молекулярный кислород явился мощным экологическим фактором, его накопление в атмосфере вызвало прогрессивную эволюцию одних организмов и гибель других. Кислород широко распространен в природе, находясь как в связанном, так и в свободном состоянии. В первом случае он входит в состав молекул воды, органических и неорганических соединений. Во втором – присутствует в современной атмосфере в виде молекулярного кислорода (O_2), объемная доля которого составляет 21%. Кислород является обязательным химическим компонентом любой клетки. Подавляющее большинство организмов удовлетворяет свои потребности в этом элементе, используя обе формы кислорода. Среди прокариот существуют значительные различия в отношении к молекулярному кислороду. По этому признаку они могут быть разделены на несколько групп.

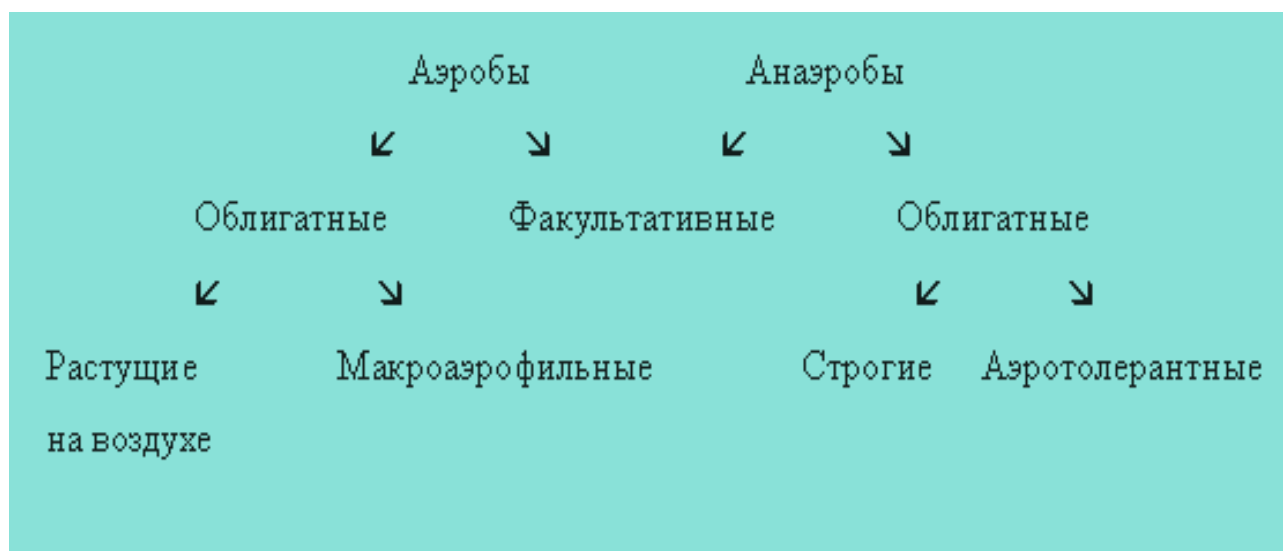


Рисунок 9.8 Группы прокариот по отношению к молекулярному кислороду.

Прокариоты, для роста которых O_2 необходим, называют облигатными (обязательными) аэробами. К ним относится большинство прокариотных организмов. Среди облигатных аэробов обнаружены существенные различия в отношении к уровню молекулярного кислорода в среде. Некоторые представители этой группы не способны к росту при концентрации O_2 , равной атмосферной, но могут расти, если содержание O_2 в окружающей среде будет значительно ниже (порядка 2%). Такие облигатно аэробные прокариоты получили название микроаэрофилов. Облигатные аэробы (aeros – воздух) для осуществления процессов мета-

близма нуждаются в молекулярном кислороде. Они не способны получать энергию путем брожения. Их ферменты осуществляют перенос электронов от окисляемого субстрата к кислороду. Аэробы развиваются, как правило на поверхности питательных сред. К облигатным аэробам относятся *B. subtilis*, микрококки и др. Облигатные анаэробы не используют молекулярный кислород. Более того, он для них токсичен. Многие ферменты этих бактерий денатурируются при контакте с молекулярным кислородом.

Губительное воздействие кислорода на облигатные анаэробы обусловлено тем, что в живой клетке в присутствии кислорода образуется пероксид водорода, который в больших концентрациях ядовит для бактериальной клетки. Облигатные анаэробы погибают при концентрации H_2O_2 0,0003%, тогда как аэробы выдерживают до 0,015%, т.е. в 50 раз больше. Для обезвреживания пероксида водорода клетки аэробных бактерий вырабатывают фермент каталазу, разлагающую H_2O_2 на воду и молекулярный кислород. Благодаря наличию каталазы H_2O_2 не накапливается в клетках. У анаэробов и факультативных анаэробов каталаза отсутствует, что и является одной из причин их неспособности жить в аэробных условиях.

Значительное количество представителей анаэробных бактерий относится к роду *Clostridium* (*C. tetani* – возбудитель столбняка, *C. botulinum* – ботулизма, *C. perfringens* – возбудитель газовой гангрены). Они широко распространены в почве, озерных отложениях. Облигатные анаэробы принадлежат также к родам *Methanobacterium*, *Bacteroides*. Факультативные анаэробы могут жить как при наличии, так и в отсутствии кислорода. Типичными представителями этой группы являются кишечная палочка, стрептококк, стафилококк. Кишечная палочка на среде с углеводами развивается как анаэроб, сбраживая сахара, а затем начинает использовать кислород, как типичный аэробный организм, окисляя до CO_2 и H_2O образовавшиеся продукты брожения (например, молочную кислоту).

Степень аэробности или анаэробности среды может быть охарактеризована количественно при помощи окислительно-восстановительного потенциала. Окислительно-восстановительный потенциал выражают символом rH_2 . это индекс аналогичный pH. Но pH выражает степень кислотности и щелочности, а rH_2 – степень аэробности и анаэробности. Это отрицательный лагорифм концентрации атомов водорода в среде.

В водном растворе, полностью насыщенном кислородом, $r_{H_2} = 41$, а в условиях полного насыщения среды водородом $r_{H_2} = 0$. Таким образом, шкала от 0 до 41 характеризует любую степень аэробности.

Облигатные аэробы, не способные существовать без свободного кислорода, не могут жить при низких значениях r_{H_2} . нижним пределом для них является окислительно-восстановительный потенциал порядка 10. однако и величины r_{H_2} выше 30 для этих организмов не благоприятны. Облигатные аэробы защищаются от чрезмерного окисления выделением в среду сильных восстановителей. Орблигатные анаэробы жизнедеятельны при r_{H_2} не выше 18-20. однако при этих показателях они уже не размножаются, а осуществляют обмен веществ, приводящий к выделению в среду восстановителей для снижения окислительно-восстановительного потенциала. Размножаться анаэробы могут лишь при значениях r_{H_2} не выше 3-5. факультативно анаэробные микроорганизмы сохраняют метаболическую активность в широком диапазоне r_{H_2} – от 0 до 30.

Степень аэробности среды учитывается при культивировании микроорганизмов. При солосовании (консервировании) кормов искусственно создается анаэробные условия для обеспечения метаболических преимуществ бактериям молочнокислого и уксуснокислого брожений. Чрезмерная аэрация промышленных стоков животноводческих ферм позволяет активизировать окисление органического вещества стоков, в том числе и содержащихся в них микроорганизмов.

Магнитное поле

Все живые организмы находятся в области магнитного поля Земли. Воздействие дополнительными более мощными полями иногда приводит к стимуляции их роста. Так, воздействие магнитным полем напряженностью в $12 \cdot 10^3$ А/м приводило к некоторому ускорению роста *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphilococcus epidermidis*, *Halobacterium salinarium*. В магнитном поле напряженностью в $24 \cdot 10^3$ или $50 \cdot 10^3$ А/м наблюдали их угнетение. Замедление роста *Micrococcus denitrificans* наблюдали при $40 \cdot 10^4$ - $64 \cdot 10^4$ А/м, *Staphilococcus aureus* и *Serratia marcescens* – при $120 \cdot 10^4$ А/м. Действие переменных магнитных полей обычно более эффективно, чем постоянных. В естественной среде обитания бактерий магнитные поля такой напряженности не встречаются.

Гидростатическое давление

Бактерии относительно мало чувствительны к изменению гидростатического давления. Повышение давления до некоторого предела не

сказывается на скорости роста обычных наземных бактерий, но в конце концов начинает препятствовать нормальному росту и делению. Жизнедеятельность некоторых бактерий угнетена уже при 100 атм, но повышение давления до 200 атм даже несколько стимулирует рост *E. coli*. Однако при давлении в 400 атм *E. coli* начинает образовывать нитчатые клетки, рост которых замедлен. При давлении в 1000 атм за 48 часов погибает 90% клеток, а через 5-7 суток наблюдают их полную гибель. Следует отметить, что различные процессы клеточного метаболизма в разной степени чувствительны к повышению давления. Так, у *E. coli* повышение давления прежде всего препятствует депрессии лактозного оперона, у *Bacillus licheniformis* – индукции синтеза пенициллиназы. При этом индукция других ферментов не затруднена. Чувствителен к повышению давления именно процесс регуляции на уровне транскрипции, у конститутивных мутантов активность синтеза и работы этих ферментов к давлению не чувствительны.

Влияние химических факторов

Концентрация ионов водорода. Кислотность сред обитания микроорганизмов

Кислотность среды является важным фактором, определяющим существование в ней прокариот. Концентрация ионов водорода в окружающей среде действует на организм или непосредственно, или косвенно, через влияние на ионное состояние и доступность многих ионов и метаболитов, стабильность макромолекул. Так, например, при низких значениях рН растворимость таких катионов, как Cu^{2+} , Mo^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , возрастает и достигает токсичных уровней. Наоборот, при высоких значениях рН растворимость многих катионов необходимых клетке (Fe^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+}), резко понижается, и они становятся недоступными для организма. От значения рН зависит состояние веществ в окружающей среде.

Многие органические кислоты в кислой среде находятся в недиссоциированной форме и легко проникают в клетку, становясь токсичными для нее. Значение рН, как известно, определяет кислотность и щелочность растворов и представляет собой отрицательный логарифм концентрации ионов водорода. Концентрация ионов водорода в чистой пресной воде 10^{-7} г* ион/л и, следовательно, рН пресной воды 7. Те значения рН, которые меньше 7, относят к кислотным, а те, которые выше 7, - к щелочным. Следует помнить, что рН – логарифмическая функция, поэтому раствор, который имеет рН 5, будет в 10 раз «кислее» раствора с рН 6.

Таблица 9.1. Кислотность природных субстратов

Желудочный сок	1
Черноземные и каштановые почвы, сок креветки	2
Пресная вода	7
Щелочные почвы, экскременты животных, разлагающийся белок	9
Насыщенный раствор извести	12

Границы значений рН, оптимальных для роста различных представителей прокариот, находятся в пределах приблизительно от 1 до 11. В зависимости от отношения к кислотности среды прокариоты могут быть разделены на несколько групп.

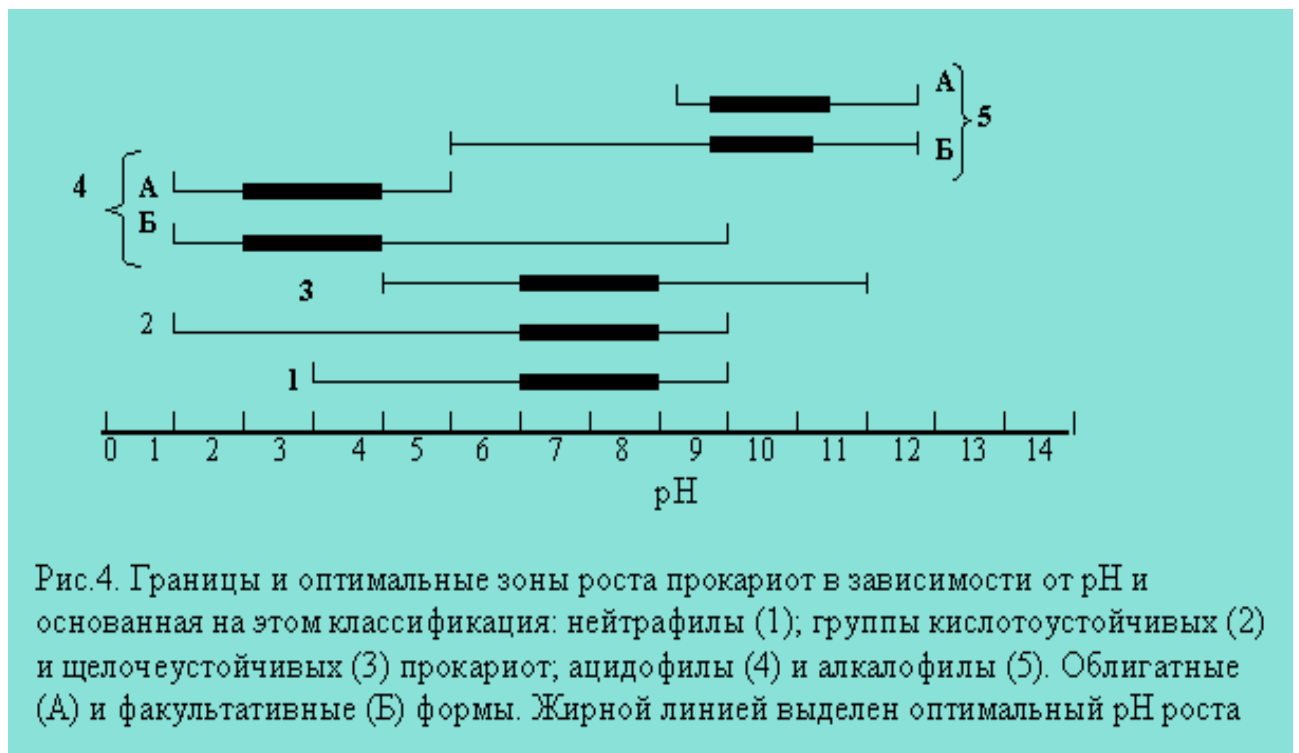


Рисунок 9.10. Границы и оптимальные зоны роста прокариот в зависимости от рН.

Для подавляющего большинства прокариот оптимальной является среда, близкая к нейтральной. Такие организмы называют нейтрофилами. Однако рост многих нейтрофилов возможен в средах, значение рН которых лежит в диапазоне от 4 до 9. Типичными нейтрофилами являются штаммы *Streptococcus faecalis* и многие патогенные бактерии. Многие нейтрофилы способны расти или выживать при значениях рН, лежащих за пределами указанного диапазона. Такие прокариоты считаются кислото-

или щелочеустойчивыми – толерантными. К кислотоустойчивым относятся многие грибы, микобактерии. Щелочетолерантны, т.е. устойчивы к значениям рН близким к 9-10, многие из энтеробактерий.

У некоторых видов бактерий адаптация к определенным значениям рН среды привела к тому, что оптимум рН для роста переместился в кислую (рН 4 и ниже) или щелочную (рН от 9 и выше) области. Такие прокариоты названы ацидо- или алкалофильными (кислото- или щелочелюбивыми) соответственно.

Способность к росту при низких или высоких значениях рН обеспечивает организму определенные преимущества, так как в этих условиях мала конкуренция со стороны большинства других организмов. Однако некоторые бактерии – облигатные формы – не просто переносят высокие концентрации H^+ или OH^- , но и нуждаются в этих ионах для роста и стабильности, т.е. это результат эволюционной адаптации. В природе можно наблюдать развитие бактерий при рН от 1 до 11, тогда как диапазон значений рН их цитоплазмы варьирует в гораздо более узких пределах. Большинство типов белков и других макромолекул бактериальной клетки стабильны и активны в ограниченном диапазоне значений рН, близком к 7,0. Это справедливо и в отношении ферментов, изолированных из облигатных алкалофилов и ацидофилов. Поэтому для осуществления процессов жизнедеятельности бактерий необходимо поддержание стабильного значения рН внутри клетки (pH^i), несмотря на изменения рН в окружающей среде (pH^o) в более или менее широком диапазоне.

У всех известных ацидофилов значение рН_i поддерживается около 6,5, у нейтрофилов – 7,5 и у алкалофилов – 9,5. Коррекция рН среды проводится в микробиологической практике для создания благоприятных условий существования тех или иных культивируемых микроорганизмов.

Соединения и ионы, токсичные для бактерий

Полное отсутствие в среде токсических для организма веществ является событием, по всей видимости, крайне редким. Многие вещества могут быть полезными, безразличными или вредными в зависимости от их концентрации в среде и конкретных условий существования организма. Есть и вещества, например, соли золота, урана, ртути и др., для бактерий не только бесполезные, но и угнетающие их даже в очень низких концентрациях.

Действие токсических для бактерий соединений может быть бактериостатическим или бактерицидным. Бактериостаз (греч. bacterion – палочка, stasis – стояние на месте) – задержка роста и размножения бактерий, вы-

званная действием неблагоприятных химических или физических факторов.

Прекращение действия фактора приводит к возобновлению роста и деления, хотя при длительном его воздействии может начаться гибель клеток, т.е. фактор проявляет бактерицидность (лат. caedere – убивать). Во многих случаях вещество в невысоких концентрациях обладает бактериостатическим, а в высоких бактерицидным действием. Присутствие в природных средах соединений, токсических для бактерий, приводит к уменьшению их видового разнообразия и появлению устойчивых форм.

Степень токсичности вещества для данной бактерии выражается через пороговую концентрацию, после достижения которой вещество становится бактерицидным, а также определяется его «концентрационной экспонентой» - n . После достижения пороговой концентрации токсичного вещества наблюдается полулогарифмическая зависимость степени отмирания клеток бактерий от времени, \log числа погибших клеток находится в линейной зависимости от времени воздействия. Концентрационная экспонента n рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{\log A - \log B}{\log C1 - \log C2},$$

где $C1$ – большая и $C2$ – меньшая концентрация вещества, A – время гибели определенной части клеток при концентрации $C2$, B – то же при концентрации $C1$.

Показатель n характеризует вещество, а не организм: n фенола 6, формальдегида и сулемы 1, этанола 9. Для фенола при n 6 разведение в 3 раза означает падение активности в 36, т.е. в 729 раз. Различия в чувствительности разных бактерий к определенному веществу зависят главным образом от значений их пороговых концентраций. Химические вещества и физические факторы используются для воздействия на микроорганизмы с целью полного обеспложивания (стерилизации) объекта (субстрата) или для уменьшения числа микроорганизмов в/на объекте.

Система мер, полностью предотвращающих проникновение микроорганизмов в макроорганизм при ранениях, хирургических вмешательствах, называется асептикой. Обезвреживание микроорганизмов в ранах при помощи химических средств (раствора йода, перекиси водорода, калия перманганата, бриллиантового зеленого и др.) называется антисептикой (от греч. Anti – против, septicus – гнилостный).



Рисунок 9.11. Вещества, применяемые для дезинфекции.

Под дезинфекцией понимают комплекс мер, направленных на уничтожение на объектах внешней среды или удаления из них патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Для дезинфекции используют химические средства неспецифического действия, применяемые для обработки помещений, оборудования и различных предметов. Дезинфекция позволяет уменьшить число патогенных микроорганизмов на объектах внешней среды. Специализацией называют уничтожение всех видов и форм микроорганизмов в/на объекте. В качестве химических средств асептики и антисептики, дезинфекции и стерилизации применяют кислоты, щелочи, окислители, хлорсодержащие препараты, органические соединения, соли тяжелых металлов, газы, галогены, красители, поверхностно-активные вещества, спирты и другие химические вещества и их смеси.

Антисептики (греч. anti – против, septicus – гнилостный) – бактерициды, используемые в практической деятельности человека. Антисептики применяют в ветеринарии при лечении ран, в пищевой промышленности для защиты продуктов от порчи, для предохранения от гниения деревянных сооружений и т.п. Антисептики относятся к различным группам органических и неорганических веществ. Окислители действуют на сульфгидрильные группы ферментов, окисляют активные группы белков.

Высокотоксичны для бактерий сильные окислители, многие из которых используют в качестве антисептиков. Это перекись водорода, перманганат калия, галогены, озон, оксид этилена и др. Для обеззараживания питьевой воды широко применяют озон и хлор. Хлор гидролизуется в воде с образованием хлорноватистой кислоты HOCl , которая обладает сильными бактерицидными свойствами. Катионные антисептики – это разнообразные соединения, в молекулах которых присутствуют сильноосновные группы, связанные с липофильными участками. Уже в невысоких концентрациях эти вещества нарушают функции мембран, в частности работу мембранного АТФазного комплекса. Хлоргексидин, относящийся к этой группе веществ, находят практическое применение в ветеринарии. Фенолы и их замещенные производные широко применяют как дезинфектанты, в меньших концентрациях – в качестве антисептиков. Препараты денатурируют белки и нарушают структуру клеточной стенки. От применения собственно фенола отказались давно вследствие его токсичности, но его производные (например, гексахлорофен, резорцин, хлорофен, тимол, салол) применяют часто.

Газы как дезинфектанты известны с глубокой древности. Двоокись серы еще в античности широко применяли для обработки складов и preservation пищевых продуктов. Не менее широкое распространение получила дератизация двоокисью серы. Для уничтожения спор микроорганизмов при стерилизации инструментов из пластмасс применяют окиси этилена и пропилена под давлением при 30-60°C. метод позволяет эффективно уничтожить большинство микроорганизмов, в том числе в тканях и жидкостях (кровь, гнойное отделяемое). Механизм действия связан со способностью окиси этилена алкилировать белки. В частности, повреждению подвергаются сульфгидрильные группы вегетативных форм и карбоксильные группы оболочек спор.

Бактериостатическим, а при высоких концентрациях бактерицидным действием обладают красители (риванол, бриллиантовая зелень, трипафлавин). Они задерживают рост бактерий за счет сродства к фосфорнокислым группам нуклепротеидов. Чувствительность различных форм бактерий к определенным красителям может существенно различаться, поэтому среды с красителями, например генцианом фиолетовым, метаниловым желтым, ализарином, оранжевым G и др., являются селективными и их используют в качестве диагностических и дифференциальных при выделении определенных бактерий.

Ионы тяжелых металлов в невысоких концентрациях стимулируют развитие тех или иных микроорганизмов, так как являются для них необходимыми микроэлементами, входящими в состав тех или иных ферментов. Стимуляцию развития микроорганизма иногда можно наблюдать и при невысоких концентрациях солей свинца, кадмия и других металлов, очевидно, не являющихся необходимыми микроэлементами. Например, кадмий в концентрации 20 частей на миллион стимулировал рост *Lactobacillus acidophilus* и в концентрации 5-10 частей на миллион – рост *Streptococcus faecalis*, хотя при концентрации 40 частей угнетал развитие обеих этих бактерий. Стимуляция метаболизма микроорганизмов невысокими концентрациями токсических соединений может объясняться так называемым эффектом Арндт-Шульца, заключающимся в том, что аккумуляция яда в нелетальных концентрациях на поверхности клетки изменяет проницаемость мембраны, нарушает её барьерные функции, что определяет свободное поступление пищи в клетку и соответственно усилением метаболизма.

Действие ионов тяжелых металлов зависит от состава среды и природы соответствующих солей. Токсичность в сильной степени зависит от того, присутствует ли металл в виде свободного иона в растворе или в составе в основном недиссоциированной соли, а также входит ли данный элемент в состав органических или неорганических комплексных соединений.

Ионы тяжёлых металлов способны соединяться с белками, нуклеотидами, коферментами, фосфолипидами, порфиринами, т.е. практически со всеми классами веществ, участвующих в метаболизме клетки. Ингибирование тяжелыми металлами активности металлоферментов может быть связано с замещением специфического катиона. Они обладают также олигодинамическим действием по отношению ко многим бактериям за счет действия положительно заряженных ионов этих металлов, абсорбирующихся отрицательно заряженной поверхностью бактерий. При этом изменяется проницаемость цитоплазматической мембраны, нарушается питание и размножение. Спирты, или алкоголи (этанол, изопропанол и др.) как антисептики, наиболее эффективны в виде 60-70% водных растворов. Спирты осаждают белки и вымывают из клеточной стенки липиды. При правильном применении эффективны в отношении вегетативных форм большинства бактерий и грибов, а также к ним резистентны.

Галогены и галогеносодержащие препараты (препараты йода и хлора) широко применяют как дезинфектанты и антисептики. Препараты взаимодействуют с гидроксильными группами белков, нарушая их структуру.

Как антисептики применяют йодосодержащие препараты – спиртовой раствор йода (5% в этаноле); йодинол (1% водный раствор содержит 0,1% йода, 0,3% калия йодида и 0,9% поливинилового спирта, замедляющего выделение йода); йодонат (водный раствор комплекса поверхностно-активного вещества с йодом); повидон-йод (комплекс йода с поливинилпирролидоном) и раствор Люголя применяют для обработки слизистых оболочек.

Как дезинфектанты применяют хлорсодержащие препараты – газообразный хлор (взаимодействуя с водой, образует хлорноватистую кислоту; в присутствии органических веществ противомикробное действие уменьшается); хлорную известь (5,25% NaClO, также образующую при растворении хлорноватистую кислоту); хлорамин Б (содержит 25-29% активного хлора; для обеззараживания питьевой воды применяют в виде таблеток, содержащих 3 мг активного хлора); хлоргексидина биглюконат (гибитан).

Альдегиды алкилируют сульфгидрильные, карбоксильные и аминогруппы белков и других органических соединений, вызывая гибель микроорганизмов. Альдегиды широко применяют как консерванты. Наиболее известные – формальдегид (8%) и глутаральдегид (2-2,5%) – проявляют раздражающее действие (особенно пары), ограничивающее их широкое применение. Раствор формальдегида обладает дезинфицирующим и дезодорирующим эффектами. Применяют для мытья рук, дезинфекции. Входит в состав препаратов (формидрон, мазь формалиновая). Мыльный раствор формальдегида (лизозформ) применяют для спринцеваний в гинекологической практике, для дезинфекции рук и помещений.

Уротропин (гексаметиленetetрамин) в кислой среде организма расщепляется с выделением формальдегида; последний, выделяясь с мочой, оказывает антисептическое действие. Применяют при инфекционных процессах мочевыводящих и желчевыводящих путей, кожных заболеваниях. Входит в состав комбинированных препаратов (кальцекс, уробесал).

Кислоты и щелочи применяют как антисептики. Среди кислот наиболее известны борная, бензойная, уксусная и салициловая. Применяют для лечения поражений, вызванных патогенными грибами и бактериями. Наиболее распространена салициловая кислота, применяемая в спиртовых растворах (1-2%), присыпках, мазях, пастах (например, для лечения дерматомикозов в областях, подверженных трению); оказывает также в зависимости от концентрации отвлекающее, раздражающее и кератолитиче-

ское действие. Из щелочей наиболее распространен раствор аммиака, применяемый для обработки рук хирурга (0,5% раствор).

Металлы. Антимикробный эффект основан на способности осаждать белки и другие органические соединения. В качестве антисептиков широко применяют нитрат серебра (ляпис), сульфат меди (медный купорос) и хромат ртути (мербромин). Соединение металлов (особенно свинца, мышьяка и ртути) не рекомендуют применять для дезинфекции и антисептики, поскольку они способны накапливаться в организме.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) (этоний, роккал, цирригель) оказывают бактерицидное действие за счет нарушения проницаемости ЦПМ осмотического равновесия микробной клетки, что приводит к ее гибели. ПАВ являются соединениями четвертичных аммонийных оснований и используются в основном для обработки рук хирурга.

ТЕМА 9. АДАПТИВНЫЕ РЕАКЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ РЕАКЦИЯ НА СТРЕССОВЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

В процессе эволюции бактерии, также как и любые другие живые организмы, приспособились к существованию в условиях, не вполне оптимальных, а иногда и тающих опасность для жизни. Токсические вещества, неблагоприятная температура, рН, облучение в пределах, определяемых видовой или штаммовой чувствительностью организма, не препятствуют нормальному существованию бактерий. Резкие изменения условий в неблагоприятную сторону приводят к отмиранию клеток. Однако при некоторых воздействиях, которые обычно обозначают как сублетальные, клетки не погибают сразу, но оказываются травмированными. Их дальнейшая судьба в значительной степени зависит от условий, в которые они окажутся. У травмированных клеток во многих случаях нарушаются барьерные функции мембран, наблюдается выход в среду некоторых метаболитов, нарушается синтез белка, возникают нарушения в структуре ДНК.

Некоторые условия, вполне благоприятные для развития нормальных бактерий, могут быть губительными для травмированных клеток. Так, например, бактерии, подвергнутые сублетальному температурному шоку, осмотическому шоку и ряду других воздействий, гибнут на средах с повышенной концентрацией солей, совершенно не опасной для нормальных клеток, или на средах с поверхностно-активными соединениями, также в концентрациях, не влияющих на рост нормальных клеток.

Травмированные клетки, помещенные в благоприятные условия, способны репарировать, т. е. исправлять повреждения различных структур. Наибольшее внимание исследователей в последнее время было привлечено к изучению механизмов восстановления повреждений ДНК. Известно, что для репарации функций мембран требуется значительное время, и их восстановление связано с синтезом белка и РНК, а иногда необходим и синтез фосфолипидов. В различных случаях благоприятные для репарации условия могут в корне различаться. Например, иногда репарация идет лучше в богатых, а иногда в бедных средах. Это справедливо и для репарации повреждений ДНК.

■ Совокупность ферментов, катализирующих реакции коррекции повреждений ДНК, составляют **системы репарации** (световые и темновые). Известны три основных механизма коррекции дефектов ДНК:

- непосредственная реверсия от поврежденной ДНК к исходной структуре;
- эксцизия («выпадение») повреждений с последующим восстановлением исходной структуры;
- активация механизмов, обеспечивающих устойчивость к повреждениям.

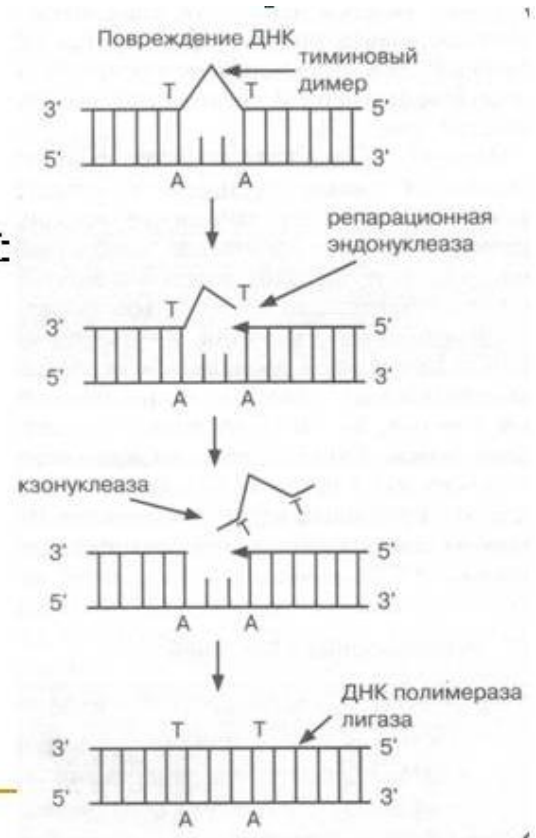


Рисунок 9.1. Системы репарации бактерий.

Известен ряд систем репарации повреждений ДНК. Эти системы специфичны не в отношении тех или иных воздействия, но в отношении определенных нарушений структуры ДНК. Поскольку определенные воздействия преимущественно вызывают характерные для них нарушения структуры, при воздействии разными излучениями, мутагенами и т. п. ведущее значение приобретают те или иные системы репарации. Фотореактивация наблюдается при освещении клеток видимым или ближним УФ-светом и состоит в разрезании пиримидиновых димеров в ДНК. Процесс фотореактивации связан с действием фермента фотолиазы, являющейся флавопротеином. Фотолиаза связывается с пиримидиновыми димерами; активация фермент-субстратного комплекса светом длиной волны 300—600 нм приводит к мономеризации димеров. Наряду с описанной прямой имеет место непрямая фотореактивация с пиком в области 340 нм. Этот эффект не связан с расщеплением димеров.

Снижение эффекта УФ-облучения в этом случае объясняется задержкой роста бактерий, в результате чего удлиняется период протекания репарационных процессов. Непрямая фотореактивация, таким образом, не связана с работой каких-либо специальных репарационных систем. Эксцизионная репарация состоит в удалении поврежденного участка ДНК одной цепи и восстановлении нормальной последовательности оснований по матрице оснований на комплементарной цепи. Вырезание поврежде-

ний осуществляется либо непосредственно эндонуклеазой, которая узнает нарушения, либо последовательным действием гликозилазы и ану-рин/апиридинозой эндонуклеазы (АР-эндонуклеазы).

Рекомбинационная репарация, т. е. репарация, включающая рекомбинацию, у *E. coli*. представлена двумя типами. Во-первых, это репарация, при которой заполняется пробел в последовательности оснований во вновь синтезированной цепи на месте поврежденного участка. Этот процесс определяется по крайней мере четырьмя генами. Во-вторых, существует процесс связанного с репликацией восстановления двуниевых разрывов в ДНК, возникающих под действием УФ, ионизирующей радиации, митомицина, тоже определяемый активностью нескольких генов.

Травмированные клетки не просто восстанавливают в меру своих возможностей причиненные им повреждения. Под влиянием сублетальных воздействий неблагоприятных факторов происходят перестройки в процессах обмена веществ в клетке, имеющие очевидное адаптивное значение. Более того, оказывается, что воздействие неблагоприятных условий нередко вызывает ответную реакцию клетки, еще не приводя к каким-либо нарушениям ее структуры. Принято говорить, что клетки, подвергшиеся неблагоприятным воздействиям, находятся в состоянии стресса. В различных случаях это состояние может быть связано или не связано с нарушениями клеточных структур, т. е. клетки могут быть или не быть травмированы. Воздействия, которые приводят клетки в состояние стресса, определяют как стрессорные. Понятие стресса было сформулировано применительно к организмам, имеющим нервную систему, поэтому некоторые исследователи считают недопустимым применение этого термина к бактериям. Однако в современной микробиологической литературе термины «стресс» и «стрессор» используются очень широко.

В зависимости от природы стрессора и характера причиненных повреждений реакция клетки может быть различной. К настоящему времени у кишечных бактерий выявлено пять регуляторных систем ответа на стрессовые воздействия:

1) «строгий контроль»; 2) SOS-ответ; 3) адаптивный ответ; 4) синтез белков теплового шока; 5) ответ на окислительный стресс.

Во всех перечисленных случаях происходят глубокие перестройки метаболизма с участием клеточных гормонов, получивших название алармонов (фр. *alarme*—тревога). Перечисленные системы находятся под контролем соответствующих генов и взаимосвязаны.

Система строгого контроля включается главным образом в ответ на исключение из среды необходимых клетке аминокислот, источника углерода, солевой шок, инактивацию аминоацил-тРНК-синтетаз, падение температуры (по крайней мере у некоторых термофильных бактерий). В

данном случае клетки необязательно должны быть травмированы. Положительный контроль предполагает включение системы при накоплении продукта регуляторного гена. В результате снижается синтез фосфатидилэтаноламина, а соответственно и мембранных липидов, снижается синтез нуклеотидов. Снижение уровня метаболизма способствует выживанию клетки в условиях, не допускающих сбалансированный обмен.

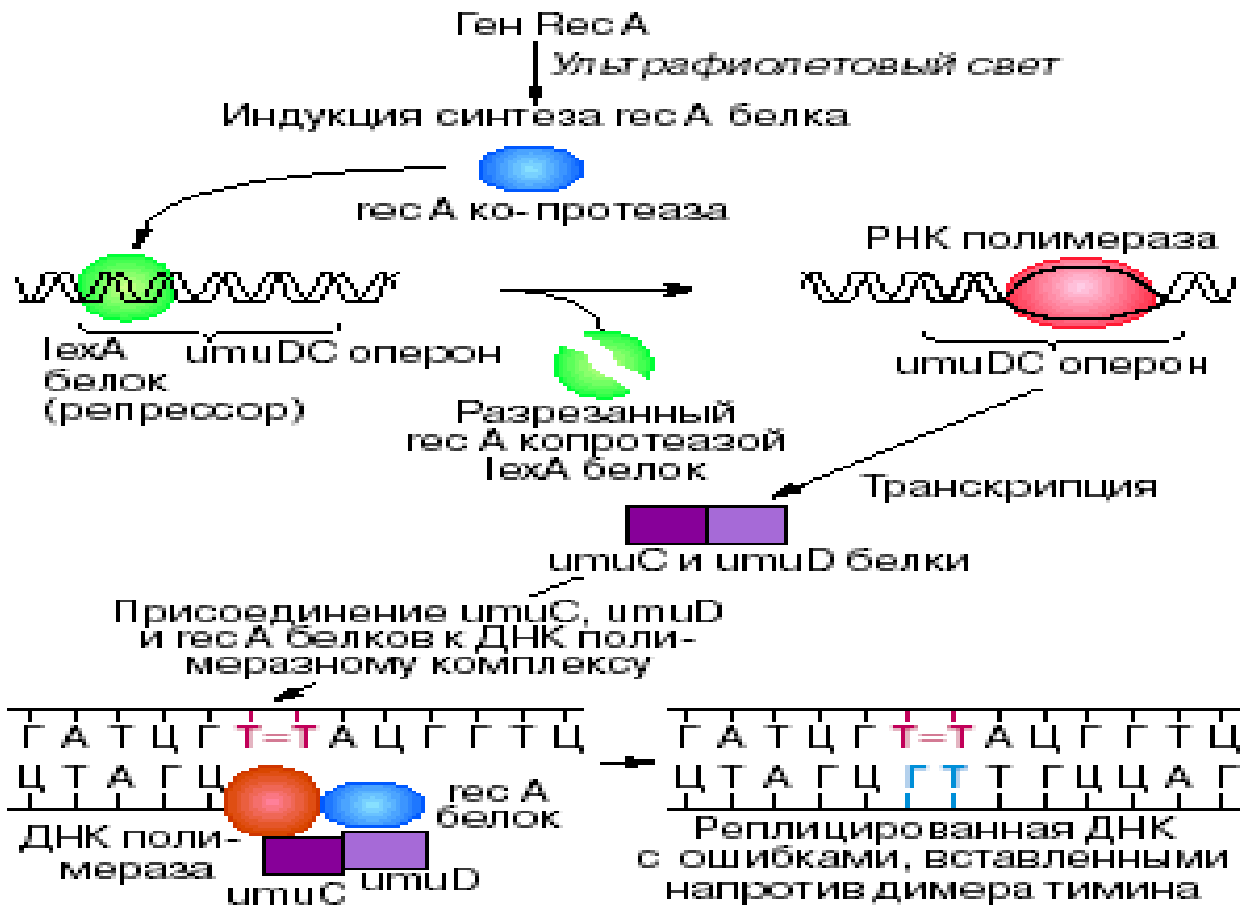


Рисунок 9.2. Система SOS-ответа у прокариот.

Система SOS-ответа включается при разнообразных нарушениях в структуре ДНК или в системах ее репликации.

Для развития SOS-ответа существенное значение имеет образование однонитевой ДНК. Эта система работает, например, после УФ-облучения, воздействия различными химическими мутагенами. В состав SOS-системы входит ген *lex A*, продуктом которого является белок Lex A - репрессор ряда генов, и ген *гес А*, кодирующий полифункциональный белок Rec A. Белок Rec A, активированный сигналом-индуктором SOS-системы, приобретает свойства протеазы и инактивирует репрессорный белок Lex A. В результате разрушения белка Lex A снимается репрессия по крайней мере с 17 генов.

Ген *lex A* авторегулируемый, т. е. репрессируется собственным продуктом, это обеспечивает постоянство концентрации белка Lex A в

процессе размножения бактерий. 80% Lex A-белка разрушается за три минуты после УФ-облучения. В процессе SOS-ответа можно выделить три фазы. Первая—характеризуется подавлением синтеза ДНК и ее частичной деградацией в ответ на образование белка Rec A. Во вторую фазу синтез ДНК протекает с нормальной скоростью, но вновь синтезируемая ДНК содержит пробелы, которые восстанавливаются в процессе пострепликативной или рекомбинационной репарации.

При переходе к третьей фазе SOS-ответа в клетках начинается нормальный синтез ДНК, завершаются процессы репарации ДНК. Клетки переходят к нормальному росту. Наличие SOS-системы обнаружено у различных представителей семейства *Enterobacteriaceae*, у *Streptococcus faecalis*, *Bacillus subtilis*. У последней при SOS-ответе, кроме всего прочего, развивается компетентное состояние клеток, т. е. они приобретают способность воспринимать экзогенную ДНК в процессе генетической трансформации.

Система адаптивного ответа клетки - индуцибельная антимуtagenная система репарации. Облучение и мутагены в низких дозах вызывают снижение частоты мутаций при последующих воздействиях. Облучение в дозе 12,5—50 рад в состоянии проявить защитный эффект в отношении последующего массивного облучения в дозах порядка 2-10³ рад. Частота мутаций у *E. coli* возрастает эффективно лишь в первый момент инкубации в присутствии мутагена нитрозогуанидина. По мере инкубации в присутствии мутагена частота мутаций падает, причем после индукции этой антимуtagenной функции клетки становятся устойчивыми к нитрозогуанидину в концентрации в 100 раз выше первоначальной. При удалении нитрозогуанидина из культуральной среды через четыре часа индуцибельная антимуtagenная функция полностью исчезает. Количество первичных нарушений ДНК при действии системы адаптивного ответа не изменяется, эффект зависит от индуцибельного репарационного процесса. Индукция системы происходит при концентрациях мутагенов в 10—100 раз меньших, чем необходимые для проявления их мутагенного действия. Система адаптивного ответа непосредственно не связана с SOS-системой; эти системы индуцируются различными воздействиями. Так, УФ-облучение вызывает SOS-ответ, но не адаптивный ответ.

Синтез белков теплового шока (БТШ) вызывается сублетальным температурным шоком. При этом наблюдается быстрое изменение скорости синтеза большинства из 1000 белков, выявляемых в клетках *E. coli* при помощи двухмерного электрофореза, синтез некоторых белков прекращается, тогда как синтез БТШ усиливается более чем в 20 раз. Тепловой шок

приводит к угнетению синтеза белка в результате снижения уровня транскрипции рибосомальных белков, кодируемых S 10-опероном. Синтез БТШ может быть вызван воздействием этанола, УФ-облучением, вирусной инфекцией. Способность к синтезу БТШ обнаружена у разнообразных про- и эукариот. Ответ на окислительный стресс исследован у *E. coli* и *Salmonella typhimurium*. Клетки экспоненциально растущей культуры *S. typhimurium*, обработанные в течение 1 ч 60 мМ перекисью водорода, приобретают устойчивость к 100 мМ перекиси; для необработанных клеток такая концентрация перекиси летальна. Как и ответы на другие стрессорные воздействия, система ответа на окислительный стресс находится под контролем специального гена, в данном случае *oxyR*. Клетки, приобретшие устойчивость к перекиси, становятся устойчивыми и к тепловому шоку, однако тепловой шок не стимулирует устойчивости к перекисям.

Диссоциация бактерий - это расщепление однородной популяции на варианты, различающиеся морфологическими, физиологическими, биохимическими и биологическими свойствами, причем у разных видов и даже у разных штаммов одного вида бактерии их свойства могут быть различны. Диссоциация отличается от случайных мутаций высокой частотой возникновения вариантов и их взаимным переходом— 10^{-2} - 10^{-4} .

R,S-диссоциация бактерий

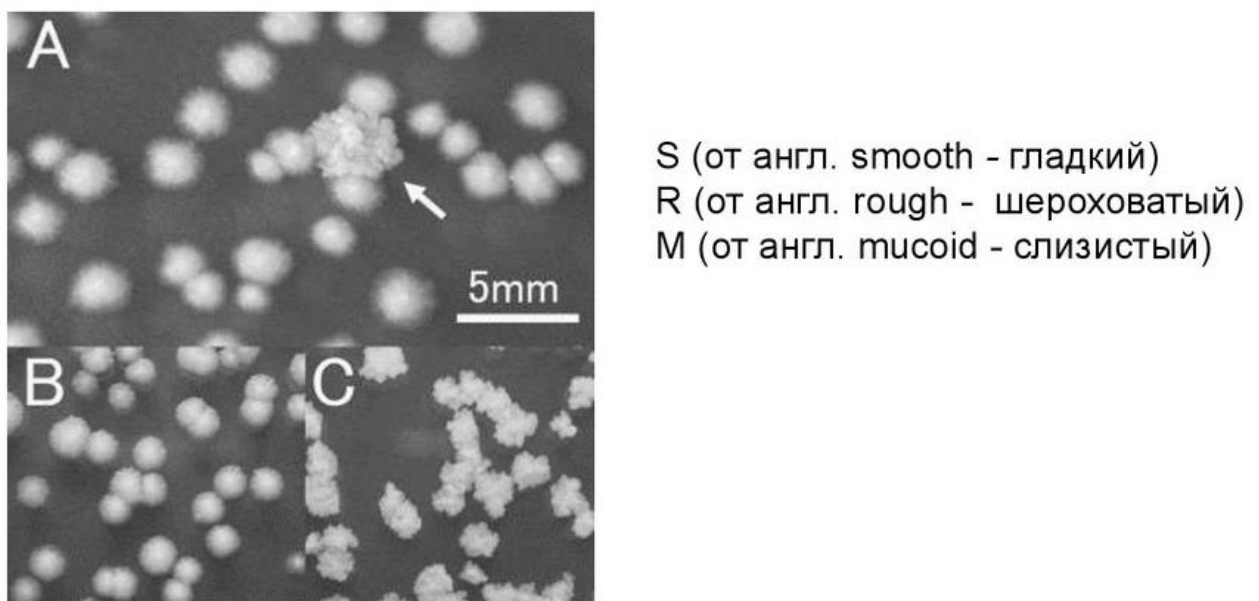


Рисунок 9.3. Колонии бактерий при разных формах диссоциации.

Диссоциацию наблюдают прежде всего у патогенных бактерий: пневмококков, стафилококков, сальмонелл, дизентерийных бактерий, туберкулезных микобактерий и др. Особое внимание ветеринарных и меди-

цинских микробиологов этот процесс привлекает потому, что с изменением характера колонии связано изменение вирулентности и антигенных свойств микроорганизма. Диссоциация – один из приспособительных механизмов бактерий. Многие авторы ведущую роль в диссоциации отводят фаговой конверсии, т. е. считают, что изменчивость бактерий здесь регулируется геномом профага. Так, для *Mycobacterium lacticolum* было показано, что R-, S- и M-варианты отличаются по характеру встройки профага в геном клетки. При этом возможные переходы форм вызываются перестройкой профага, присутствующего во всех трех вариантах. При обработке клеток M-варианта веществами, элиминирующими плазмиды, акридиновым оранжевым или бромистым этиднем, половина возникающих клонов S-типа теряла способность к диссоциации и приобретала чувствительность к соответствующему фагу.

Очевидно, что диссоциация бактерий, постоянно идущая в природных популяциях бактерий, создает фенотипическое разнообразие форм на единой генетической основе, что имеет большое приспособительное значение. Выживают и накапливаются варианты, наиболее приспособленные к конкретным условиям окружающей среды. Бактериоцины — это белки, приводящие бактерии того же вида или близкородственных видов к гибели. Бактериоцины бактерий обозначают в соответствии с названиями соответствующих организмов. У *E. coli* — это колицины, у *Serratia marcescens* — марцесцилы, у *Klebsiella pneumoniae* — пневмоцины и т. п. Одна группа колицинов кодируется генами, находящимися в крупных конъюгативных плазмидах. Колицины другой группы кодируются мелкими плазмидами и представляют собой низкомолекулярные термостабильные белки.

Таблица 9.1. Бактериоцины, образуемые грамположительными бактериями	
Название	Продуцент
Амиловорин 471	<i>Lactobacillus amylovorus 471119</i>
Ацидоцин В	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Баварицин MN	<i>Lactobacillus bavaricus MN</i>
Бактериоцин	<i>Streptococcus salivarius subsp. thermophilus</i>
Бактериоцин N5	<i>Bifidobacterium sp.</i>
Бактериоцин РА-1	<i>Pediococcus acidilactici</i>
Вариацин	<i>Lactococcus lactis</i>
Галлидермин	<i>Staphylococcus gallinarum</i>
Диацетин В-1	<i>Lactococcus lactis</i>
Казеицин	<i>Lactobacillus casei</i>

Курвацин FS47	<i>Lactobacillus curvatus FS47</i>
Курвацин А	<i>Lactobacillus curvatus LTH1174</i>
Лактицин 3147	<i>Lactococcus lactis 3147</i>
Лактицин 481	<i>Lactococcus lactis</i>
Лактококцин 140	<i>Lactococcus lactis 140</i>
Лактококцин В и G	<i>Lactococcus lactis</i>
Лактоцин S	<i>Lactobacillus sake L 45</i>
Липоцин M18	<i>Brevibacterium linens M18</i>
Микрококцин	<i>Micrococcus sp.</i>
Мутацин МГ6223	<i>Streptococcus mutans, S.sobrinus МГ6223</i>
Низин	<i>Lactococcus lactis</i>
Низин Z	<i>Lactococcus lactis 10-1</i>
Педиоцин N5P	<i>Pediococcus pentosaceus</i>
Педиоцин АсН	<i>Pediococcus acidilactici H</i>
Плантарицин А и С	<i>Lactobacillus plantarum</i>
Плантацин 154	<i>Lactobacillus plantarum LTF154</i>
Сакацин 674	<i>Lactobacillus sake Lb674</i>
Саливаримицин А	<i>Lactococcus lactis</i>
Саливарцин А	<i>Streptococcus salivarius</i>
Стафилококцин	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
Стрептококцин А	<i>Streptococcus pyogenes</i>
Термофилин А	<i>Streptococcus thermophilus ST134</i>
Энтерококцин	<i>Enterococcus faecium</i>
Энтероцин А	<i>Enterococcus faecium</i>
Энтероцин 4	<i>Enterococcus faecalis INIA4</i>
Эпидермин	<i>Staphylococcus epidermidis</i>

Молекулы колицина адсорбируются на поверхности чувствительных, т. е. не содержащих данную плазмиду бактерий. Иногда достаточно одной молекулы адсорбированного на поверхности клетки колицина, чтобы убить клетку. Низкомолекулярные колицины проникают внутрь клетки. Механизмы гибели бактерий под действием колицинов различны. Некоторые колицины нарушают функции цитоплазматической мембраны, другие действуют на ДНК или рибосомы. Продуценты колицинов получают преимущества в кишечнике животных, но не обладают способностью полностью элиминировать чувствительные клоны.

Обладая огромной численностью популяций и выработанными эволюцией механизмами изменчивости и диффузии генетических детерминант, большинство бактериальных видов находится в состоянии постоянного адаптационного движения в соответствии с изменяющимися условиями среды, будь то организмы или элементы неживой природы. Некультивируемые формы патогенных бактерий. При переходе во внешнюю среду из организма человека или животного, или при резком изменении условий существования в этой среде патогенные бактерии с помощью различных сенсорных и регуляторных механизмов перестраивают работу своего генетического аппарата, что позволяет им сохранять свою жизнеспособность.

В настоящее время накоплено достаточно данных, свидетельствующих о способности неспорообразующих бактерий к длительному существованию во внешней среде в виде клеток со значительно сниженной метаболической активностью, не обнаруживаемых традиционными методами лабораторного культивирования на питательных средах. Подобное состояние покоя с временной потерей воспроизводимости у грамотрицательных бактерий, впервые обнаруженное в лаборатории R.Colwell, было предложено называть не культивируемым (НС), а сами бактерии в таком состоянии "не культивируемыми формами" (НФ). В настоящее время способность к переходу в не культивируемое состояние обнаружена у широкого круга микроорганизмов.

Взаимодействия патогенных бактерий с простейшими. Свободноживущие простейшие - обязательный компонент почвенных и водных экосистем, где они разнообразны и весьма многочисленны. Любые бактерии могут оказаться жертвами простейших, в частности амёб и инфузорий, которым они служат пищей. Указывается, например, что выедание простейшими - одна из основных причин снижения численности бактерий кишечной группы в водоемах.

С самого начала внутриклеточного существования иерсиний, псевдомонад, листерий и эризипелотрикссов они дифференцируются на три неравновеликие части: значительное количество бактерий переваривается в фагосомах; другая часть подвергается L-трансформации (сферопласты, протопласты); наконец, отдельные бактериальные клетки сохраняются неизменными, размножаясь внутри тетрахимен. Происходящая таким образом селекция и последующее размножение устойчивых к перевариванию бактерий в организме инфузорий способна компенсировать гибель других микробных клеток.

Этот механизм, очевидно, и обеспечивает поддержание численности и устойчивое существование патогенных бактерий в ассоциации с простейшими, что выявлено при анализе их популяционной динамики. Эти закономерности внутриклеточного паразитизма патогенных бактерий в инфузориях могут сказываться не только на динамике численности бактериальной популяции, но и на уровне вирулентности возбудителя, которая также является популяционным признаком.

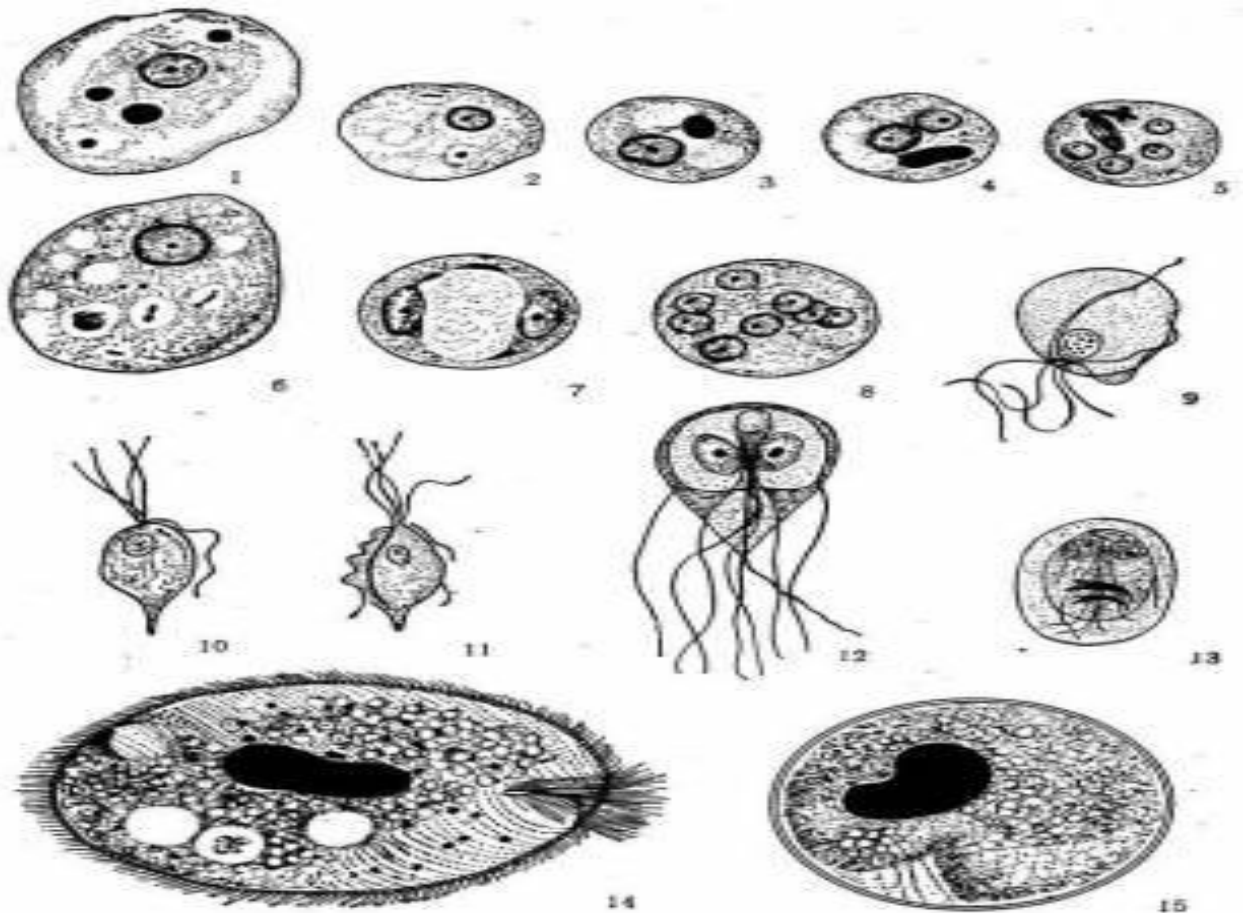


Рисунок 9.4. Морфология простейших: 1-5 – дизентерийная амеба, 6-8 – кишечная амеба, 9-11 – трихомонады, 12-13 – лямблии, 14-15 – балантидии.

При незавершенном характере фагоцитоза в организме инфузорий неизменно остаются неповрежденные бактерии, которые делятся, в дальнейшем покидая фагосомы и разрушая клетку-хозяина. В окружающей среде они могут захватываться новыми особями простейших, и цикл взаимодействия повторяется; вследствие этого доля вирулентных (устойчивых к фагоцитозу) бактериальных клеток в общей популяции может возрасти, что подтверждено в опытах с иерсиниями, псевдоманадами, листериями и эризипелотриксами.

ГЛАВА 10.
ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ
В МИКРОБИОЦЕНОЗАХ

Любые таксоны живых организмов характеризуются определенными ареалами. Ареал (лат. *area*- площадь, пространство) – это часть земной поверхности, в пределах которой распространен и проходит полный цикл своего развития данный таксон (вид, род, семейство и т.д.). Об ареалах бактерий говорят редко, как и о закономерностях их географического распространения. Однако по крайней мере некоторые виды бактерий имеют ограниченные ареалы.

Внутри ареалов организмы развиваются в составе определенных экосистем. Экосистема (греч. *oikos* – жилище, местообитание, *systema* – сочетание, объединение) – совокупность совместно обитающих организмов и условий их существования, находящихся в закономерной связи друг с другом и образующих систему взаимообусловленных биотических и абиотических явлений и процессов. Понятие экосистема приложимо к объектам разной сложности и размеров. Можно выделить экосистему озера, пруда, леса, но может быть экосистема рубца жвачного животного, кишечного тракта дождевого червя или ризосферы растения. В экосистему входят сообщество организмов или биоценоз и физико-химические условия обитания.

Под «окружающими условиями» обычно понимают как биотические, так и абиотические компоненты экосистемы. Синэкология (греч. *syn* – вместе) – раздел экологии, изучающий сообщества организмов. Биоценоз (греч. *bios* – жизнь, *koinos* – сообщество) – это сообщество организмов разного уровня – животных, растений, микроорганизмов. Бактерии являются компонентами любых биоценозов. Биоценозы являются объектами исследований общей экологии и специальной науки биоценологии. Сообщество, включающее только микроорганизмы, можно обозначить термином ценоз, или микроценоз. Микроценозы могут быть самостоятельными или являться элементами биоценоза. Их разнообразие иногда значительно даже в пределах ограниченной территории.

Микроценозы по своему составу и свойствам могут быть более или менее стабильными или не стабильными и временными, степень их функциональной самостоятельности может сильно различаться. Как относительно постоянные и самостоятельные можно рассматривать, например, микроценозы пищеварительного тракта животных, рубца жвачных, кишечника насекомых и т.п.

Местообитания – это места, где определенные организмы присутствуют и размножаются и могут быть обнаружены. Внутри экосистемы определенный микроорганизм обычно имеет лишь одно место обитание. Однако в разных экосистемах один и тот же вид может иметь несколько местообитаний. Например, условно-патогенные бактерии *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* и др. находятся на разных участках тела в зависимости от состояния хозяина, а псевдомонады входят и в состав ценозов водоемов.

Экологическая ниша – это совокупность всех факторов среды, в пределах которых возможно существование вида в природе. В понятие экологической ниши входит также та роль, которую данный организм играет в данной экосистеме, или, иначе говоря, та функция, которую выполняет данный организм как член сообщества видов этой экосистемы. Способность к выполнению определенной функции в экосистеме определяется всем комплексом физиологических и биохимических особенностей данного вида. Обычно экологическая ниша, занимаемая организмом в естественной среде, бывает уже, чем можно было бы ожидать, исходя из потенциальных возможностей данного вида.

Так, например, многие бактерии, гидролизующие целлюлозу, не являются строго специализированными и могут использовать различные органические вещества. Однако во многих экосистемах их развитие связано только с использованием целлюлозы, поскольку на других субстратах они оказываются неконкурентноспособными. Согласно принципу (закону) Вольтерры – Гаузе, или принципу конкурентного исключения, два вида не могут устойчиво сосуществовать в ограниченном пространстве, если рост численности обоих лимитирован одним и тем же жизненно важным ресурсом, количество и доступность которого ограничены. Это также означает, что два вида не могут сосуществовать, если они занимают одну экологическую нишу.

Микрофлора воздуха

В атмосферный воздух микроорганизмы попадают с поверхности земли и предметов вместе с поднимающейся пылью, а также с мельчайшими капельками влаги, сдуваемыми с водной поверхности. Микроорганизмы находятся в воздухе обычно вместе с частицами пыли.

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

Количественный и качественный состав микрофлоры атмосферного воздуха может существенно изменяться в зависимости от климатических условий, времени года и других факторов. Над морями, горами, ледяными полями Арктики воздух содержит очень мало микробов. Значительно больше их в воздухе населенных местностей, особенно крупных промышленных городов. Чем больше в воздухе пыли, тем больше в нем микроорганизмов. Каждая пылинка может нести на себе множество микробов.

Количество микробов в воздухе по мере удаления от населенных мест заметно снижается. Например, над Москвой на высоте 500 м содержится до 2700 клеток микроорганизмов в 1 м³ воздуха, 1000 м — 500-700 клеток. При удалении от города на 5—7 км на тех же высотах содержание бактерий уменьшается в 3—4 раза. Жизнеспособные микроорганизмы обнаружены даже в стратосфере, хотя их там очень мало. Зимой в воздухе микробов значительно меньше, чем летом. Ветры способствуют обогащению воздуха микробами, а выпадающие осадки значительно очищают от них воздух.

Большое значение для уменьшения количества микробов в воздухе имеют зеленые насаждения. Листья деревьев и кустарников обладают значительной пылезадерживающей способностью.

Состав микрофлоры воздуха нестабилен. В воздухе находятся обычно наиболее устойчивые против высыхания и действия ультрафиолетовых лучей различные микрококки, сарцины, споры бактерий и грибов, дрожжи. Могут встречаться и болезнетворные микроорганизмы, особенно устойчивые к высушиванию, например, туберкулезные палочки, патогенные стрептококки и стафилококки, вирусы. Человек в среднем за сутки вдыхает 12000 л воздуха. При этом в дыхательных путях задерживаются 99,8% микроорганизмов, содержащихся в воздухе.

На микрофлору воздуха следует обращать большое внимание, так как воздух служит источником инфицирования микробами пищевых продуктов. Через воздух могут передаваться и некоторые инфекционные заболевания, возбудители которых выделяются больными и бациллоносителями при разговоре, чихании, кашле.

В закрытых помещениях, особенно где находится много людей, воздух почти всегда содержит больше микроорганизмов, чем наружный. В производственных помещениях количество пыли, а, следовательно, и микроорганизмов зависит от способа очистки помещения, организации производственного процесса, применения и эффективности работы вентиляции и других условий.

На предприятиях пищевой промышленности, в производственных цехах и в местах хранения продуктов необходимо соблюдать не только

определенные 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. Санитарно-показательными микроорганизмами, по содержанию которых в воздухе можно судить о степени его чистоты, служат гемолитические (растворяющие эритроциты крови) стрептококки. Они являются постоянными обитателями верхних дыхательных путей, слизистой носа и ротовой полости человека.

Санитарная оценка воздуха. Для определения микрофлоры воздуха используют следующие методы: - седиментационный (метод Коха), фильтрационный (воздух пропускают через воду); методы, основанные на принципе ударного действия воздушной струи с использованием специальных приборов. Последние методы надежнее, так как они позволяют точно определить количественное загрязнение воздуха микроорганизмами и изучить их видовой состав.

На предприятиях пищевой промышленности, в производственных цехах и в местах хранения продуктов необходимо соблюдать как определенную влажность и температуру, так и чистоту воздуха.

В молочной промышленности санитарное состояние воздуха производственных помещений оценивают по двум микробиологическим показателям: общему числу бактерий (микрококки, сарцины, палочковидные) и числу плесневых грибов и дрожжей, которые оседают из воздуха на поверхность агаровой среды (мясо-пептонного и суслового агаров) в чашках Петри за 5 мин.

На предприятиях мясной промышленности в холодильных камерах



проводят анализ воздуха на присутствие плесневых грибов.

Рисунок 10.1
Рост колоний плесневых грибов на чашках Петри.

Воздух камер исследуют перед закладкой мяса (до и после

дезинфекции) и периодически - не реже 1 раза в квартал в процессе хра-

нения мяса при температуре -12°C . Учет ведут по числу колоний плесневых грибов, выросших на поверхности агаровой среды на чашках Петри.

Санитарную оценку воздуха закрытых помещений осуществляют по двум микробиологическим показателям: общему количеству микроорганизмов и количеству санитарно-показательных стрептококков в 1 м^3 воздуха

По числу клеток в 1 м^3 воздуха судят о степени обсеменения стрептококком носоглоточной микрофлоры человека и животных, а, следовательно, о возможном наличии в воздухе патогенных микроорганизмов.

Своевременная окраска, побелка стен и потолков, ежедневная влажная уборка помещений, систематическая вентиляция, особенно с фильтрацией поступающего воздуха, значительно уменьшают запыленность помещений и количество в них микробов.

В отдельных случаях для очистки воздуха от микроорганизмов применяют дезинфекцию. Для этого пригодны только те дезинфицирующие вещества, которые быстро вызывают гибель микроорганизмов, но безвредны для человека, не портят оборудования и других предметов, бесцветны и лишены запаха. Хорошие результаты получены, например, при использовании в качестве антисептиков молочной кислоты (технической), триэтиленгликоля.

Микрофлора почвы

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

Количественный и качественный состав микрофлоры различных почв значительно колеблется в зависимости от химического состава почвы, ее физических свойств, реакции, влагоемкости, степени аэрации. Существенно влияют также климатические условия, время года, способы сельскохозяйственной обработки почвы, характер растительного покрова и многие другие факторы.

Неодинаково распространены микроорганизмы и по горизонтам почвы. Меньше всего их содержится обычно в самом поверхностном, толщиной в несколько миллиметров, слое, где микроорганизмы подвергаются неблагоприятному воздействию солнечного света и высушивания.

Особенно обильно населен следующий слой почвы, толщиной до 5 см. По мере углубления число микроорганизмов падает. На глубине 25

см, количество их в 10—20 раз меньше, чем в поверхностном слое толщиной 1—2 см, (по данным А. С. Разумова). Меняется с глубиной и состав микрофлоры. В верхних слоях почвы, содержащих много остатков животных и растений, а также подвергающихся хорошей аэрации, преобладают аэробные сапрофитные организмы, способные расщеплять сложные органические соединения. Чем глубже почвенные слои, тем беднее они органическими веществами; доступ воздуха в них затруднен, поэтому здесь преобладают анаэробные бактерии.

Количество бактерий в почве измеряется сотнями и тысячами. Микрофлора почвы представлена разнообразными видами бактерий, актиномицетов, грибов, водорослей и простейших животных. К постоянным обитателям почвы относятся различные спороносные бактерии. Изаэробов чаще встречаются *Bacillus mycoides*, *B. mesentericus*, *B. megatherium*, из анаэробов *Clostridium sporogenes*, *C. perfringens*, *C. putrificum*.

В почве находятся также бактерии маслянокислые, разлагающие клетчатку, нитрифицирующие, денитрифицирующие, азотфиксирующие. Наряду с обычными обитателями почвы могут встречаться и болезнетворные микроорганизмы, преимущественно спорообразующие бактерии, например, возбудители столбняка, газовой гангрены, ботулизма и др. Поэтому загрязнение почвой пищевых продуктов представляет опасность.



Рисунок 10.2 Клубеньки белого люпина

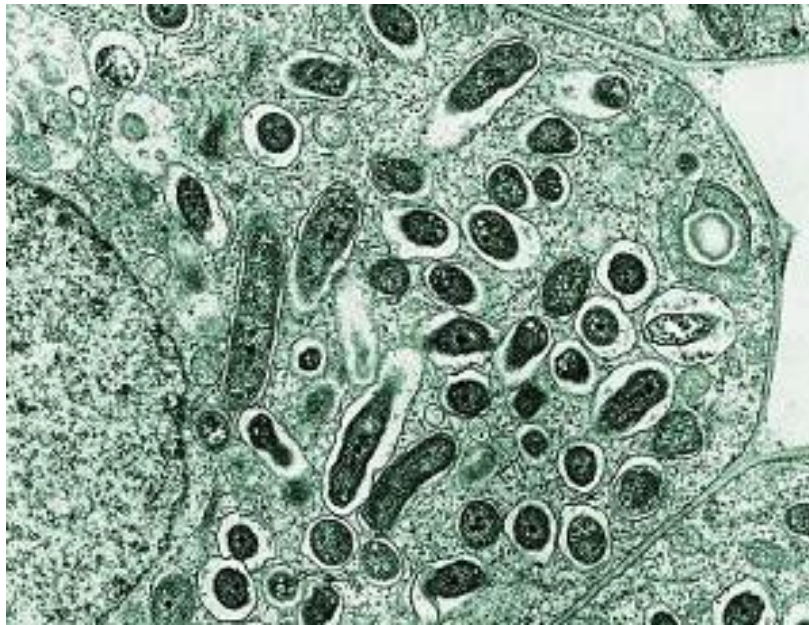


Рисунок 10.3. Клубеньковые бактерии внутри клубенька

Патогенные бесспорные бактерии (например, брюшнотифозные, дизентерийные) сохраняются в почве сравнительно недолго (недели, месяцы), а споры бактерий — годами.

При санитарной оценке почвы критерием служит титр кишечной палочки и количество сапрофитных бактерий. Имеет значение и определение *C. perfringens* и энтерококков.

В почве одновременно с минерализацией органических веществ происходят процессы бактериального самоочищения — отмирание несвойственных почве сапрофитных и патогенных бактерий.

Деятельность почвенных микроорганизмов играет большую роль в формировании почвы, создании ее плодородия. Особо важное значение имеют микроорганизмы, фиксирующие свободный азот, и те, которые переводят соединения углерода, азота, фосфора и других элементов из недоступных для растений форм в усвояемые ими вещества. Различные микроорганизмы, последовательно сменяя друг друга, осуществляют грандиозную работу по минерализации попадающих в почву разнообразных органических веществ, что обуславливает круговорот веществ в природе.

Микрофлора воды

Природные воды представляют собой среду, в которой микроорганизмы могут размножаться. Интенсивность размножения микробов в воде зависит от ряда факторов и в первую очередь от наличия в ней пищи.

Природные воды всегда содержат в большем или меньшем количестве растворенные органические и минеральные вещества, которые могут быть использованы микроорганизмами в процессе питания. Количественный и качественный состав микрофлоры различных природных вод разнообразен.

Состав микрофлоры подземных вод (артезианской, ключевой и др.) зависит главным образом от глубины залегания водоносного слоя, характера грунта и почвы. 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 обычно значительные количества бактерий, среди которых могут быть и болезнетворные. Чем выше расположены грунтовые воды, тем обильнее их микрофлора.

Поверхностные воды, т. е. воды открытых водоемов (рек, озер, водохранилищ, прудов и т. п.), отличаются большим разнообразием и непостоянством химического состава и состава микрофлоры. Эти воды загрязняются остатками растений, промышленными и бытовыми отбросами. Загрязнения попадают в водоемы главным образом с дождевыми потоками и со сточными водами промышленных производств. Вместе с различными органическими и минеральными загрязнениями в водоемы вносится масса микроорганизмов, среди которых могут попадать патогенные.

Возбудители кишечных инфекций и другие патогенные бактерии в воде длительно сохраняются вирулентными. Так, возбудитель брюшного тифа сохраняется в водопроводной воде 2—93 дня, дизентерии—15—27, а холеры — 4—28 дней. В речной воде возбудители этих заболеваний сохраняют жизнеспособность в течение соответственно 4—183 дней, 12—90 и 1—90 дней. Во льду также в течение нескольких недель остаются жизнеспособными бактерии коли-тифозной группы.

Состав и количество микробов открытого водоема зависят от химического состава воды, заселенности прибрежных районов, времени года и других причин.

В чистых водоемах до 80% всей аэробной сапрофитной микрофлоры приходится на долю кокковых форм бактерий, остальные — преимущественно бесспорные палочковидные бактерии.

В реке, протекающей в районе крупных населенных пунктов или промышленных предприятий, вода может содержать сотни тысяч и миллионы бактерий в 1 см³, а выше этих пунктов — всего лишь сотни или тысячи бактерий.

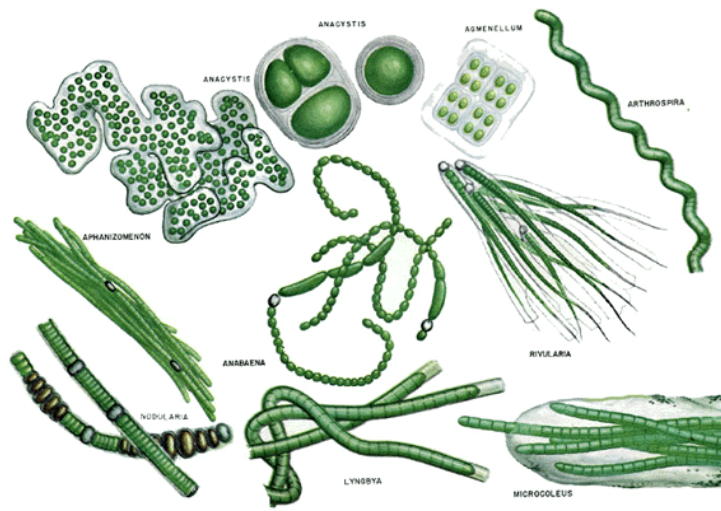


Рисунок 10.4. Сине-зеленые водоросли.

В воде прибрежной зоны водоемов, особенно стоячих, микроорганизмов больше, чем вдали от берегов. Больше микроорганизмов содержится также в поверхностных слоях воды, но особенно много их в иле, главным образом в его

верхнем слое, где образуется как бы пленка из бактерий, играющая большую роль в процессах превращения веществ в водоеме. Сильно возрастает число бактерий в открытых водоемах во время весеннего половодья или после обильных дождей.

Среди водных организмов есть такие, массовое развитие которых может принести значительный вред. Бурное развитие микроскопических водорослей обуславливает «цветение» водоемов. Даже при небольшом цветении резко ухудшаются органолептические свойства воды, осложняется работа фильтров на водопроводных станциях. Массовое развитие некоторых видов сине-зеленых водорослей может служить причиной падежа скота, отравления рыбы, заболеваний людей.

Промышленные предприятия, используя воду в технологических процессах, предъявляют определенные требования к ее физическим свойствам и химическому составу, специфические для разных производств.

Пищевая промышленность предъявляет к воде особые требования. Важное значение имеет не только химический состав воды, но и характер ее микробного населения. Вода непосредственно входит в состав ряда продуктов (напитков, бульонов, соусов и др.). Ее употребляют также для мойки перерабатываемого пищевого сырья, аппаратуры, тары и т. п. Использование воды с большим количеством микробов приводит к чрезмерному обсеменению ими продуктов. В связи с этим вода, применяемая в пищевой промышленности и на предприятиях общественного питания, как и питьевая вода, должна соответствовать определенным санитарно-гигиеническим требованиям.

Питьевая вода по составу и свойствам должна быть безопасной в эпидемическом отношении, безвредной по химическому составу и иметь хорошие органолептические свойства. Качество питьевой воды, подаваемой централизованными хозяйственно-питьевыми системами водоснабжения и водопроводами, оценивается комплексом химических, органолептических и бактериологических показателей. Общее число бактерий

не должно превышать 100 клеток в 1 см³, количество кишечных палочек (коли-индекс) должно быть не более трех в 1 л, а коли-титр не менее 300 см³; при этом учитывают все разновидности бактерий группы кишечной палочки (ГОСТ 2874—73). 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 более 1000 в 1 см³.

В качестве источников водоснабжения используются открытые водоемы (реки, водохранилища) и подземные (артезианские) воды. К водоисточникам предъявляют определенные требования. Вода их оценивается также по химическим, органолептическим, санитарно-бактериологическим показателям, в зависимости от которых устанавливают методы обработки (очистки) и обеззараживания воды.

По степени микробного загрязнения различают три зоны водоема:

- 1) полисапробная зона — наиболее сильно загрязненная; бедная кислородом, богатая органическими веществами. В 1 мл воды содержится 1 млн клеток микробов и более. Преобладают клетки кишечной палочки и анаэробные бактерии, вызывающие процессы брожения и гниения;
- 2) мезосапробная зона — умеренно загрязненная вода, в которой активно идет процесс минерализации органических веществ интенсивными процессами окисления и нитрификации. Содержание микроорганизмов в 1 мл воды составляет сотни тысяч клеток бактерий, кишечных палочек значительно меньше;
- 3) олигосапробная зона — зона чистой воды, содержащей в 1 мл десятки или сотни клеток, не более. В 1 л этой воды кишечная палочка отсутствует или выделяется несколько ее клеток. Это указывает на то, что самоочищение воды закончилось.

Микрофлора человека и ее значение

Ребенок развивается в организме матери в норме в стерильных условиях. Формирование новой экологической системы “организм человека + населяющая его микрофлора” начинается в момент рождения, причем основой ее является микрофлора матери и окружающей ребенка внешней среды (прежде всего воздуха). В течение короткого времени кожные покровы и слизистые оболочки, сообщаемые со внешней средой, заселяются разнообразными микроорганизмами. В формировании микрофлоры детей первого года (главным образом- бифидобактерии и лактобактерии) существенную роль имеет естественное (грудное) вскармливание.

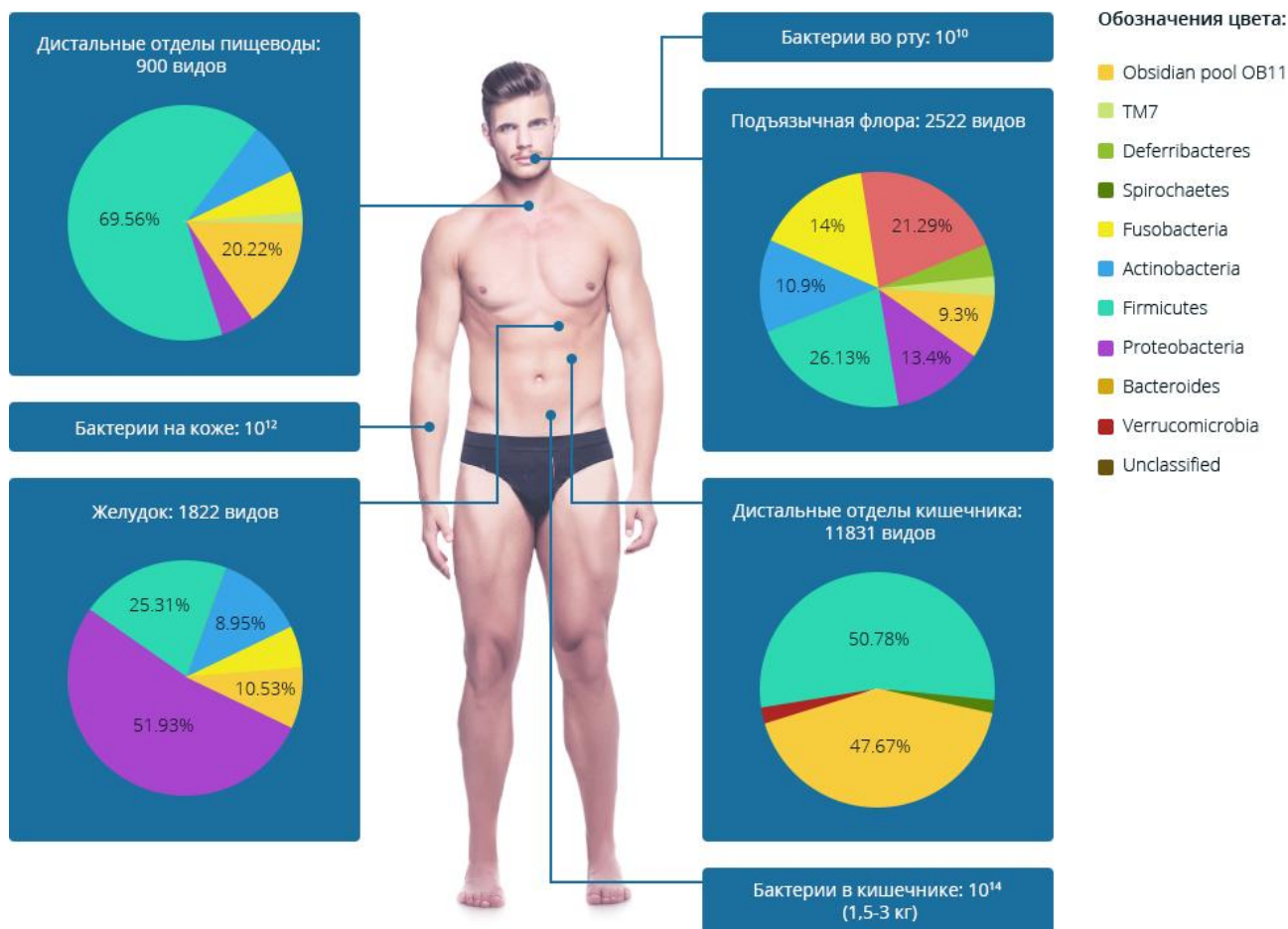


Рисунок 10.5 Состав микробиоты человека.

Нормальная (т.е. в условиях здорового организма) микрофлора в количественном и качественном отношении представлена на различных участках тела (эктопах) неодинаково. Причины - неодинаковые условия обитания.

Аутохтонная (т.е. присущая данной области) микрофлора может быть разделена на резидентную (постоянную) и транзиторную (непостоянную). На слизистых оболочках, особенно желудочно-кишечного тракта, представители нормальной микрофлоры обитают в виде двух форм: часть из них располагается в просвете (просветная), другая заключена в мукозный пристеночный матрикс, образующий биопленку (пристеночная микрофлора). С ней связана колонизационная резистентность кишечника - естественный барьер защиты кишечника (и организма в целом) от инфекционных агентов.

Нормальная микрофлора кожи.

Наиболее заселены микроорганизмами места, защищенные от действия света и высыхания. Наиболее постоянен состав микрофлоры в области устьев сально-волосяных фолликулов. Чаще выявляют *Staphylococcus epidermidis* и *S.saprophyticus*, грибы рода *Candida*, реже - дифтероиды и микрококки.

Микрофлора дыхательных путей.

Слизистые оболочки гортани, трахеи, бронхов и альвеолы здорового человека не содержат микроорганизмов. Основная масса микрофлоры рото- и носоглотки приходится на зеленящего стрептококка, реже выявляются нейссерии, дифтероиды и стафилококки.

Микрофлора мочевого тракта.

Микробный биоценоз скуден, верхние отделы обычно стерильны. Во влагалище здоровой женщины преобладают молочнокислые палочки Додерлейна (лактобактерии), создающие кислую рН, угнетающую рост грамотрицательных бактерий и стафилококков, и дифтероиды. Существует баланс между лактобактериями с одной стороны и гарднереллами и анаэробами с другой.

Микрофлора желудочно-кишечного тракта.

Наиболее активно бактерии обживают желудочно-кишечный тракт. При этом колонизация осуществляется четко “по этажам”. В желудке с кислой реакцией среды и верхних отделов тонкой кишки количество микроорганизмов не превышает 1000 в мл, чаще обнаруживают лактобациллы, энтерококки, дрожжи, бифидобактерии, *E.coli*.

Микрофлора толстого кишечника наиболее стабильна и многообразна. Это поистинне резервуар бактерий всего организма обнаружено более 250 видов, общая биомасса микробов может достигать 1,5 кг. Доминирующей группой в норме являются бесспорные анаэробные бактерии (бифидобактерии и бактероиды) - до 99%. Выделяют мукозную (пристеночную) и просветную микрофлору. Пристеночная микрофлора обеспечивает колонизационную резистентность кишечника, играющую важную роль в предупреждении (в норме) и в развитии (при патологии) экзо- и эндогенных инфекционных заболеваний.

Нормальная микрофлора и особенно микрофлора толстого кишечника оказывает существенное влияние на организм. Основные ее функции:



Рисунок 10.6. Функции нормальной микрофлоры человека.

- защитная (антагонизм к другим, в том числе патогенным микробам);
- иммуностимулирующая (антигены микроорганизмов стимулируют развитие лимфоидной ткани);
- пищеварительная (прежде всего обмен холестерина и желчных кислот);
- метаболическая (синтез витаминов группы В- В1,2,6,12, К, никотиновой, пантотеновой, фолиевой кислот).

Существуют различные методы изучения роли нормальной микрофлоры. Гнотобионты (безмикробные животные) используются для изучения роли микроорганизмов для функционирования физиологических систем. Гнотобиологические технологии используют для лечения иммунодефицитов, ожогов.

В результате разнообразных воздействий, снижающих естественную резистентность, при тяжелых инфекционных и соматических заболеваниях и особенно при нерациональном применении антибиотиков возникают дисбактериозы. Дисбактериоз - изменения количественного и качественного состава микрофлоры, главным образом кишечника. Чаще со-

проводятся увеличением факультативно- анаэробной или остаточной микрофлоры (грамтрицательных палочек - кишечной палочки, протей, псевдомонад), стафилококков, грибов рода *Candida*. Эти микроорганизмы как правило устойчивы к антибиотикам и при подавлении нормофлоры антибиотиками и снижении естественной резистентности получают возможность беспрепятственно размножаться.

Наиболее тяжелые формы дисбактериозов- стафилококковые пневмонии, колиты и сепсис, кандидомикозы, псевдомембранозный колит, вызываемый *Clostridium difficile*.

Для лечения используют биопрепараты, восстанавливающие нормальную микрофлору- эубиотики- колибактерин (используют специальный штамм *E.coli*, антагонист шигелл), лактобактерин, бифидумбактерин, бификол, бактисубтил и другие, а также специальные бактериофаги.

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ

РАЗДЕЛ 1 ОБЩАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ

1. К факторам, влияющим на сбалансированный рост бактерий, относят:

- а) давление кислорода;
- б) содержание неорганических ионов;
- в) парциальное давление двуокиси углерода;
- г) природа имеющихся в резерве органических соединений.

2. Условиями, стимулирующими капсулообразование у бактерий, являются:

- а) рост бактерий в организме человека или животных;
- б) рост на синтетических средах;
- в) культивирование при низких температурах;
- г) рост на средах, содержащих большое количество углеводов.

3. Полисахаридная капсула обеспечивает:

- а) вирулентность;
- б) резистентность к фагоцитозу;
- в) резистентность к антибиотикам.

4. Подвижность бактерий обеспечивается:

- а) вращением жгутиков;
- б) фимбриями;
- в) сокращением клеточной стенки;
- г) пиями.

5. Для определения подвижности бактерий можно применять следующие методы:

- а) метод серебрения по Морозову;
- б) метод «висячей капли»;
- в) посев по Шукевичу;
- г) метод Вейнберга.

6. Основными функциями бактериальной споры являются:

- а) обеспечивает адгезивность;

- б) защита от неблагоприятных факторов внешней среды;
- в) участвует в передаче генетического материала;
- г) образование ферментов.

7. Для выявления спор применяют следующие методы:

- а) метод Грама;
- б) метод Циля-Нильсена;
- в) метод Нейссера;
- г) метод Ожешки;
- д) метод Бурри-Гинса.

8. Для выявления включений волютина применяют следующие методы:

- а) метод Грама;
- б) метод Циля-Нильсена;
- в) метод Нейссера;
- г) метод Ожешки;
- д) метод Бурри-Гинса.

9. Для выявления клеточной стенки применяют следующие методы:

- а) метод Грама;
- б) метод Циля-Нильсена;
- в) метод Нейссера;
- г) метод Ожешки;
- д) метод Бурри-Гинса.

10. Для выявления капсул применяют следующие методы:

- а) метод Грама;
- б) метод Циля-Нильсена;
- в) метод Нейссера;
- г) метод Ожешки;
- д) метод Бурри-Гинса.

11. При спорообразовании синтезируется дипикалиновая кислота. Ее можно обнаружить:

- а) в вегетативных клетках;
- б) в протопласте споры;
- в) в оболочке споры;
- г) в нуклеоиде клетки.

12. Условиями, способствующими спорообразованию, являются:

- а) недостаток питательных веществ в среде;
- б) накопление продуктов обмена;
- в) накопления внутри клеток запасных веществ;
- г) добавления глюкозы в питательную среду.

13. Пигменты бактерий выполняют следующие функции:

- а) защиты от действия света;
- б) выполнения каталитической функции;
- в) защиты от действия инфракрасных лучей;
- г) определяет антигенную структуру.

14. Клеточная стенка бактерий выполняет следующие функции:

- а) осуществление транспорта веществ;
- б) выполняет каталитическую функцию;
- в) защищает от внешних воздействий;
- г) определяет антигенную структуру.

15. Фимбрии осуществляют следующие функции:

- а) способствования прикрепления бактерий к клеткам животных и человека;
- б) участия в передаче генетического материала;
- в) локомоторная функция.

16. Пили осуществляют следующие функции:

- обеспечивают адгезивность;
- участвуют в передаче генетического материала;
- адсорбируют бактериофаги.
- а) верно 1, 2;
- б) верно 2, 3;
- в) верно 1, 2, 3.

17. Бактериальную клетку от эукариотической клетки отличают следующие признаки:

- отсутствие эндоплазматической сети;
- отсутствие ядерной мембраны;
- наличие цитоплазматической мембраны;
- связь ферментов окислительного фосфорилирования с плазматической мембраной.

а) верно 1, 2, 4;

б) верно 2, 3, 4;

в) верно 1, 3, 4.

18. Основными функциями цитоплазматической мембраны являются:

регулирование транспорта метаболитов и ионов;

образование ферментов;

образование токсинов;

участие в синтезе компонентов клеточной стенки;

участие в спорообразовании;

контролирование обмена веществ между клеткой и окружающей средой;

контролирование обмена между органеллами и цитоплазмой.

а) верно 1, 2, 3, 5, 6;

б) верно 3, 4, 5, 6, 7;

в) верно 1, 2, 3, 4, 7;

г) верно 1, 2, 3, 4, 5.

19. При прорастании спор происходят следующие физиологические процессы:

а) увеличивается содержание воды;

б) активируются ферментативные процессы;

в) активируются энергетические и биосинтетические процессы;

г) накапливается дипикалиновая кислота.

20. Основными структурными элементами клеточной стенки грамотрицательных бактерий являются:

1) тейхоевые кислоты;

2) липополисахариды;

3) пептидогликан;

4) белки;

5) липиды.

а) верно 1, 3;

б) верно 2, 3;

в) верно 4, 5.

21. Основными структурными элементами клеточной стенки грамположительных бактерий являются:

тейхоевые кислоты;

липополисахариды;

белки;

липиды;
пептидогликан.

- а) верно 1, 5;
- б) верно 2, 3;
- в) верно 4, 5.

22. Для клеточной стенки грамположительных бактерий характерно:

- а) наличие одно-, двухслойного муреинового мешка;
- б) наличие многослойного муреинового мешка;
- в) наличие тейхоевых кислот;
- г) наличие мезодиаминопимелиновой кислоты.

23. Для клеточной стенки грамотрицательных бактерий характерно:

- а) наличие одно-, двухслойного муреинового мешка;
- б) наличие тейхоевых кислот;
- в) наличие мезодиаминопимелиновой кислоты;
- г) наличие многослойного муреинового мешка.

24. Обязательными внешними структурами бактериальной клетки являются:

жгутики;
капсула;
клеточная стенка;
пили;
цитоплазматическая мембрана.

- а) верно 1, 3;
- б) верно 3, 5;
- в) верно 2, 3;
- г) верно 4, 5.

25. Обязательными для бактериальной клетки внутренними структурами являются:

1) цитоплазма;
2) споры;
3) нуклеоид;
4) зерна волютина.

- а) верно 1, 3;
- б) верно 2, 3;
- в) верно 1, 4.

26. Мезосомы бактерий участвуют в:

- а) делении клетки;
- б) спорообразовании;
- в) синтезе материала клеточной стенки;
- г) энергетическом метаболизме;
- д) секреции веществ.

27. Рибосомы бактериальных клеток участвуют в:

- а) синтезе белка;
- б) образовании полисомы;
- в) репликации ДНК.

28. Нуклеоид бактерий выполняет следующие функции:

- а) осуществляет транспорт веществ;
- б) выполняет каталитическую функцию;
- в) защищает от внешних воздействий;
- г) содержит геном бактериальной клетки.

29. Для нуклеоида бактериальной клетки характерно:

- а) отсутствие мембраны;
- б) наличие хромосом;
- в) деление митозом;
- г) отсутствие гистонов.

30. Количество нуклеоидов бактериальной клетки зависит:

- а) от фазы развития;
- б) от нарушения синхронизации между скоростью роста клеток и скоростью клеточного деления;
- в) от количества внехромосомных молекул ДНК.

31. Носителями генетической информации у бактерий являются:

- а) молекулы ДНК;
- б) молекулы РНК;
- в) плазмиды;
- г) транспозоны.

32. К внехромосомным факторам наследственности бактерий относятся:

- а) плазмиды;
- б) транспозоны;

- в) IS-последовательности;
- г) нуклеотид.

33. Плазмиды выполняют следующие функции:

- а) регуляторную;
- б) кодирующую;
- в) синхронизирующую;
- г) транскрипционную.

34. Рекомбинацией называют:

- а) изменения в первичной структуре ДНК, которые выражаются в наследственно закрепленном изменении или утрате какого-либо признака;
- б) процесс восстановления наследственного материала;
- в) процесс передачи генетического материала донора реципиентной клетке.

35. Трансформацией является:

- а) процесс передачи генетического материала от одних бактерий другим с помощью фагов;
- б) процесс переноса генетического материала в растворенном состоянии при культивировании реципиента на среде с ДНК донора;
- в) процесс передачи генетического материала от клетки-донора в клетку-реципиент путем непосредственного контакта клеток.

36. Конъюгацией называют:

- а) процесс передачи генетического материала от одних бактерий другим с помощью фагов;
- б) процесс переноса генетического материала в растворенном состоянии при культивировании реципиента на среде с ДНК донора;
- в) процесс передачи генетического материала от клетки-донора в клетку-реципиент путем непосредственного контакта клеток.

37. Трансдукцией является:

- а) процесс передачи генетического материала от одних бактерий другим с помощью фагов;
- б) процесс переноса генетического материала в растворенном состоянии при культивировании реципиента на среде с ДНК донора;

в) процесс передачи генетического материала от клетки-донора в клетку-реципиент путем непосредственного контакта клеток.

38. К репарации относится:

- а) изменения в первичной структуре ДНК, которые выражаются в наследственно закрепленном изменении или утрате какого-либо признака;
- б) процесс восстановления наследственного материала;
- в) процесс передачи генетического материала донора реципиентной клетке.

39. Мутация заключается:

- а) в изменениях первичной структуры ДНК, которые выражаются наследственно закрепленном изменении или утрате какого-либо признака;
- б) в процессе восстановления наследственного материала;
- в) в процессе передачи генетического материала донора реципиентной клетке.

40. Синтез энтеротоксинов контролируется:

- а) R-плазмидой;
- б) F-плазмидой;
- в) Col-плазмидой;
- г) Ent-плазмидой.

41. Синтез половых ворсинок контролируется:

- а) R-плазмидой;
- б) F-плазмидой;
- в) Col-плазмидой;
- г) Ent-плазмидой.

42. Синтез бактериоцинов контролируется:

- а) R-плазмидой;
- б) F-плазмидой;
- в) Col-плазмидой;
- г) Ent-плазмидой.

43. Устойчивость бактерий к лекарственным препаратам детерминируется:

- а) R-плазмидой;
- б) F-плазмидой;
- в) Col-плазмидой;
- г) Ent-плазмидой.

44. Is-последовательности представляют собой:

- а) нуклеотидные последовательности, включающие 2000–20500 пар нуклеотидов;
- б) фрагменты ДНК длиной около 1000 пар нуклеотидов;
- в) кольцевидные суперсперализированные молекулы ДНК, содержащие 1500–400 000 пар нуклеотидов.

45. Транспозоны представляют собой:

- а) нуклеотидные последовательности, включающие 2000–20500 пар нуклеотидов;
- б) фрагменты ДНК длиной около 1000 пар нуклеотидов;
- в) кольцевидные суперсперализированные молекулы ДНК, содержащие 1500–400 000 пар нуклеотидов.

46. Плазмиды представляют собой:

- а) нуклеотидные последовательности, включающие 2000–20500 пар нуклеотидов;
- б) фрагменты ДНК длиной около 1000 пар нуклеотидов;
- в) кольцевидные суперсперализированные молекулы ДНК, содержащие 1500–400000 пар нуклеотидов.

47. Основными компонентами нуклеиновых кислот являются:

- а) пентозы;
- б) азотистые основания;
- в) остаток фосфорной кислоты;
- г) гистоны.

48. При синтезе белка роль матрицы выполняет:

- а) и-РНК;
- б) т-РНК;
- в) р-РНК;
- г) малые РНК.

49. В состав ДНК входят:

- рибоза;
 - дезоксирибоза;
 - аналоги азотистых оснований;
 - остаток фосфорной кислоты.
- а) верно 1, 2, 3;

- б) верно 2, 3, 4;
- в) верно 1, 3, 4.

50. В состав РНК входят:

- рибоза;
 - дезоксирибоза;
 - аналоги азотистых оснований;
 - остаток фосфорной кислоты.
- а) верно 1, 2, 3;
 - б) верно 1, 3, 4;
 - в) верно 2, 4.

51. Ген дискретен и включает в себя единицу:

- а) мутации;
- б) рекомбинации;
- в) функции.

52. Фенотипом является:

- а) совокупность внешних признаков;
- б) взаимодействие генотипа и среды;
- в) проявление внешних признаков организма в результате взаимодействия организма с внешней средой.

53. Генетический код обладает рядом признаков, основным из которых является:

- а) вырожденность;
- б) неперекрываемость;
- в) универсальность.

54. Бактериальную клетку наделяют вирулентными свойствами плазмиды:

- а) R, Col, Hly;
- б) Vir, R, F;
- в) Ent, F, Hly;
- г) Hly, Ent, Vir.

55. Генные мутации появляются в результате:

- а) выпадения пар оснований;
- б) вставки оснований;
- в) замены пар оснований;

г) перемещения транспозонов.

56. Для всех бактерий характерны следующие свойства:

- а) они гаплоидны;
- б) их генетический материал организован в единственную хромосому;
- в) имеют обособленные фрагменты ДНК – плазмиды, транспозоны, IS-последовательности;
- г) они используют тот же самый генетический код, что и эукариоты;
- д) их генотипы и фенотипы одинаковы.

57. Для процесса репликации ДНК бактерий характерны следующие признаки:

- а) связана с делением клетки;
- б) начинается в единственном уникальном сайте;
- в) требует синтеза РНК-затравки;
- г) зависит от синтеза пермеаз;
- д) определяется IS- последовательностями.

58. Укажите РНК-содержащие морфологические типы бактериофагов:

- а) 1-го, 2-го типа;
- б) 2-го, 3-го типа;
- в) 3-го, 4-го типа;
- г) 5-го, 4-го типа.

59. Из 5 морфологических типов включает как РНК-, так и ДНК-содержащие фаги только:

- а) 1-й тип;
- б) 2-й тип;
- в) 3-й тип;
- г) 4-й тип;
- д) 5-й тип.

60. По химической структуре вирионы бактериофагов состоят:

- а) из нуклеиновых кислот;
- б) из белка;
- в) из углеводов;
- г) из фосфолипидов;
- д) из жирных кислот.

61. Продуктивная инфекция бактериофагом заканчивается:

- а) гибелью клетки;
- б) размножением фагов без гибели клетки;
- в) размножением в клетке фаговых частиц;
- г) образованием белковых частиц.

62. При лизогении фаг находится в клетке в виде:

- а) зрелых частиц;
- б) профага;
- в) связанным с ДНК клетки хозяина.

63. Вирулентным фагам соответствуют следующие признаки:

- а) не вызывают формирование фаговых частиц;
- б) не вызывают лизис клетки;
- в) не находятся в клетках в виде профага;
- г) находятся в клетках в виде профага.

64. Фаговая конверсия – это изменения свойств клетки хозяина, которые вызываются:

- а) профагом;
- б) дефектными фаговыми частицами;
- в) вирулентными фагами.

65. Трансдукция отличается от фаговой конверсии по следующим признакам:

- а) трансдукция осуществляется с низкой частотой;
- б) трансдуцирующий фаг дефектен;
- в) трансдуцирующий фаг нормальный;
- г) передаются бактериальные гены.

66. Лизогенизация выгодна:

- а) только микробной клетке;
- б) только фаговыми частицам;
- в) микробной клетке и бактериофагу.

67. Для выделения бактериофага используются следующие методы:

- а) метод Грация;
- б) метод Аппельмана;

- в) метод Отто;
- г) метод Перетца.

68. В практической работе фаги используют для:

- а) профилактики инфекционных заболеваний;
- б) терапии инфекционных заболеваний;
- в) диагностики инфекционных заболеваний;
- г) идентификации бактериальных культур;
- д) типирования бактериальных культур.

69. В основе таксономии, классификации и номенклатуры бактерий лежит изучение:

- а) морфологии;
- б) биохимии;
- в) структуры и гибридизации ДНК;
- г) структуры клеточной стенки.

70. Нумерическая таксономия бактерий основана:

- а) на сходстве совокупности признаков микроорганизмов;
- б) на сходстве минимума важнейших признаков микроорганизмов;
- в) на сходстве широкого круга признаков;
- г) на учете сходства возможно большего числа признаков изучаемых микроорганизмов.

71. Для окраски микроорганизмов наиболее часто используют сложные методы окраски:

- а) по Цилю-Нильсону;
- б) по Романовскому-Гимзе;
- в) по Граму;
- г) по Бурри-Гинсу.

72. Для окраски микроорганизмов наиболее часто используют следующие красители:

- а) фуксин;
- б) генцианвиолет;
- в) метиленовый синий;
- г) эритрозин;
- д) тушь.

73. Люминесцентная микроскопия используется при изучении:

- а) окрашенных препаратов;

б) нативных неокрашенных препаратов;
в) при проведении микрофотосъемки;
г) при исследовании патологического материала.

74. Электронная микроскопия используется при изучении:

- а) окрашенных препаратов;
- б) нативных неокрашенных препаратов;
- в) при проведении микрофотосъемки;
- г) при исследовании патологического материала.

75. Темнопольная микроскопия используется при изучении:

- а) окрашенных препаратов;
- б) нативных неокрашенных препаратов;
- в) при проведении микрофотосъемки;
- г) при исследовании патологического материала.

76. Фазово-контрастная микроскопия используется при изучении:

- а) окрашенных препаратов;
- б) нативных неокрашенных препаратов;
- в) при проведении центрифужной микрофотосъемки;
- г) при исследовании патологического материала.

77. К основным методам люминесцентной микроскопии, используемым в медицинской бактериологии, относится:

- а) прямое флуорохромирование;
- б) прямая реакция иммунофлуоресценции;
- в) непрямая реакция иммунофлуоресценции;
- г) определение спонтанной флуоресценции колоний.

78. Для выделения микроорганизмов предпочтительно использовать питательные среды:

- простые;
 - сложные;
 - элективные;
 - среды обогащения.
- а) верно 1, 2;
 - б) верно 3, 4;
 - в) верно 1, 4.

79. Для контроля качества питательной среды в практических лабораториях чаще применяют:

- определение аминного азота;
- определение рН;
- титрованный посев контрольного штамма;
- определение окислительно-восстановительного потенциала.

- а) верно 1, 2;
- б) верно 3, 4;
- в) верно 2, 3.

80. Наиболее распространенным методом стерилизации питательных сред является:

- а) сухожаровой;
- б) автоклавирование;
- в) фильтрация;
- г) кипячение.

81. Наиболее часто в практических лабораториях используется метод заражения животных:

- внутривенный;
- пероральный;
- внутрибрюшинный;
- подкожный;
- накожный.

- а) верно 1, 2;
- б) верно 3, 4;
- в) верно 2, 5.

82. Для выращивания микроорганизмов наиболее важным является:

- соблюдение температурного режима;
- определенное значение рН среды;
- обеспечение определенной степени аэрации среды;
- определение окислительно-восстановительного потенциала среды.

- а) верно 1, 2;
- б) верно 3, 4;
- в) верно 2, 4.

83. Среди патогенных бактерий наиболее часто встречаются:

- а) облигатные аэробы;
- б) облигатные анаэробы;
- в) факультативные анаэробы;

г) чрезвычайно кислородочувствительные.

84. Патогенные бактерии по температуре культивирования относятся:

- а) к психрофилам;
- б) к мезофилам;
- в) к термофилам.

85. Оптимальным температурным режимом для выращивания психрофильных бактерий является:

- а) 6–30 °С;
- б) 30–40 °С;
- в) 40–50 °С.

86. Оптимальным температурным режимом для выращивания мезофильных бактерий является:

- а) 6–30 °С;
- б) 30–40 °С;
- в) 40–50 °С.

87. Оптимальным температурным режимом для выращивания термофильных бактерий является:

- а) 6–30 °С;
- б) 30–40 °С;
- в) 40–50 °С.

88. Наиболее признанная классификация антибиотиков основывается:

- а) на химической структуре;
- б) на спектре антибактериального действия;
- в) на механизме действия;
- г) на побочных действиях.

89. К основным группам антибиотиков относятся:

- а) β-лактамы;
- б) аминогликозиды;
- в) полисахариды;
- г) макролиды.

90. Основным механизмом действия β-лактамов является:

- а) к подавлению синтеза клеточных стенок;
- б) к нарушению синтеза белка;
- в) к нарушению синтеза нуклеиновых кислот;
- г) к нарушению функций цитоплазматической мембраны.

91. Наиболее частым механизмом устойчивости к антибиотикам является:

- а) нарушение проницаемости микробной клетки;
- б) выведение антибиотика из клетки;
- в) модификация мишени;
- г) энзиматическая инактивация антибиотика.

92. К показателям фармакокинетики антибиотиков, доступным для остановки микрометодом в практической лаборатории, являются:

- а) концентрации антибиотиков в крови;
- б) концентрации антибиотиков в моче;
- в) концентрации антибиотиков в спинномозговой жидкости.

93. Для определения чувствительности микроорганизмов к антибиотикам в практических лабораториях наиболее широко используют:

- а) метод диффузии в агар с применением дисков;
- б) метод серийных разведений в жидкой питательной среде;
- в) метод серийных разведений в плотной питательной среде;
- г) ускоренный метод с кровью;
- д) ускоренный метод с ТТХ.

94. Установить количественную характеристику степени чувствительности исследуемого штамма (МЗК в ед/мл) позволяет использование в работе:

- а) метода диффузии в агар;
- б) метода серийных разведений;
- в) ускоренного метода с кровью;
- г) ускоренного метода с ТТХ.

95. Предварительную оценку чувствительности микрофлоры путем прямого посева патологического материала нельзя получить с использованием метода:

- а) серийных разведений;
- б) диффузии в агар;

в) ускоренных методов определения чувствительности с применением химических и биологических окислительно-восстановительных индикаторов.

96. Метод диффузии в агар позволяет получить следующую оценку степени чувствительности возбудителя к антибиотикам:

- а) качественную;
- б) полуколичественную;
- в) количественную.

97. Для получения полуколичественной оценки степени чувствительности микроорганизма к антибиотикам в работе необходимо использовать:

стандартные питательные среды;
промышленные индикаторные диски с антибиотиками;
дозированную посевную дозу микроба;
изучение чувствительности непосредственно патологического материала;

в особых случаях использование дисков, приготовленных в лаборатории.

- а) верно 1, 2, 3
- б) верно 3, 4, 5;
- в) верно 2, 4, 5.

98. Сократить сроки исследования и выдачи предварительного ответа о чувствительности микроорганизмов в интервале от 3 до 5 часов позволяет применение метода:

серийных разведений в жидкой питательной среде;
серийных разведений в плотной питательной среде;
стандартного метода диффузии в агар;
метода диффузии в агар с применением оксигемоглобина;
метода диффузии в агар с применением ТТХ.

- а) верно 1, 2;
- б) верно 3, 4;
- в) верно 4, 5.

99. Определение чувствительности стрептококков к антибиотикам методом диффузии в агар следует проводить:

- а) на среде АГВ;

- б) на питательной среде;
- в) на питательной среде для выделения гемокультур и культивирования стрептококков;
- г) на кровяном агаре;
- д) на шоколадном агаре.

100. Факторами вирулентности микроорганизмов в основном являются:

- агрессины;
 - адгезивность;
 - наличие капсулы;
 - токсины;
 - подвижность.
- а) верно 1, 3;
 - б) верно 2, 4;
 - в) верно 3, 5.

101. К побочным эффектам антибиотикотерапии относятся:

- а) токсические реакции;
- б) дисбактериозы;
- в) аллергические реакции;
- г) иммунодепрессивное действие;
- д) менингиты.

102. К принципам рациональной антибиотикотерапии относятся следующие:

- а) микробиологический принцип;
- б) генетический принцип;
- в) клинический принцип;
- г) эпидемический принцип;
- д) фармакологический принцип;
- е) фармацевтический принцип.

103. К ингибиторам синтеза клеточной стенки бактерий относятся следующие группы антибиотиков:

- а) пенициллины;
- б) цефалоспорины;
- в) аминогликозиды;
- г) полимиксины;
- д) рифампицины.

104. К ингибиторам функций
цитоплазматической мембраны бактерий

относятся следующие группы антибиотиков:

- а) пенициллины;
- б) цефалоспорины;
- в) аминогликозиды;
- г) полимиксины;
- д) рифампицины.

105. К ингибиторам синтеза белка бактерий относятся следующие группы антибиотиков:

- а) пенициллины;
- б) цефалоспорины;
- в) аминогликозиды;
- г) полимиксины;
- д) рифампицины.

106. К ингибиторам транскрипции и синтеза нуклеиновых кислот бактерий относятся следующие группы антибиотиков:

- а) пенициллины;
- б) цефалоспорины;
- в) аминогликозиды;
- г) полимиксины;
- д) рифампицины.

107. При изучении генетики бактерий используют следующие методы:

- а) тонкоструктурного генетического картирования;
- б) комплементарного тестирования;
- в) трансформации;
- г) мейотической сегрегации;
- д) трансдукции.

108. К основным задачам, решаемым в рамках микробиологического анализа, относятся:

- а) подтверждение клинического диагноза;
- б) подтверждение эпидемиологического диагноза;
- в) слежение за эпидемиологическими опасными ситуациями (работа в системе эпиднадзора);

г) уточнение тактики лечебных мероприятий.

109. Базисными принципами микробиологического анализа являются:

- а) выделение и идентификация чистой культуры;
- б) микроскопия исследуемого материала;
- в) выявление иммунологических сдвигов, возбуждаемых инфекцией;
- г) экспресс-диагностика;
- д) выявление микробных антигенов.

110. Для создания анаэробных условий применяют следующие методы:

- а) использование анаэроостата;
- б) метод Фортнера;
- в) метод Виньяль-Вейона;
- г) метод Цейслера.

111. Для выращивания анаэробных микроорганизмов используют следующие питательные среды:

- а) среда Китта-Тароцци;
- б) среда Чистовича;
- в) среда Вильсона-Блера;
- г) тиогликолевая среда.

112. Укажите положения, справедливые для культурального метода микробиологического анализа:

- а) широко используется в диагностике вирусных инфекций;
- б) базисный метод диагностики бактериальных инфекций;
- в) широко используется в диагностике грибковых инфекций;
- г) основан на идентификации чистых микробных культур;
- д) основан на идентификации генетических фрагментов микроорганизмов.

113. Культуральный метод микробиологической диагностики предполагает:

- а) использование селективных питательных сред;
- б) использование дифференциально-диагностических сред;
- в) характеристику отдельных (изолированных) колоний;
- г) изучение фенотипа накопительных культур;
- д) возможность изучения генотипа;
- е) возможность определения чувствительности к антибиотикам.

114. Принципиальными недостатками культурального метода являются:

- а) длительность анализа;
- б) невозможность выявления «некультивируемых» микроорганизмов;
- в) вероятность ложноотрицательных результатов на фоне антимикробной терапии;
- г) проблемы при выявлении ауксотрофных («привередливых») бактерий;
- д) трудности, связанные с выделением облигатных анаэробов.

115. К достоинствам культурального метода можно отнести:

- а) возможность сохранения изолированных штаммов;
- б) абсолютную чувствительность и специфичность;
- в) возможность определения чувствительности изолятов к антимикробным препаратам;
- г) возможность консервации исследуемого материала;
- д) возможность фенотипического/ генотипического изучения «новых» (ранее неизвестных) бактерий.

116. Укажите принцип, положенный в основу экспресс-диагностики инфекционных заболеваний:

- а) определение титра сывороточных антител;
- б) выявление качественной сероконверсии;
- в) выявление количественной сероконверсии;
- г) выделение и идентификация чистой культуры;
- д) идентификация возбудителя без выделения чистой культуры.

117. Перечислите методы, используемые в экспресс-варианте микробиологического анализа:

- а) микроскопия исследуемого материала;
- б) выявление микробных антигенов;
- в) выявление антител;
- г) выявление генетических фрагментов;
- д) выявление специфических микробных ферментов и метаболитов.

118. Универсальным способом повышения чувствительности и специфичности прямой микроскопии исследуемого материала является:

- а) полимеразная цепная реакция (ПЦР);

- б) иммуноблоттинг;
- в) изучение тинкториальных особенностей бактерий;
- г) реакции на основе меченых антител;
- д) выявление качественной сероконверсии.

119. К наиболее универсальным и надежным методам экспресс-диагностики инфекционных заболеваний относятся:

- а) прямая микроскопия исследуемого материала;
- б) выявление микробных антигенов;
- в) выявление антител к возбудителю;
- г) выявление фрагментов микробного генома;
- д) выявление микробных ферментов и токсинов.

120. Для идентификации микроорганизмов применяются следующие способы:

- а) посев на среды Гисса;
- б) использование СИБов;
- в) использование панелей биохимической идентификации;
- г) использование систем автоматизированной идентификации.

121. Преимуществами микробиологического анализа, основанного на экспресс-диагностике, являются:

- а) возможность выявления «некультивируемых» и труднокультивируемых микроорганизмов;
- б) возможность сохранения изолированных штаммов;
- в) скорость получения результата;
- г) абсолютная чувствительность и специфичность;
- д) возможность консервации исследуемого материала.

122. К положениям, справедливым для полимеразной цепной реакции (ПЦР), относятся:

- а) выявление микробных антигенов;
- б) выявление антител;
- в) выявление фрагментов микробного генома;
- г) возможность выявления РНК;
- д) возможность выявления ДНК.

123. Укажите микробные маркеры, используемые в экспресс-варианте микробиологического анализа:

- а) ДНК;

- б) РНК;
- в) антигены;
- г) токсины;
- д) ферменты
- е) антитела.

124. Укажите положения, справедливые для полимеразной цепной реакции (ПЦР):

- а) вариант экспресс-диагностики инфекционных заболеваний;
- б) может быть полезна для выявления латентной персистенции;
- в) основана на выявлении фрагментов ДНК;
- г) может быть использована для выявления РНК-вирусов;
- д) абсолютная чувствительность и специфичность.

125. Для выявления ДНК при помощи полимеразной цепной реакции необходимы следующие ингредиенты:

- а) специфические праймеры;
- б) дезоксирибонуклеотид-трифосфаты;
- в) обратная транскриптаза;
- г) термостабильная ДНК-полимераза;
- д) эталонная ДНК («ДНК сравнения»).

ЭКОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

1. Взаимовыгодным способом существования микроорганизмов является:

- а) комменсализм;
- б) мутуализм;
- в) нейтрализм;
- г) паразитизм;
- д) сателлизм.

2. Лиофилизация заключается:

- а) в высушивании под вакуумом из замороженного состояния;
- б) в высушивании из замороженного состояния;
- в) в замораживании под вакуумом;
- г) в высушивании под вакуумом.

3. Состав микрофлоры почвы зависит от следующих факторов:

- а) типа почвы;
- б) состава растительности;
- в) температуры окружающей среды;
- г) относительной влажности;
- д) значения pH.

4. В состав аутохтонной микрофлоры воды входят следующие представители:

- а) *Micrococcus candicans*;
- б) *Sarcina lutea*;
- в) *Bacillus cereus*;
- г) *Escherichia coli*;
- д) *Bacillus anthracis*.

5. В состав аллохтонной микрофлоры воды входят следующие представители:

- а) *Micrococcus candicans*;
- б) *Sarcina lutea*;
- в) *Bacillus cereus*;
- г) *Escherichia coli*;

д) *Bacillus anthracis*.

6. К аутохтонной микрофлоре относится:

а) совокупность микроорганизмов, случайно попавших в данный биоценоз и сохраняющихся в нем в течение ограниченного промежутка времени;

б) совокупность микроорганизмов, постоянно обитающих в данном биоценозе;

в) совокупность всех микроорганизмов данного биоценоза.

7. Аллохтонной микрофлорой является:

а) совокупность микроорганизмов, случайно попавших в данный биоценоз и сохраняющихся в нем в течение ограниченного промежутка времени;

б) совокупность микроорганизмов, постоянно обитающих в данном биоценозе;

в) совокупность всех микроорганизмов данного биоценоза.

8. В состав аутохтонной микрофлоры воздуха входят следующие представители:

а) *Micrococcus candidans*;

б) *Sarcina flava*;

в) *Bacillus subtilis*;

г) *Escherichia coli*;

д) *Bacillus anthracis*.

9. В состав аллохтонной микрофлоры воздуха входят следующие представители:

а) *Micrococcus candidans*;

б) *Sarcina flava*;

в) *Bacillus subtilis*;

г) *Escherichia coli*;

д) *Staphylococcus aureus*.

10. Цели и задачи санитарной бактериологии заключаются:

а) в ранней и быстрой индикации бактериального загрязнения объектов окружающей среды;

б) в проведении мероприятий по снижению и предупреждению инфекционной заболеваемости;

в) в использовании чувствительных, унифицированных методов исследования для получения достоверных и показательных результатов исследования;

г) в изучении микрофлоры окружающей среды, участвующей в процессах самоочищения.

11. Санитарно-показательные микроорганизмы должны удовлетворять следующим обязательным требованиям:

а) постоянства обнаружения в исследуемых объектах окружающей среды;

б) достаточной численности;

в) не должны размножаться во внешней среде;

г) срок жизни должен быть значительно меньше, чем у патогенных микроорганизмов.

12. Принципы оценки гигиенического состояния объектов внешней среды по бактериологическим показателям заключаются:

а) в определении микробного числа;

б) в определении индекса санитарно-показательных микроорганизмов;

в) в выборе тестов в зависимости от поставленных задач;

г) в индикации патогенности микрофлоры.

13. Объектами изучения санитарной микробиологии не являются:

а) вода;

б) почва;

в) воздух;

г) пищевые продукты;

д) испражнения.

14. Основными признаками, которыми должны обладать санитарно-показательные микроорганизмы, являются:

способность к росту при 20 °С;

постоянство обнаружения в исследуемых субстратах;

достаточная численность;

способность к росту на сложных питательных средах;

способность к выживанию, превосходящая таковую у патогенных бактерий.

а) верно 1, 3, 2;

б) верно 2, 3, 4, 5;

в) верно 2, 3, 5;

г) верно 1, 4, 5.

15. Укажите определения, отвечающие микробному числу:

- а) характеризует общую обсемененность объекта;
- б) характеризует наличие санитарно-показательных микроорганизмов;
- в) это общее количество микробов, содержащихся в единице объема или массы исследуемого объекта;
- г) это количество санитарно-показательных микроорганизмов, содержащихся в единице объема или массы исследуемого объекта.

16. Показателями бактериального загрязнения, которые используются для оценки эпидопасности почв населенных пунктов, являются:

- а) кишечные палочки;
- б) энтерококки;
- в) патогенные энтеробактерии;
- г) золотистый стафилококк;
- д) энтеровирусы.

17. Для оценки бактериального загрязнения почвы санитарно-показательными микроорганизмами служат:

- а) БГКП;
- б) гемолитические стрептококки;
- в) *S. perfringens*;
- г) термофильные бактерии;
- д) стафилококки;
- е) нитрифицирующие бактерии.

18. Для оценки бактериального загрязнения воздуха санитарно-показательными микроорганизмами служат:

- а) БГКП;
- б) гемолитические стрептококки;
- в) клостридии;
- г) термофильные бактерии;
- д) золотистый стафилококк;
- е) нитрифицирующие бактерии.

19. Санитарно-показательными микроорганизмами при исследовании воздуха в закрытых помещениях являются:

- а) зеленящие и гемолитические стрептококки;
- б) золотистый стафилококк;

- в) клостридии;
- г) синегнойная палочка;
- д) энтерококки.

20. Для оценки бактериального загрязнения пищевых продуктов санитарно-показательными микроорганизмами служат:

- а) БГКП;
- б) гемолитические стрептококки;
- в) клостридии;
- г) термофильные бактерии;
- д) золотистый стафилококк;
- е) бактерии группы протей.

21. Для оценки бактериального загрязнения предметов обихода санитарно-показательными микроорганизмами служат:

- а) БГКП;
- б) гемолитические стрептококки;
- в) клостридии;
- г) термофильные бактерии;
- д) золотистый стафилококк;
- е) нитрифицирующие бактерии.

22. О фекальном загрязнении свидетельствует наличие:

- а) бактерий рода *Proteus*;
- б) *Streptococcus faecalis*;
- в) термофильных бактерий;
- г) *Staphylococcus aureus*.

23. О гнилостном распадае почвы свидетельствует наличие:

- а) бактерий рода *Proteus*;
- б) *Streptococcus faecalis*;
- в) термофильных бактерий;
- г) *Staphylococcus aureus*.

24. О загрязнении почвы разлагающимися отбросами свидетельствует наличие:

- а) бактерий рода *Proteus*;
- б) *Streptococcus faecalis*;
- в) термофильных бактерий;

г) *Staphylococcus aureus*.

25. О наличии процесса самоочищения почвы свидетельствует повышенная концентрация следующих микроорганизмов:

- а) БГКП;
- б) гемолитические стрептококки;
- в) клостридии;
- г) термофильные бактерии;
- д) золотистый стафилококк;
- е) нитрифицирующие бактерии.

26. Бактерии группы кишечной палочки (БГКП) характеризуются следующими свойствами:

- а) не способны сбраживать глюкозу и лактозу;
- б) сбраживают лактозу при 37 °С до кислоты и газа;
- в) оксидаза-отрицательные;
- г) растут только при 20 °С.

27. При санитарно-бактериологическом исследовании почвы определяют:

- а) общее микробное число;
- б) коли-титр;
- в) перфрингенс-титр;
- г) титр термофильных бактерий.

28. При санитарно-вирусологическом исследовании в почве и сточной воде

определяют наличие:

- а) респираторных вирусов;
- б) нейротропных вирусов;
- в) кишечных вирусов;
- г) вирусов иммунодефицита человека.

29. Коли-титром воды является:

а) минимальное количество воды (мл), в котором обнаруживаются БГКП;

б) минимальное количество воды (мл), в котором обнаруживается *E.coli*;

в) минимальное количество воды (мл), в котором обнаруживаются *Enterococcus faecalis*;

г) минимальное количество воды (мл), в котором обнаруживаются бактерии рода *Proteus*.

30. Коли-титр и коли-индекс определяют:

- а) седиментационным методом;
- б) методом мембранных фильтров;
- в) методом титрования;
- г) аспирационным методом.

31. К основным методам стерилизации относятся:

- 1) автоклавирование;
 - 2) тиндализация;
 - 3) кипячение;
 - 4) обработка микробицидными веществами;
 - 5) пастеризация;
 - 6) обработка в сушильно-стерилизационном шкафу (печи Пастера).
- а) верно 1, 2, 6;
 - б) верно 1, 3, 4;
 - в) верно 3, 4, 5;
 - г) верно 4, 5, 6.

32. К основным методам дезинфекции относятся:

- 1) автоклавирование;
 - 2) тиндализация;
 - 3) кипячение;
 - 4) фламбирование;
 - 5) пастеризация;
 - 6) обработка микробицидными веществами.
- а) верно 1, 2, 6;
 - б) верно 1, 3, 4;
 - в) верно 3, 4, 5;
 - г) верно 3, 5, 6.

33. Качество питьевой воды, поступающей к потреблению из централизованных систем водоснабжения, регламентируется:

- а) ГОСТом 2874–82 «Вода питьевая»;
- б) санитарными правилами № 1226–75;
- в) СНиПом «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;

г) СНИПом «Внутренний водопровод и канализация»;

д) ГОСТом 2761–84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения».

34. Показателями, определяющими безопасность воды после обработки в отношении содержания в ней вирусов, являются:

индекс кишечных палочек;

общее микробное число;

мутность.

а) верно 1, 3;

б) верно 1, 2;

в) верно 2, 3.

35. Основными факторами самоочищения водоемов являются:

а) антагонизм и бактериофагия;

б) действия ультрафиолета;

в) повышенная температура воды рН;

г) наличие планктонных водорослей;

д) наличие органических субстратов.

36. Открытый или подземный водоисточник не может служить источником хозяйственно-питьевого водоснабжения, если:

а) невозможно организовать зону санитарной охраны;

б) в воде содержатся химические вещества в концентрациях, превышающих ПДК;

в) в водоем выше по течению от водозабора сбрасываются хозяйственно-бытовые сточные воды.

37. Традиционные современные методы обработки воды позволяют:

улучшить органолептические свойства;

получить безопасную в токсикологическом отношении воду;

получить безопасную в эпидотношении воду.

а) верно 1, 2;

б) верно 1, 3;

в) верно 2, 3.

38. Для получения бактерицидного и вирулицидного эффекта проводится оптимальное хлорирование:

- а) с учетом хлорпоглощаемости;
- б) с преаммонизацией;
- в) свободным хлором;
- г) двойное;
- д) нормальными дозами.

39. При контроле качества воды в сети необходимо определить:

- а) вторичное загрязнение воды;
- б) соответствие воды ГОСТу;
- в) эффективность обработки воды.

40. Требования к качеству воды в открытом водоеме предъявляются:

- а) к пункту водоиспользования;
- б) к пункту сброса сточных вод;
- в) к пункту на 1 км выше пункта водоиспользования;
- г) к пункту на 1 км ниже места сброса сточных вод;
- д) во всех перечисленных пунктах.

41. При основном санитарно-бактериологическом исследовании воды плавательных бассейнов учету подлежат:

- а) БГКП;
- б) энтерококки;
- в) золотистый стафилококк;
- г) синегнойная палочка;
- д) коагулазоотрицательные стафилококки.

42. К бактериологическим показателям, подлежащим учету при оценке качества питьевой воды, относятся:

- а) общая обсемененность;
- б) коли-индекс;
- в) наличие фекального загрязнения;
- г) золотистый стафилококк;
- д) энтерококк.

43. Ускорить сроки выдачи ответа о качестве питьевой воды позволяет:

- а) бродильный метод;

- б) метод мембранных фильтров;
- в) оксидазная проба;
- г) тест на протеолитическую активность.

44. Укажите коли-индекс, свидетельствующий о потенциальной возможности распространения водным путем возбудителей кишечных инфекций при исследовании воды питьевой централизованного водоснабжения:

- а) более 3;
- б) более 10;
- в) более 100.

45. Укажите коли-индекс, свидетельствующий об эпидемической опасности при повторном исследовании питьевой воды:

- а) коли-индекс более 3;
- б) коли-индекс более 10;
- в) коли-индекс более 20;
- г) коли-индекс более 100.

46. При исследовании воды поверхностных водоисточников показателями фекального загрязнения являются следующие микроорганизмы:

- а) *E.coli*;
- б) *Streptococcus faecalis*;
- в) *Citrobacter freundii*;
- г) *Staphylococcus aureus*.

47. Наиболее стабильными индикаторными микроорганизмами, характеризующими антропогенное загрязнение морской воды, являются:

- а) энтерококки;
- б) вибрины;
- в) псевдомонады;
- г) аэромонады.

48. Для атмосферного воздуха характерно присутствие следующих микроорганизмов:

- а) зеленыщих и гемолитических стрептококков;
- б) золотистого стафилококка;
- в) пигментных форм;

- г) плесневых грибов;
- д) почвенных спороносных иммобилизирующих и гнилостных бактерий.

49. Для отбора проб атмосферного воздуха используют:

- а) аппарат Кротова;
- б) мембранные фильтраты;
- в) ПОВ-1;
- г) ПАБ-1;

50. Наибольшее эпидемиологическое значение принадлежит:

- а) крупнокапельной фазебактериального аэрозоля;
- б) мелкокапельной фазебактериального аэрозоля;
- в) фазе «бактериальной пыли».

51. При исследовании воздуха содержание *S.aureus*:

- а) для посева используют ЖСА;
- б) идентифицируют микроорганизм по наличию подвижности;
- в) идентифицируют микроорганизм по способности ферментировать маннит в аэробных и анаэробных условиях;
- г) для посева используют среду Китта-Тароцци.

52. Основными источниками бактериального и вирусного загрязнения предметов обихода являются:

- а) вода, используемая для влажной уборки;
- б) больной человек;
- в) бактерионоситель;
- г) дикие животные;
- д) домашние животные.

53. Отбор проб с поверхностей осуществляют методом:

- а) смыва;
- б) седиментации;
- в) фильтрования.

54. Объектами исследования при проведении бактериологического контроля комплекса санитарно-гигиенических мероприятий в лечебно-профилактических учреждениях являются:

- а) воздушная среда;
- б) различные объекты внешней среды;

- в) хирургический инструментарий;
- г) шовный материал;
- д) руки хирургов и кожа операционного поля.

55. Санитарно-микробиологический контроль ЛПУ включает в себя обследование персонала на носительство:

- а) синегнойной палочки;
- б) гемолитического стрептококка;
- в) золотистого стафилококка;
- г) БГКП.

56. Плановое бактериологическое исследование микробной обсемененности объектов внешней среды лечебно-профилактических учреждений не предусматривает выявление:

- а) стафилококка;
- б) синегнойной палочки;
- в) бактерий группы кишечной палочки;
- г) общей микробной обсемененности.

57. Бактериологическое исследование объектов внешней среды лечебно-профилактических учреждений по эпидпоказаниям предусматривает выявление:

- а) стафилококка;
- б) бактерий группы кишечных палочек;
- в) патогенных бактерий;
- г) условно-патогенных микроорганизмов.

58. Бактериологический контроль влажной, текущей и заключительной дезинфекции в очагах кишечных инфекций проводят путем обнаружения:

- а) кишечной палочки;
- б) стафилококка;
- в) микобактерий туберкулеза.

59. Бактериологический контроль влажной, текущей и заключительной дезинфекции в очагах капельных инфекций проводят путем обнаружения:

- а) кишечной палочки;
- б) стафилококка;
- в) микобактерий туберкулеза.

60. Санитарная микробиология пищевых продуктов решает следующие задачи:

а) разработка нормативов, определяющих соответствие микрофлоры продуктов гигиеническим требованиям;

б) исследование влияния повышенной температуры на количество микроорганизмов в пищевых продуктах;

в) контроль за технологией приготовления пищевой продукции;

г) изучение специфической микрофлоры пищевых продуктов.

61. Микрофлору пищевых продуктов составляют:

специфическая микрофлора;

неспецифическая микрофлора;

бактерии группы кишечной палочки;

молочно-кислые микроорганизмы;

дрожжи.

а) верно 1, 2;

б) верно 2, 3;

в) верно 3, 4;

г) верно 4, 5.

62. Специфическую микрофлору пищевых продуктов составляют:

патогенные микроорганизмы;

стафилококки;

бактерии группы кишечной палочки;

молочно-кислые микроорганизмы;

дрожжи.

а) верно 1, 2;

б) верно 2, 3;

в) верно 3, 4;

г) верно 4, 5.

63. Неспецифическую микрофлору пищевых продуктов составляют:

а) сапрофиты;

б) возбудители порчи;

в) патогенная флора;

г) санитарно-показательные микроорганизмы.

64. На формирование микрофлоры пищевых продуктов оказывают влияние:

а) рН пищевого продукта;

- б) химический состав пищевого продукта;
- в) водная активность пищевого продукта;
- г) температура;
- д) аэрация.

65. Бактериологическими показателями, используемыми для санитарно-гигиенической характеристики пищевых продуктов, являются:

- а) санитарно-показательные микроорганизмы;
- б) патогенные микроорганизмы;
- в) общая бактериальная обсемененность.

66. Микрофлору кисломолочных напитков составляют:

- а) бактерии группы кишечной палочки;
- б) сальмонеллы;
- в) стафилококки;
- г) молочно-кислые микроорганизмы.

67. Микробиологические критерии безопасности пищевых продуктов включают определение:

- а) количества мезофильных, аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов;
- б) санитарно-показательных микроорганизмов;
- в) потенциально патогенных микроорганизмов;
- г) патогенных микроорганизмов;
- д) показателей микробиологической стабильности продукта.

68. Партия консервов считается непригодной к употреблению в пищу при обнаружении:

- Cl.botulinum*;
- Cl.perfringens*;
- спорообразующих бацилл группы субтилис;
- неспорообразующих микробов;
- термофилов.

- а) верно 1, 2;
- б) верно 2, 3;
- в) верно 3, 4;
- г) верно 4, 5;
- д) верно 1, 5.

69. Пищевые отравления характеризуются:

- а) острым внезапным началом заболевания;
- б) одновременностью заболевания у группы лиц;
- в) связью заболевания с потреблением какого-то одного пищевого продукта или блюда;
- г) территориальной ограниченностью заболеваний местом потребления или приобретения пищевого продукта;
- д) острым коротким течением заболевания.

70. По патогенетическому признаку микробные пищевые отравления делятся на:

- а) токсикоинфекции;
- б) токсикозы;
- в) миксты;
- г) отравлений неустановленной этиологии.

71. Для пищевых токсикоинфекций характерно:

- а) выделение из пищевого продукта определенного вида микроорганизмов;
- б) массивное выделение определенного вида микроорганизмов;
- в) выявление токсинов.

72. Для стафилококкового пищевого токсикокоза характерно:

- а) накопление в пищевом продукте стафилококкового энтеротоксина;
- б) отсутствие жизнеспособных клеток стафилококка в пищевом продукте;
- в) массивное накопление в пищевом продукте живых клеток золотистого стафилококка.

73. Критериями диагностики пищевых отравлений микробной этиологии являются:

- а) выделение из пищевого продукта массивного количества определенного вида потенциальнопатогенных микроорганизмов;
- б) выделение идентичного микроорганизма из патологического материала от пострадавших;
- в) выделение идентичных микроорганизмов от большинства пострадавших;
- г) нарастание титра антител в сыворотке пострадавших к подозреваемым микроорганизмам.

74. Дисбактериозом кишечника называют:

- а) количественные и качественные изменения кишечной палочки в кишечнике;
- б) количественные и качественные изменения собственной бактериальной микрофлоры кишечника;
- в) количественные и качественные изменения патогенных микроорганизмов в кишечнике;
- г) качественные изменения собственной бактериальной микрофлоры кишечника.

75. Дисбиозом кишечника называют:

- а) количественные и качественные изменения бактериальной микрофлоры в кишечнике;
- б) количественные и качественные изменения собственной бактериальной, вирусной, грибковой микрофлоры кишечника;
- в) количественные и качественные изменения патогенных микроорганизмов в кишечнике;
- г) качественные изменения собственной бактериальной микрофлоры кишечника.

76. К наиболее частым причинам возникновения дисбактериоза относят:

- а) применение антибиотиков;
- б) хирургические операции на органах желудочно-кишечного тракта;
- в) нервно-психический стресс;
- г) применение гормонов;
- д) острые кишечные инфекции.

77. Для комплексного лечения дисбактериоза необходимо применять следующие препараты:

- а) препараты-пробиотики;
- б) бета-лактамы;
- в) кортикостероиды;
- г) нистатин;
- д) витамины.

78. К препаратам-пробиотикам относятся:

- а) бифидумбактерин;
- б) колибактерин;
- в) лактобактерин;

- г) нистатин;
- д) линекс.

79. Показаниями для бактериологической диагностики дисбактериоза кишечника служат:

- а) длительно протекающие инфекции и расстройства, при которых не удается выделить патогенные энтеробактерии;
- б) затяжной период реконвалесценции после перенесенной инфекции;
- в) дисфункции ЖКТ после проведенной антибиотикотерапии;
- г) онкологические больные, страдающие диспептическими расстройствами;
- д) недоношенные или травмированные новорожденные.

80. В кишечнике практически здоровых людей должны преобладать следующие микроорганизмы:

- а) анаэробные;
- б) аэробные;
- в) микроаэрофильные;
- г) факультативно-анаэробные.

81. У грудных детей преобладают бифидобактерии вида:

- а) *B.bifidum*;
- б) *B.adolescentis*;
- в) *B.longum*.

82. У людей старшего возраста преобладают бифидобактерии вида:

- а) *B.bifidum*;
- б) *B.adolescentis*;
- в) *B.longum*.

83. При посеве на дисбактериоз фекалии лучше разводить:

- а) физиологическим раствором;
- б) тиогликолевым буфером;
- в) дистиллированной водой.

84. Для исследования на дисбактериоз фекалии доставляют в лабораторию в течение:

- а) 1 часа;

б) 3 часов;

в) 1 суток.

85. Для заключения о наличии дисбактериоза кишечника исследования фекалий у больного проводят:

а) 1 раз;

б) 2 раза;

в) 3 раза.

86. Стерильными в норме являются:

а) головной мозг;

б) полость рта;

в) желудок;

г) кровь;

д) ликвор.

87. Облигатная микрофлора полости рта включает в себя следующие виды микроорганизмов:

а) *Streptococcus mutans*;

б) *Streptococcus mitis*;

в) *Bifidobacterium bifidum*;

г) *Veilonella parvula*;

д) *E.coli*.

88. Этиологическим фактором гастрита и язвенной болезни желудка является:

а) *Clostridium botulinum*;

б) *Helicobacter pylori*;

в) *Candida albicans*;

г) *Staphylococcus aureus*.

89. Облигатная микрофлора кишечника человека включает в себя:

а) бифидобактерии;

б) лактобациллы;

в) стрептококки;

г) клебсиеллы;

д) кишечную палочку.

90. Резидентная микрофлора кишечника человека включает в себя:

- а) бифидобактерии;
- б) лактобациллы;
- в) стрептококки;
- г) клебсиеллы;
- д) кишечную палочку.

91. Нормальная микрофлора человека имеет следующее значение:

- а) разрушает канцерогенные вещества в кишечнике;
- б) является фактором неспецифической резистентности организма;
- в) участвует в водно-солевом обмене;
- г) обладает антагонистическими свойствами против патогенной флоры;
- д) участвует в колонизационной резистентности.

92. Колонизационной резистентностью является:

а) совокупность защитных факторов организма и свойств нормальной микрофлоры кишечника, которые придают стабильность микрофлоре и предотвращают колонизацию слизистых оболочек патогенными микроорганизмами;

б) избирательное удаление из пищеварительного тракта анаэробных бактерий и грибов для повышения сопротивляемости организма;

в) состояние динамического равновесия представителей нормальной микрофлоры друг с другом и с организмом человека.

93. Эубиоз определяется как:

а) совокупность защитных факторов организма и свойств нормальной микрофлоры кишечника, которые придают стабильность микрофлоре и предотвращают колонизацию слизистых оболочек патогенными микроорганизмами;

б) избирательное удаление из пищеварительного тракта анаэробных бактерий и грибов для повышения сопротивляемости организма;

в) состояние динамического равновесия представителей нормальной микрофлоры друг с другом и с организмом человека.

94. К селективной деконтаминации относится:

а) совокупность защитных факторов организма и свойств нормальной микрофлоры кишечника, которые придают стабильность микрофлоре и предотвращают колонизацию слизистых оболочек патогенными микроорганизмами;

б) избирательное удаление из пищеварительного тракта анаэробных бактерий и грибов для повышения сопротивляемости организма;

в) состояние динамического равновесия представителей нормальной микрофлоры друг с другом и с организмом человека.

95. К резидентной микрофлоре кожи относятся:

- а) эпидермальный стафилококк;
- б) микрококки;
- в) сарцины;
- г) дифтероиды;
- д) гемолитические стрептококки.

96. Транзиторную микрофлору кожи составляют:

- а) золотистый стафилококк;
- б) гемолитические стрептококки;
- в) негемолитические стрептококки;
- г) эпидермальный стафилококк;
- д) микрококки.

97. К нормальной микрофлоре относятся:

- а) доминирующие в исследуемых образцах бактерии;
- б) сапрофитические виды;
- в) патогенные виды с пониженной вирулентностью;
- г) виды, более или менее часто выделяемые из организма здорового человека.

98. Укажите положения, справедливые для нормальной микрофлоры тела человека:

- а) бактерии колонизируют все органы;
- б) существуют стерильные области;
- в) состав микробиоценозов одинаков в каждом отдельном органе;
- г) различия в составе микробных сообществ индивидуальны.

99. Укажите микроорганизмы, доминирующие в дистальных отделах кишечника человека:

- а) виды *Bacterioides*;
- б) виды *Clostridium*;
- в) виды *Streptococcus*;
- г) виды *Lactobacillus*;
- д) виды *Enterobacter*.

100. Укажите микроорганизмы, входящие в состав нормальной микрофлоры человека и способные вызывать заболевания:

- а) патогенные виды;
- б) сапрофиты;
- в) никакие; г) любые.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

УСТРОЙСТВО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Современная микробиологическая лаборатория представляет собой комплекс помещений, оборудования и приборов, позволяющих использовать различные приемы для выращивания микроорганизмов, выделения их чистых культур, изучения морфологических, культуральных и физиолого-биохимических свойств.

Помещения лаборатории и необходимое оборудование. Лаборатория включает комнаты для проведения исследований и подсобные помещения.

Под рабочие комнаты отводят светлые просторные помещения, стены которых на высоту до 170 см от пола окрашивают в светлые тона масляной краской или выкладывают кафельной плиткой, а пол покрывают линолеумом. Такого рода отделка позволяет проводить влажную уборку с применением растворов дезинфицирующих веществ. Комнаты лаборатории должны хорошо проветриваться. В число рабочих комнат входят: бокс (для посева микроорганизмов), термостатная, комната для проведения микроскопических и биохимических исследований.



Рисунок 1.1. Пересев микроорганизмов в микробиологическом боксе.

Бокс – специальное изолированное помещение, разделенное на две части: рабочее помещение и предбоксик, что исключает резкую циркуляцию воздуха и занесение микроорганизмов извне. В боксе устанавливают стол, стулья, на стены подвешивают бактерицидные лампы на высоте 2 м от пола. Перед работой помещение бокса моют и дезинфицируют, а после

влажной уборки в течение 30-60 мин проводят стерилизацию воздуха бактерицидными лампами. В термостатной устанавливают термостаты, которые предназначены для выращивания микроорганизмов на питательных средах при

постоянной температуре. В лаборатории устанавливают несколько термостатов с разной температурой, благоприятной для развития отдельных групп микроорганизмов.

Большое значение для успешной работы имеет правильная организация рабочего места микробиолога. Лабораторный стол должен быть хорошо освещен солнечным или искусственным светом. За каждой группой студентов закрепляется постоянное рабочее место. В зависимости от темы занятия рабочее место оснащается необходимыми материалами и оборудованием: спиртовкой; штативом под пробирки; бактериологической петлей или препаровальной иглой; набором красок и реактивов для окраски препаратов; микроскопом; лотком с рельсами для размещения предметных стекол при окраске препаратов; промывалкой или колбой с водой и трубкой (для промывки окрашенных препаратов); предметными и покровными стеклами; флаконом с иммерсионным маслом; фильтровальной бумагой; марлей, карандашом или маркером по стеклу и т.д.

К подсобным помещениям относятся автоклавная или стерилизационная, моечная, средоварочная, помещение для хранения посуды и питательных сред. В стерилизационной устанавливается паровой стерилизатор, в котором паром под давлением происходит стерилизация питательных сред и лабораторной посуды. В стерилизационной обычно устанавливают также сушильный шкаф с терморегулятором температуры от 40 до 200 °С (для сушки и стерилизации лабораторной посуды).

Посуда для проведения микробиологических исследований. Для микробиологических исследований необходима различная стеклянная посуда. Чашки Петри (диаметр 10 см, высота 1,5 см) применяют для выделения чистых культур, количественного учета микроорганизмов, анализа качественного состава микрофлоры на плотных питательных средах и других исследований; стеклянные поплавки - для изучения процессов брожения; пробирки биологические – для хранения чистых культур и проведения микробиологических исследований; пастеровские пипетки с оттянутым капилляром. Кроме специальной посуды широко используют обычную химическую посуду: колбы плоскодонные конические Эйлермейера, круглодонные, мерные, пипетки, градуированные на 1 мл, пипетки Мора, мензурки, мерные цилиндры, бюксы, склянки и т.д.

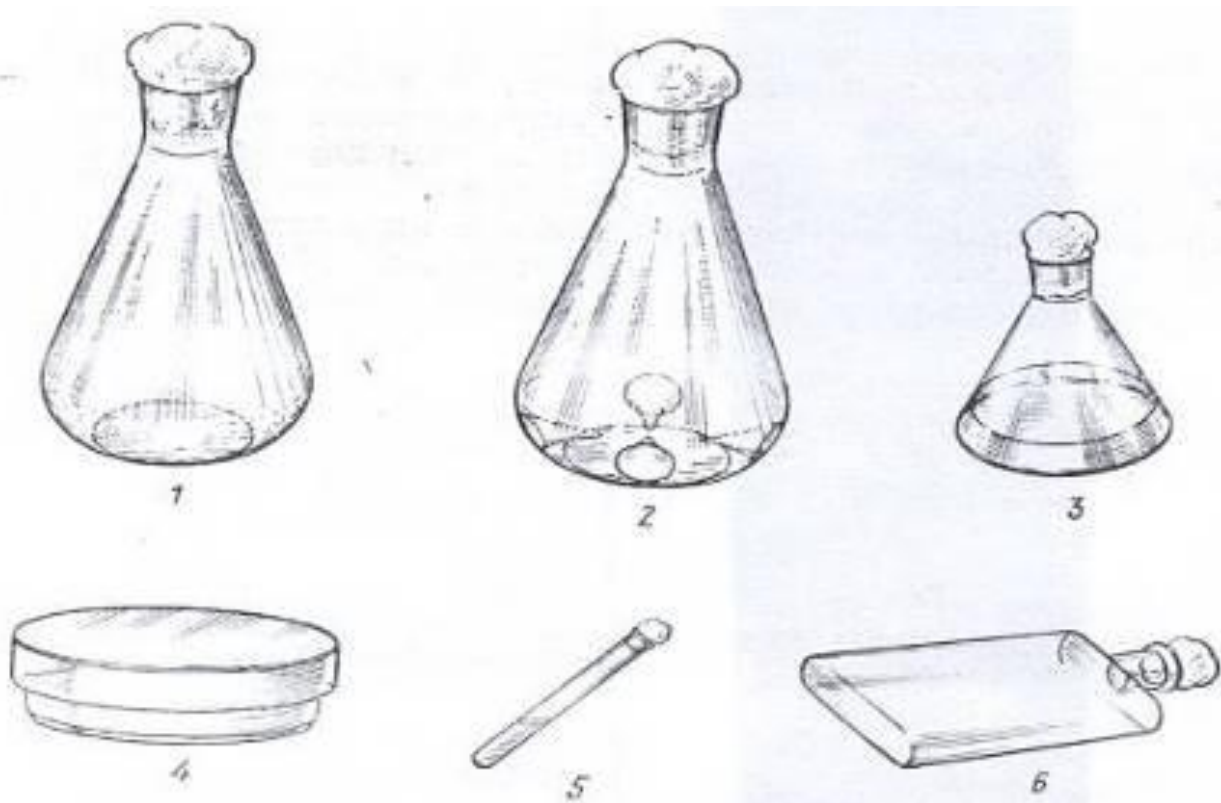


Рисунок 1.2. Посуда для культивирования микроорганизмов: 1 - качалочная колба; 2 - качалочная колба с отбойниками; 3 - коническая колба; 4 - чашка Петри; 5 - пробирка; 6 - матрац



Рисунок 1.3. Бактериологическая петля (1) и бактериологическая игла (2)

Колбы и пробирки, используемые для приготовления и стерилизации питательных сред и выращивания микроорганизмов, закрывают ватно-марлевыми пробками, которые изготавливают вручную или при помощи специальной машины. Правильно изготовленная пробка для пробирок должна: иметь длину 3-4 см, умеренно туго входить в пробирку, быть плотной и не менять своей формы при многократном применении.

Инвентарь. В микробиологической практике применяют петли, иглы, пинцеты, ножницы, пластмассовые и металлические штативы для пробирок, металлические лотки и др.

Петли и иглы изготавливают из платиновой, никелевой или хромоникелевой проволоки и закрепляют в металлическом петледержателе.

Правила работы в микробиологической лаборатории

В лабораторию запрещается входить в верхней одежде и класть на столы сумки, пакеты и другие личные вещи;

В лаборатории разрешается работать только в халатах;

На каждом занятии назначаются дежурные, которые следят за порядком и за выполнением каждым студентом правил работы и поведения в лаборатории;

За каждой группой студентов (3 человека) закрепляется постоянное рабочее место, которое должно содержаться в порядке на протяжении всего занятия;

Бактериологические петли и препаровальные иглы в ходе работы обеззараживаются прокаливанием над пламенем горелки, предметные стекла и пипетки после работы помещаются в кастрюльку с дезинфицирующим раствором;

В лаборатории категорически запрещается применять пищу;

Не допускаются лишние хождения, резкие движения, посторонние разговоры (особенно во время посева микроорганизмов);

Категорически запрещается выносить микробные культуры за пределы лаборатории;

По окончании работы рабочее место необходимо привести в порядок, а лотки тщательно помыть с порошком или пемоксолью до бесцветной смывной воды.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ПРИГОТОВЛЕНИЕ И СТЕРИЛИЗАЦИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД, ПОСУДЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Цель работы: Ознакомиться с требованиями, предъявляемыми к питательным средам, с различными классификациями и химическим составом питательных сред, правилами их приготовления и целью использования. Приобрести навыки подготовки посуды для проведения микробиологических исследований. Ознакомиться с различными способами стерилизации питательных сред, посуды, инструментов, с устройством парового стерилизатора и принципом его работы.

Оборудование, материалы: Паровой стерилизатор; сушильный шкаф; посуда: чашки Петри; градуированные пипетки на 1 мл, пробирки, плоскодонные конические или круглодонные колбы разного объема; штатив для пробирок; ватно-марлевые пробки; пергаментная бумага; ножницы; вата, нитки, марля, агар-агар; сухие питательные среды: среда Сабуро, мясопептонный агар (МПА), среды Кесслера, Эндо и др.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1.1 Питательные среды

Разнообразные питательные вещества, в которых нуждаются микроорганизмы и которые используются ими для синтеза основных компонентов клетки, роста, размножения и для получения энергии называются питательными веществами, а среда, содержащая питательные вещества, является питательной средой.

По типу питания микроорганизмы, которые встречаются в пищевых продуктах, относятся к хемоорганогетеротрофам. Это значит, что органические вещества, содержащиеся в питательной среде, являются источником углерода, энергии и электронов. Потребности микроорганизмов в тех или иных органических веществах зависят от их видовой принадлежности, и, следовательно, от наличия в клетках и активности соответствующих ферментных систем.

В качестве источника углерода микроорганизмы используют углеводы, органические и аминокислоты, спирты, липиды и т.д. Как правило, лучше усваиваются низкомолекулярные органические соединения. Высокомолекулярные органические вещества могут быть использованы для питания только теми микроорганизмами, которые способны синтезировать соответствующие гидролитические экзоферменты. Органические вещества и вода являются также основными источниками водорода и кислорода.

Источником азота для хемоорганогетеротрофов могут быть различные органические и минеральные соединения: белковые вещества, пептоны, аминокислоты, соли аммония, нитраты.

В среде обязательно должны присутствовать макроэлементы (P, S, Ca, Mg, K, Fe, Na, Cl), которые вносятся в питательную среду в виде катионов питательных солей.

Макроэлементы чаще всего нет необходимости специально вносить в среду, так как большинство микроэлементов является примесью солей макроэлементов или попадают в среду с частицами пыли, из стеклянной посуды или в составе водопроводной воды.

Для многих микроорганизмов нужны в малых дозах факторы роста. Факторы роста обязательно вносят в среды для культивирования ауксотрофных микроорганизмов (микроорганизмов, которые не способны синтезировать сами те или иные органические вещества, которые необходимы для роста и развития), а также добавляют в питательные среды в малых количествах для ускорения роста микроорганизмов, способных эти вещества синтезировать самостоятельно. К факторам роста относятся отдельные аминокислоты, пуриновые и пиримидиновые основания, жирные кислоты, витамины и др., а также природные субстраты, содержащие эти соединения (морковный сок, кукурузный экстракт, автолизат дрожжей, гидролизаты растительного сырья и т.д.).

Питательные среды имеют исключительное значение в микробиологии. Правильный подбор питательной среды обеспечивает возможность выделения микроорганизмов из мест обитания, получения накопительных и чистых культур, изучения их морфологии и биохимических особенностей, способствует быстрой и правильной диагностике инфекционных заболеваний, дает возможность для количественного учета микроорганизмов в различных объектах (в пищевых продуктах, в воздухе, в воде, почве). С помощью питательных сред получают также биомассу полезных для народного хозяйства микроорганизмов и биологически активные целевые продукты.

Требования, предъявляемые к питательным средам

В среде должны быть все необходимые для роста и развития химические элементы;

Среда должна быть сбалансирована по химическому составу. Это значит, что соотношение химических элементов питательной среды и главным образом соотношение органических элементов - C:N должно примерно соответствовать этому соотношению в клетке;

Среды должны иметь достаточную влажность, обеспечивающую возможность диффузии питательных веществ в клетку. Для грибов эта влажность обеспечивается содержанием влаги в субстрате не менее 12 %, для бактерий – не менее 20 %.

Среда должна иметь определенное значение pH среды. Среди микроорганизмов различают ацидофилы (кислотолюбивые микроорганизмы), алкалофилы (щелочелюбивые микроорганизмы) и нейтрофилы (лучше всего растут в нейтральной среде с pH около 7,0). К ацидофилам относятся грибы и дрожжи. Большинство бактерий – нейтрофилы, для которых активная кислотность среды около 4 ед. pH является губительной. Следует помнить, что при стерилизации среды и в процессе культивирования микроорганизмов, кислотность среды может сильно изменяться. Во избежание изменения pH в среду добавляют буферные системы (например: фосфатный буфер), CaCO₃ (для нейтрализации образующихся в результате культивирования органических кислот), вещества органической природы, обладающие буферными свойствами (например: аминокислоты, полипептиды, белки) и др.;

Среды должны быть изотоничными для микробной клетки, т. е. осмотическое давление в среде должно быть таким же, как внутри клетки.

Среды должны обладать определенным окислительно-восстановительным потенциалом (rh₂), определяющим насыщение ее кислородом. По шкале от 0 до 41 этим индексом можно обозначить любую степень аэробности: насыщенный кислородом раствор обозначают rh₂=41, насыщенный водородом rh₂=0. Облигатные анаэробы размножаются при rh₂ не выше 5, аэробы – не ниже 10.

Среды должны быть стерильными, что обеспечивает рост чистых культур микроорганизмов.

Классификация питательных сред

По консистенции питательные среды делятся на жидкие, плотные и сыпучие.

Жидкие среды применяются для накопления биомассы или продуктов обмена микроорганизмов, для обновления долго хранящихся культур, для под-

держания и хранения тех чистых культур, которые плохо растут на плотных средах.

Плотные среды необходимы для выделения и описания культуральных свойств чистых культур микроорганизмов, так как на них можно получить изолированные колонии (колония - популяция микроорганизмов, выросших из одной клетки). Плотные питательные среды используются также для количественного учета микроорганизмов в пищевых продуктах, других объектах внешней среды и для хранения чистых культур.

Плотные среды готовятся из жидких путем добавления гелеобразующих веществ: агар-агара, желатина, геля кремнекислого (силикагеля).

Лучшим гелеобразующим веществом является агар-агар, получаемый из водорослей. Это сложный полисахарид, который образует гель с точкой плавления 96-100 °С и температурой застывания около 40 °С. Поэтому на агаризованных средах можно культивировать почти все микроорганизмы. Кроме того, агар-агар очень редко используется микроорганизмами в качестве питательного субстрата. Для уплотнения жидкой среды в нее вносят в зависимости от степени очистки от 1,5 до 2,5 % агар-агара.

В отличие от агар-агара желатин – это вещество белковой природы, которое получается из костей и хрящей животных при их вываривании, поэтому многие микроорганизмы используют желатин в качестве питательного субстрата и к концу культивирования среда с желатином разжижается. Ограниченное использование желатина в качестве уплотнителя для плотных питательных сред связано также с тем, что по сравнению с агар-агаром он образует менее прочный гель, который плавится при 23-25 °С и застывает при 20 °С, в то время как большинство микроорганизмов развивается при температуре от 25 до 37 °С.

Если требуется получить плотные среды, не содержащие органических компонентов, или синтетические среды с определенным количественным и качественным составом, то в качестве уплотнителя применяют кремневокислый гель. Получают его путем смешивания равных объемов соляной кислоты с удельной массой 1,1 и жидкого стекла (Na_2SiO_3 или K_2SiO_3) с последующей разливкой по 25-30 мл в чашки Петри и выдержкой 1-2 ч.

Сыпучие среды применяют в основном в промышленной микробиологии. К таким средам относятся разваренное пшено, отруби, кварцевый песок, смоченный питательным раствором. Такие среды используются для культивирования аэробных микроорганизмов.

По происхождению и составу питательные среды делятся на натуральные (естественные), синтетические (искусственные) и полусинтетические.

Натуральные среды готовятся из продуктов животного и растительного происхождения. Они содержат все ингредиенты, необходимые для роста и раз-

вития микроорганизмов. Основным недостатком этих сред является то, что они имеют сложный и непостоянный состав. Натуральные среды используют для выращивания микроорганизмов, накопления биомассы, хранения чистых культур, но они мало пригодны для изучения обменных процессов микроорганизмов. Такими средами являются отвары злаков, трав, овощные и фруктовые соки, различные экстракты, мясной бульон, автолизат дрожжей, молоко, молочная сыворотка, гидролизаты из растительного сырья и т.д. Наиболее часто применяемыми натуральными питательными средами являются мясопептонный агар (МПА) и мясопептонный бульон (МПБ), предназначенные для культивирования бактерий, а также не охмеленное пивное сусло и сусло-агар, используемые для выращивания и накопления биомассы грибов и дрожжей.

Синтетические среды имеют в своем составе химически чистые органические и неорганические соединения в строго указанных концентрациях. По набору компонентов синтетические питательные среды могут быть сложными (среды для выращивания молочнокислых бактерий) и довольно простыми. Такие среды применяются для исследования обмена веществ, выяснения закономерностей роста или биосинтеза какого-либо метаболита и т.д. Наиболее часто в практической работе используют синтетическую среду Чапека для выращивания грибов и среду Ридер для дрожжей. Состав этих сред приведен в приложении 2. Основным недостатком синтетических сред является то, что на таких средах микроорганизмы очень долго растут.

Полусинтетические среды в своем составе содержат химически чистые органические и неорганические вещества, (как и в синтетических средах) и вещества растительного или животного происхождения в качестве факторов роста для ускорения роста и развития микроорганизмов. Цель использования полусинтетических сред та же, что и синтетических. Так как натуральные компоненты вносятся в небольших количествах, то их химический состав не учитывается при изучении обменных процессов тех или иных микроорганизмов.

По назначению среды делятся на универсальные (основные), избирательные (накопительные, селективные) и дифференциально-диагностические.

Универсальные среды используются для выращивания многих видов микроорганизмов. К универсальным средам, используемым для выращивания бактерий, относятся мясопептонный агар и бульон (МПА, МПБ), среда для определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (среда для определения КМАФАнМ). Грибы и дрожжи хорошо растут на не охмеленном пивном сусле, сусло-агаре (СА), среде Сабуро.

Избирательные среды обеспечивают развитие только определенных микроорганизмов или группы родственных видов и непригодны для роста других. В такие среды, как правило, добавляют вещества, избирательно подавляю-

щие развитие сопутствующей микрофлоры. Избирательные среды применяют для выделения определенных микроорганизмов из мест их естественного обитания и для получения накопительных культур. В качестве накопительных питательных используют, например жидкие среды Кесслера (используется для накопления бактерий группы кишечной палочки), Мюллера и Кауфмана (для выявления сальмонелл). Элективными средами могут быть плотные питательные среды, такие как молочно-солевой агар (МСА) и желточно-солевой агар (ЖСА) – для выявления и количественного учета в пищевых продуктах коагулазоположительных стафилококков, кровяной агар – для выявления гемолитических стрептококков, агар с гидролизованным молоком и мелом – для количественного учета молочнокислых бактерий.

Дифференциально-диагностические среды используются для определения видовой принадлежности исследуемого микроба, основываясь на особенностях его обмена веществ. Состав этих сред позволяет четко выделить наиболее характерные свойства изучаемого микроорганизма. Примером таких сред является плотная среда Эндо, применяемая для определения бактерий группы кишечной палочки, в состав которой входит лактоза, насыщенный спиртовой раствор фуксина, обесцвеченного перед добавлением в среду 10 % водным раствором сульфата натрия (образуется бесцветная фуксин-сернистая кислота. Кишечная палочка на такой среде ферментирует лактозу с образованием альдегидов, вследствие чего бесцветная фуксин-сернистая кислота переходит в фуксин-сернистое соединение с образованием фуксина, который окрашивает колонии кишечной палочки в красный цвет с металлическим блеском.

1.1.2 Методы стерилизации питательных сред, посуды, инвентаря

Стерилизацией или обеспложиванием (*sterilis* – бесплодный) называется полное уничтожение микроорганизмов в питательных средах, посуде и других объектах.

Стерилизация должна обеспечивать уничтожение всей микрофлоры, патогенной и непатогенной, присутствующей в данном объекте. Она не должна приводить к порче материала или изменению его физического или химического состояния. Поэтому в зависимости от физических свойств стерилизуемых объектов и цели стерилизации применяют различные методы обеспложивания: горячие (влажная, дробная, сухая стерилизация) и холодные (механическая стерилизация, ионизация, стерилизация ультразвуком, ультрафиолетовыми лучами). Основное значение имеет тепловое воздействие на объект.

Методы, основанные на термической обработке стерилизуемых объектов

Губительное действие высокой температуры обусловливается повреждением коллоидного состояния плазмы, денатурацией белка с последующей коагуляцией его, а также нарушением ферментных систем микроорганизмов.

Различают влажные и сухие способы тепловой стерилизации.

Влажные способы используются, главным образом, для стерилизации питательных сред. К таким способам относятся стерилизация паром под давлением, стерилизация текучим паром (дробная стерилизация) и тиндализация.

Стерилизация паром под давлением – самый эффективный в бактериологической практике способ стерилизации питательных сред и посуды, так как с его помощью быстро достигается полное и надежное обеспложивание. Этот способ стерилизации основан на том, что образующийся при кипячении воды пар не выходит наружу, а скапливаясь в замкнутом пространстве, повышает давление. При создании избыточного давления возрастает температура кипения воды и температура пара. Стерилизацию паром под давлением осуществляют в паровых стерилизаторах, принцип работы и устройство которого описаны в разделе 1.1.3.

Стерилизация текучим паром используется для сред, которые нельзя нагревать выше температуры 100 °С. Стерилизация проводится при 100 °С (температура парообразования) по 30...60 минут в течение 3 дней с промежутками в 18-20 часов, во время которых материал выдерживается в термостате или при комнатной температуре. Поэтому этот способ называют еще дробной стерилизацией. В основу способа дробной стерилизации положен следующий принцип: при нагревании до 100 °С в течение 30...60 минут погибают все вегетативные клетки, а споры остаются жизнеспособными. В промежутке между стерилизацией споры прорастают в вегетативные клетки. Через сутки проводят повторную стерилизацию. Обычно после третьей стерилизации достигается полное обеспложивание объекта. Стерилизацию текучим паром осуществляют в аппаратах Коха или текучепаровых аппаратах (кипятильниках Коха).

Тиндализация – это дробная стерилизация при низкой температуре – 56...58 °С. Применяют этот способ при стерилизации сред, которые нельзя нагревать до 100 °С. Такие среды подвергают нагреванию в течение 5...6 дней подряд по 1 часу ежедневно (в 1-й день – в течение 2 часов). В промежутках между прогреванием стерилизуемая жидкость хранится в термостате. При этом оставшиеся в живых споры прорастают в вегетативные клетки, которые погибают при последующем нагревании. Тиндализацию проводят в специальных приборах с терморегулятором или на водяных банях.

Сухие способы. При работе в микробиологической лаборатории из сухих способов термической стерилизации используются следующие:

Прокаливание на огне (фламбирование) очень быстрый и надежный способ стерилизации бактериологических петель, препаровальных игл перед посевами. Этим способом можно стерилизовать также мелкие металлические предметы (пинцеты, скальпели) и предметные стекла. Осуществляют прокалывание над пламенем горелки.

Стерилизация сухим жаром (сухим нагретым воздухом) используется для стерилизации микробиологической посуды (пипеток, чашек Петри), песка. Осуществляют стерилизацию сухим жаром при температуре 150-170 °С в течение 1...1,5 часов в печах Пастера или в сушильных шкафах.

Методы холодной стерилизации

Механическая стерилизация (фильтрование). Этот способ применяется для стерилизации сред в тех случаях, когда их нельзя подвергать нагреванию. При механической стерилизации стерилизуемые жидкости фильтруют через специальные фильтровальные приборы, которые имеют настолько мелкие поры, что на своей поверхности задерживают взвешенные в жидкости частицы, в том числе и микробы. Для фильтрации в микробиологической практике применяют различные фильтровальные приборы (фильтры Зейтца, свечи Шамберлана, Мандлера, Беркефельда и др.).

Химическая стерилизация. Этот вид стерилизации в практике приготовления питательных сред имеет ограниченное применение. В лабораторной практике используют некоторые химические вещества, такие как толуол, хлороформ, эфир и другие, для предупреждения бактериального загрязнения питательных сред. Для освобождения от консерванта среду нагревают на водяной бане при 56 °С.

Химическая стерилизация используется также для дезинфекции оборудования, помещений, использованной посуды и отработанного микробиологического материала. В качестве дезинфицирующих веществ широкое применение нашли химические соединения, содержащие активный хлор (хлорамин, хлорная известь).

Стерилизация ультрафиолетовыми лучами. Этот способ стерилизации используется для стерилизации воздуха в микробиологическом боксе и в лаборатории перед проведением микробиологических исследований. Стерилизацию ультрафиолетовыми лучами проводят с помощью бактерицидных ламп.

1.1.3 Устройство парового стерилизатора и принцип его работы

Устройство стерилизатора

Основными частями стерилизатора являются: стерилизационная камера -служит для размещения стерилизуемых объектов; парогенератор – служит для выработки пара (в парогенераторе находятся нагревательные элементы - тэны, используемые для нагрева воды и получения пара, и датчики уровня, которые нужны для предотвращения выхода из строя нагревательных элементов); система трубопроводов – для соединения сборочных единиц стерилизатора; электрошкаф – для управления электрической системой стерилизатора; манометр электроконтактный – для наблюдения за давлением в парогенераторе и поддержания его работы в автоматическом режиме; моновакуумметр – для наблюдения за давлением и разряжением в стерилизационной камере; клапан предохранительный - для сброса пара при превышении давления в парогенераторе; колонка водоуказательная (водомерная трубка) – для наблюдения за уровнем жидкости в парогенераторе; вентили – для управления работой стерилизатора.

Принцип действия пневмогидравлической и электрической систем парового стерилизатора

Заключается в следующем:

Вода поступает по водопроводу в парогенератор. Контроль за уровнем жидкости в парогенераторе осуществляют с помощью водомерной трубки. После включения стерилизатора, начинают нагреваться тэны, благодаря чему вода нагревается до рабочей температуры. В результате образуется пар. При достижении в парогенераторе давления пара 0,11 МПа открывается вентиль «Пар в камеру» и вентиль «Слив конденсата». Происходит продувка и прогрев стерилизационной камеры, после чего вентиль «Слив конденсата» закрывается. При достижении в стерилизационной камере рабочего давления (контролируется электроконтактным манометром) происходит отчет времени стерилизации. В процессе стерилизации происходит автоматическое включение и отключение стерилизатора с помощью электроконтактного манометра. Контроль за давлением в стерилизационной камере осуществляется моновакуумметром. После проведения стерилизации аппарат отключают от сети и перекрывают вентиль «Пар в камеру». Далее, по мере падения давления в стерилизационной камере до 0,06 МПа (контроль осуществляется по моновакуумметру) открывается вентиль «Вакуум». В стерилизационной камере создается разряжение. Происходит процесс сушки стерилизуемого материала. По истечении сушки открывается вентиль «Воздух в камеру». При этом происходит выравнивание давления в стерилизационной камере с атмосферным давлением.

1.2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Студенты знакомятся с принципами составления и классификацией питательных сред, методами стерилизации питательных сред, посуды, инвентаря, изучают устройство парового стерилизатора и принцип его работы и кратко конспектируют изложенный в теоретической части материал. Затем готовят посуду, питательные среды и ватно-марлевые пробки для проведения микробиологического анализа.

1.2.1 Приготовление посуды для проведения микробиологического анализа

Для проведения микробиологического анализа используют чашки Петри, которые герметично упаковываются в пергаментную бумагу и стерилизуются. Пипетки на 1 см³ закрывают ватными тампонами и также заворачивают в бумагу. Колбы закрывают ватно-марлевыми пробками и сверху делают колпачки из пергаментной бумаги.

Стерилизация посуды осуществляется в автоклаве при избыточном давлении 0,1 МПа в течение 30-40 минут или сухим жаром в сушильном шкафу или печи Пастера при 165-170 °С в течение 1-1,5 часа.

Стерильную посуду следует хранить в плотно закрывающихся шкафах или ящиках с крышками в течение не более 30 суток.

1.2.2 Приготовление питательных сред из промышленно выпускаемых сухих сред

Заключается в растворении определенного количества порошка в воде, доведении полученной смеси до кипения и кипячении в течение 5 минут. Далее (при необходимости) среда фильтруется через ватно-марлевый фильтр и разливается в пробирки или колбы, которые закрываются ватно-марлевыми пробками. Далее среды стерилизуют в автоклаве. С использованием сухих сред готовят мясопептонный бульон (МПБ), мясопептонный агар (МПА), среду Сабуро, среду Кесслера, среду для определения мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (среда для определения КМАФАнМ), среду Эндо и др.

1.2.3 Приготовление питательных сред из отдельных компонентов

Проводится по методикам, описанным в приложении 2 данного лабораторного практикума.

Контрольные вопросы

Что такое питательные среды?

Микроорганизмы, которые встречаются в пищевых продуктах, являются хемоорганогетеротрофами. Что это значит?

Охарактеризуйте пищевые потребности хемоорганогетеротрофов.

Какие требования предъявляются к питательным средам?

Каким образом готовятся плотные питательные среды и для чего они используются?

Почему в качестве уплотнителя для питательных сред лучше использовать агар-агар, а не желатин?

На какие группы делятся питательные среды по происхождению и составу?

Что такое синтетические среды и в каких случаях они применяются?

Для каких целей используются универсальные, избирательные и дифференциально-диагностические среды?

Приведите примеры универсальных, избирательных и дифференциально-диагностических питательных сред.

Что такое стерилизация? Какие методы стерилизации Вам известны?

Какими способами можно стерилизовать посуду?

Какими из известных Вам способов можно стерилизовать питательные среды?

Как готовятся питательные среды и посуда для стерилизации?

Каково устройство и принцип работы парового стерилизатора?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

УСТРОЙСТВО МИКРОСКОПА И ПРАВИЛА РАБОТЫ С НИМ.

ВИДЫ МИКРОСКОПИИ. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ФИКСИРОВАННЫХ ПРЕПАРАТОВ БАКТЕРИЙ И ОКРАСКА ИХ ПРОСТЫМИ МЕТОДАМИ

Цель работы: Изучить устройство светового биологического микроскопа и освоить правила работы с ним. Ознакомиться с различными видами микроскопии. Приобрести навыки по приготовлению фиксированных препаратов бактерий и освоить технику окраски препаратов бактерий простыми методами.

Оборудование, материалы: Микроскоп; бактериологические петли; предметные стекла; спиртовка; иммерсионное масло; фильтровальная бумага; краска Муромцева; фуксин; лоток с рельсами; промывалка; кефир; чистые культуры бактерий: *Staphylococcus albus*, *Sarsina flava*; 96 %-ный этиловый спирт.

2.1 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1.1 Устройство микроскопа и правила работы с ним

Микроскоп (от греч. micros – малый и scorio – смотрю) – это оптический прибор, состоящий из трех основных частей: механической, оптической и осветительной.

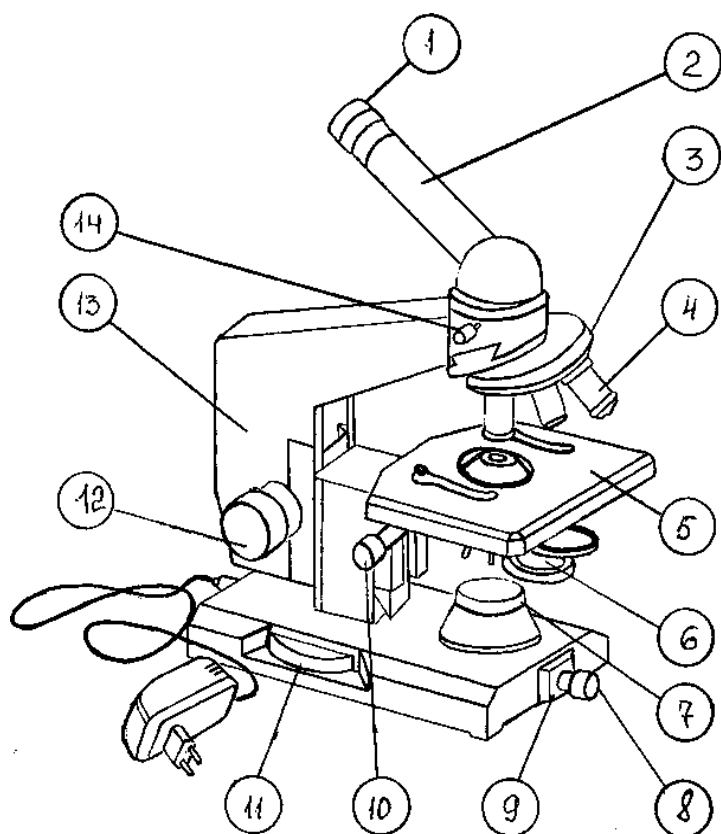
Устройство микроскопа

Механическая часть или штатив состоит из ножки, основания, тубусодержателя, предметного столика, монокулярной насадки (тубуса), револьверного устройства, рукоятки грубой фокусировки (макрометрического винта), рукоятки тонкой фокусировки (микрометрического винта).

Тубус – зрительная труба микроскопа. В верхнее отверстие тубуса свободно вставляется окуляр, на нижнем конце тубуса находится вращающееся вокруг своей оси револьверное устройство (револьвер), в которое ввинчиваются объективы. Вращая револьвер, можно быстро сменить объективы во время работы с микроскопом, подводя любой объектив под тубус. Объектив должен быть центрирован, т.е. установлен на оптическую ось микроскопа. Для этого револьвер поворачивают вокруг своей оси до появления щелчка.

Предметный столик служит для размещения на нем изучаемого препарата. Препарат закрепляют на столике зажимами (клеммами). В центре предметного столика находится отверстие для прохождения лучей света и освещения препарата. В некоторых конструкциях микроскопа предметный столик может передвигаться с помощью винтов, расположенных по периферии предметного столика. Это дает возможность рассмотреть препарат в различных полях зрения.

- 1 – окуляр
- 2 – монокулярная насадка (тубус)
- 3 – револьверное устройство
- 4 - объектив
- 5 – предметный столик
- 6 - конденсор
- 7 – корпус коллекторной линзы
- 8 – патрон с лампой



- 9 - шарнир
- 10 – рукоятка перемещения кронштейна конденсора
- 11– рукоятка тонкой фокусировки (микрометрический винт)
- 12 – рукоятка грубой фокусировки (макрометрический винт)
- 13 - тубусодержатель
- 14 – винт для крепления насадки

Рис. 1 Схема устройства светового биологического микроскопа

Рукоятки грубой и тонкой фокусировки (макро- и микровинты) служат для перемещения тубуса вверх и вниз, что позволяет установить его на необходимом расстоянии от препарата. При вращении винтов по часовой стрелке тубус опускается, а при вращении против часовой стрелки – поднимается. При вращении макрометрического винта объектив ориентировочно устанавливается на фокус, т.е. на то расстояние от препарата, при котором он делается видимым.оборот макровинта позволяет переместить тубус на 20 мм. Микрометрический винт служит для точной установки на фокус. Полный оборот его перемещает тубус на 0,1 мм. С микровинтом следует обращаться очень осторожно: допустимо вращение микровинта не более чем на 180 0С в ту или иную сторону.

Оптическая часть является наиболее ценной частью микроскопа. Она состоит из объективов и окуляра.

Окуляр (от лат. *oculus* – глаз) состоит из двух плосковыпуклых линз, заключенных в общую металлическую оправу. Верхняя линза – глазная (увеличивающая), нижняя – собирающая. Расстояние между линзами равно полусумме их фокусного расстояния. У окуляров с большим увеличением фокус короче, поэтому меньше и длина окуляра. Между линзами имеется диафрагма, ограничивающая поле зрения и задерживающая краевые лучи света. Отечественные

микроскопы снабжены тремя сменными окулярами, увеличение которых указано на корпусе окуляра (x7; x10; x15).

Объективы ввинчиваются в гнезда револьверного устройства и состоят из системы линз, заключенных в металлическую оправу. Передняя (фронтальная) линза объектива является самой маленькой и единственной, дающей увеличение. Остальные линзы в объективе только исправляют недостатки полученного изображения (явления сферической и хроматической аберрации) и называются коррекционными.

В гнезда револьверного устройства ввинчиваются четыре объектива, увеличение которых указано на корпусе объектива (x8; x20; x40; x90 или 100). Каждый объектив характеризуется своим фокусным расстоянием (расстоянием между предметным стеклом и фронтальной линзой): объектив x8 имеет фокусное расстояние около 9 мм, объектив x40 – 0,65 мм, объектив x90 – 0,15 мм.

Объективы подразделяются на сухие и иммерсионные.

При работе с сухими объективами (x8, x20, x40) между фронтальной линзой и препаратом находится воздух. В этом случае лучи света проходят среды с различными показателями преломления (покровное стекло, воздух), часть их отклоняется и не попадает в объектив.

При работе с иммерсионными объективами (x90 или x100) для устранения светорассеяния расстояние между фронтальной линзой объектива и препаратом заполняют иммерсионным (кедровым) маслом, показатель преломления лучей света которого близок к показателю преломления лучей света, проходящего через стекло.

Общее увеличение микроскопа определяется как произведение увеличения объектива на увеличение окуляра. Например, если в работе используют окуляр x15, а под тубусом находится объектив x90, то увеличение рассматриваемого с помощью микроскопа объекта составит x1350.

Осветительная часть микроскопа состоит из двухлинзового конденсора, ирис-диафрагмы и патрона с низковольтной лампочкой накаливания, питающейся через понижающий трансформатор от сети напряжения 120...220 В.

Конденсор служит для лучшего освещения препарата. Он собирает световые лучи в пучок и направляет их через отверстие предметного столика на препарат. С помощью рукоятки для перемещения кронштейна конденсора его можно перемещать вверх и вниз, благодаря чему меняется угол сходимости лучей и, следовательно, степень освещения объекта. Чем выше положение конденсора, тем лучше освещен препарат.

Ирис-диафрагма располагается под конденсором и служит для регулировки потока света, поступающего в конденсор. Она состоит из металлических серповидных пластинок. Расширить или сузить отверстие диафрагмы можно с

помощью специального рычажка. При вращении его по часовой стрелке отверстие ирис-диафрагмы увеличивается и, следовательно, увеличивается степень освещения объекта.

При работе с иммерсионными объективами степень освещения препарата должна быть максимальной, поэтому шторку ирис-диафрагмы открывают, а конденсор поднимают в крайнее верхнее положение.

При работе с сухими объективами, как правило, рассматривают неокрашенные объекты. Для достижения контрастности конденсор опускают вниз, а отверстие ирис-диафрагмы уменьшают.

Правила работы с микроскопом

На рабочем столе микроскоп ставят тубусодержателем к себе на расстоянии 3...5 см от края стола;

Включают микроскоп в сеть и устанавливают правильное освещение (см. раздел 2.1.1);

На предметный столик помещают исследуемый препарат и закрепляют его клеммами;

Под тубус помещают нужный объектив и с помощью макро и микровинтов устанавливают фокусное расстояние. Так, при работе с иммерсионными объективами на препарат предварительно наносят каплю иммерсионного масла и осторожно опускают тубусодержатель макровинтом до соприкосновения со стеклом. Затем, внимательно смотря в окуляр, очень медленно поднимают тубусодержатель, вращая его против часовой стрелки, до тех пор, пока не увидят изображение. Точную наводку объектива на фокус производят микрометрическим винтом. При работе с сухими объективами препарат вначале рассматривают с объективом х8. Поднимая с помощью макровинта тубусодержатель и внимательно смотря в окуляр, устанавливают фокусное расстояние (около 9 мм) и добиваются четкости изображения, используя микрометрический винт. Далее, двигая предметный столик или предметное стекло, устанавливают в центр поля тот участок препарата, в котором лучше всего виден изучаемый объект. Затем, вращая револьверное устройство вокруг своей оси, под тубус помещают объектив на х20 или х40. При этом под тубус не должен попасть объектив х90. В револьверном устройстве объективы располагаются таким образом, что если найдено изображение с объективом х8, то при рассмотрении препарата с объективами большего увеличения нужно слегка подрегулировать четкость изображения с помощью макро- и микрометрических винтов;

Во время микроскопирования необходимо держать оба глаза открытыми и пользоваться ими попеременно;

После окончания работы следует убрать препарат с предметного столика, опустить вниз конденсор, поставить под тубус объектив х8, удалить мягкой тканью или марлей, смоченной в спирте, иммерсионное масло с фронтальной линзы объектива х90, под объектив положить марлевую салфетку, опустить тубусодержатель.

2.1.2 Виды микроскопии

Основными характеристиками микроскопа являются общее увеличение и разрешающая способность.

Общее увеличение не характеризует качества изображения, которое может быть четким и нечетким.

Четкость получаемого изображения определяется разрешающей способностью микроскопа, т.е. той наименьшей величиной объектов или их деталей, которые можно увидеть с помощью этого прибора. Разрешающая способность зависит от длины проходящего через объект света, показателя преломления оптической среды (показатель преломления воздуха равен 1,0; иммерсионного масла – 1,516; стекла – 1,520) и апертурного угла объектива. Эту зависимость вывел немецкий физик Эрнст Аббе во второй половине XIX века:

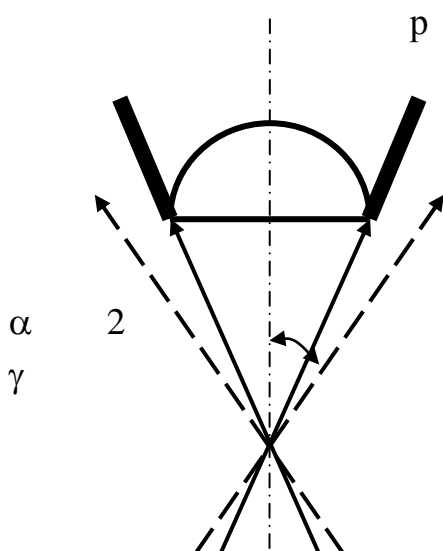
$$d = \lambda / 2 n \sin \alpha,$$

где: d – минимальное расстояние между двумя точками, видимыми раздельно;

λ - длина волны света, проходящего через исследуемый объект;

$n \sin \alpha$ - числовая апертура, где n – показатель преломления светом оптической среды, α - апертурный угол объектива.

На рис.2 представлена схема, иллюстрирующая понятие апертурного угла микроскопа (стрелками обозначен ход световых лучей).



1

γ - отверстиеный угол;

α - апертурный угол;

1 – фронтальная линза объектива;

2 – пространство между

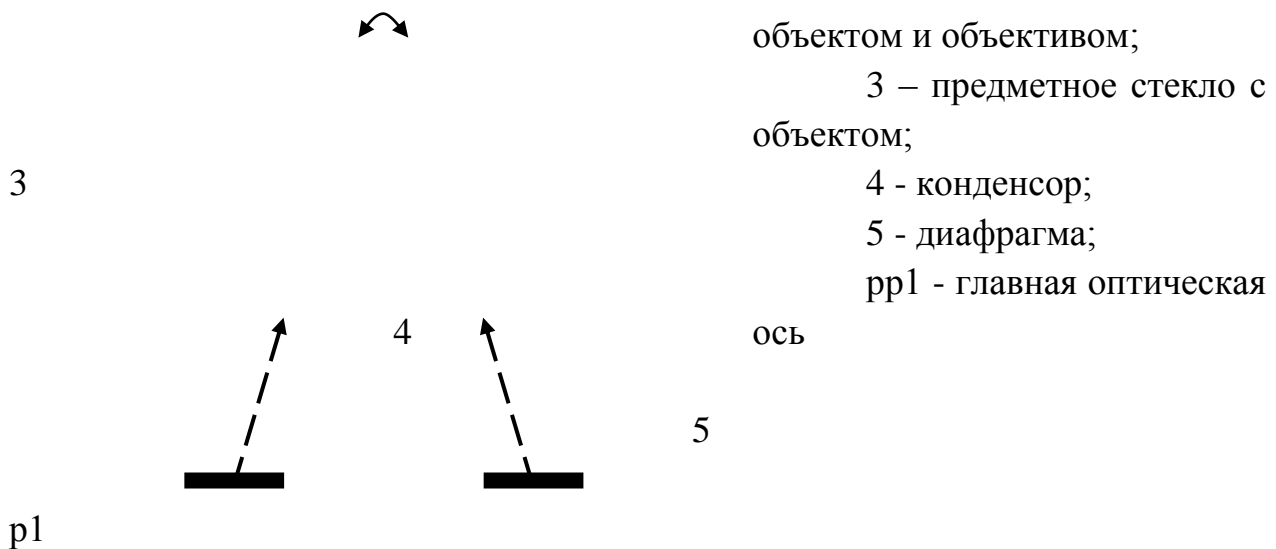


Рис. 2 Схема, иллюстрирующая понятие апертурного угла

Э. Аббе доказал, что нет смысла беспрестанно повышать увеличение светового микроскопа. Минимальное расстояние между двумя точками при освещении объекта светом с длиной волны 550 нм, к которому наиболее чувствителен глаз, при использовании микроскопа, апертурный угол которого 90° (это предельный угол для которого $\sin\alpha=1$), для сухой системы составляет около 300 нм, а для иммерсионной системы – около 200 нм.

Таким образом, повысить разрешающую способность микроскопа можно путем:

- снижения длины волны света, проходящего через объект;
- использования иммерсионной системы;
- повышения апертурного угла до предельного (до 90°).

Микроскопия в темном поле

Используется для исследования слишком малых и слабоконтрастных живых объектов. При микроскопии этим методом используют специальный конденсор темного поля, центр которого затемнен. Поэтому центральный пучок световых лучей не попадает в объектив и поле зрения микроскопа остается темным. Объект освещается только лучами, попадающими на него под углом. Рассеиваясь на объекте, часть лучей изменяет направление и попадает на объектив. Объект становится видимым как светящаяся точка на темном фоне. Метод темного поля позволяет получить представление о внешней форме живых неокрашенных объектов и их движении.

Микроскопия в темном поле позволяет увеличить разрешающую способность объектива примерно в 10 раз и рассматривать объекты, размеры кото-

рых находятся за пределами обычного микроскопа. Повышение разрешающей способности достигается за счет увеличения апертурного угла.

Фазово-контрастная микроскопия

Дает возможность изучать живые объекты без окраски и фиксирования. Глаз человека реагирует на изменения амплитуды световой волны (интенсивность, контрастность) и ее длины (цвет), но не воспринимает различий по фазе. В биологических препаратах чередуются места, которые в разной степени поглощают свет. Проходя через них, световые волны изменяют свою амплитуду. Такие участки объекта называют амплитудными, и под микроскопом они выглядят более темными. Прозрачные в видимом свете структурные элементы объектов пропускают лучи одинаковой длины и амплитуды, но смещают их фазу. Величина смещения зависит от толщины и показателя преломления структур, но видимых изменений практически не дает. Такие препараты являются неконтрастными.

С помощью фазово-контрастного устройства фазовые изменения световых волн, проходящих через прозрачные объекты, превращаются в амплитудные, благодаря чему детали рассматриваемых объектов становятся видимыми и контрастными.

Фазово-контрастное устройство дает возможность изучать структуры клеток: жгутики и оболочки бактерий, ядра и митохондрии дрожжей и грибов.

Таким образом, хотя разрешающая способность при использовании фазово-контрастной микроскопии не меняется при сравнении со светопольной, качество изображения улучшается за счет повышения контрастности.

Люминесцентная микроскопия

Люминесцентная микроскопия позволяет изучать клетки в живом виде, выявлять мембранные структуры и получать высококонтрастные цветные изображения микроорганизмов.

Сущность явления люминесценции заключается в том, что некоторые молекулы структурных элементов клетки (пигменты, витамины, алкалоиды и др.) способны поглощать часть энергии падающего света определенной длины волны, переходить в электронно-возбужденное состояние и испускать свет с другой длиной волны. Источником возбуждения могут быть ультрафиолетовые лучи (300-400 нм) и видимый свет коротковолновой области спектра (400-460 нм).

Клетки микроорганизмов обладают слабой собственной (первичной) люминесценцией. Ее можно усилить предварительным окрашиванием препаратов нетоксическими красителями – флуорохромами (акридин оранжевый, нейтральный красный, аурамин, флуоресцин и др.). В результате возникает вто-

ричная люминесценция. Для ее возбуждения достаточно использовать синевioletовую часть спектра. В результате возникает высококонтрастное цветное изображение рассматриваемого объекта.

Таким образом, при использовании люминесцентной микроскопии разрешающая способность микроскопа возрастает по сравнению со светопольной микроскопией за счет уменьшения длины волны проходящего через объект света.

Электронная микроскопия

Максимальная разрешающая способность оптических микроскопов составляет около 0,2 мкм и зависит от длины волны используемых лучей света. Увеличить разрешение в 100 и более раз можно, если вместо световых или ультрафиолетовых лучей применять поток движущихся электронов, обладающих волновыми свойствами (длина волны около 0,04 нм).

Поток электронов движется в безвоздушном пространстве от источника электронов (раскаленная нить вольфрамовой пушки) по направлению к флуоресцентному экрану и вызывает равномерное свечение его. Если же на пути электронов поместить какой-либо объект, то в зависимости от его плотности электроны будут больше или меньше задерживаться, а соответствующие места на экране окажутся более или менее затемненными. Этот простой принцип работы современного электронного микроскопа дополнен принципом отклонения электронных лучей в магнитном поле подобно тому, как световые лучи отклоняются увеличивающими стеклянными линзами. При этом используются электромагнитные линзы.

Высокая разрешающая способность современных электронных микроскопов позволяет наблюдать и изучать объекты, невидимые в оптических микроскопах: вирусы и фаги, микоплазмы, строение клеток прокариотов и эукариотов, их макро- и микроструктурные элементы. Препараты для электронной микроскопии готовят в виде очень тонких срезов на специальных ультрамикротоме или на тончайших пленках – подложках из коллодия. Следовательно, в электронных микроскопах микроорганизмы исследуют не в живом состоянии, а в виде фиксированных препаратов.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

На занятии студенты знакомятся с устройством микроскопа и правилами работы с ним, видами микроскопии, основными особенностями их устройства и принципами их работы. Затем они осваивают технику отбора чистых культур микроорганизмов и методику приготовления фиксированных препаратов бактерий. Готовят фиксированные препараты из чистых культур (*Staphylococcus*

albus, Sarsina flava) и естественных мест обитания (кефира, зубного налета). Далее окрашивают эти препараты простыми методами (чистые культуры и зубной налет – фуксином, а кефир – краской Муромцева) и рассматривают их с использованием иммерсионной системы с объективом х90 или х100 при максимальном освещении.

Техника отбора чистых культур микроорганизмов

Отбор проб чистых культур бактерий и дрожжей, которые вырастают на поверхности плотной среды в виде мазеобразного налета или в жидкой среде ведут в следующей последовательности:

Зажигают спиртовку.

Пробирку с культурой помещают в левую руку между большим и указательным пальцами в наклонном положении. Поверхность с налетом микроорганизмов должна быть обращена вверх и хорошо видна.

Петлю держат вертикально в пламени горелки и прокаливают докрасна, затем наклоняют и обжигают примыкающую к ней часть петледержателя.

Мизинцем и безымянным пальцем правой руки прижимают к ладони наружную часть ватной пробки, вынимают ее из пробирки и держа в таком положении, не касаясь окружающих предметов.

Края открытой пробки обжигают в пламени горелки.

Осторожно вводят стерильную петлю в пробирку с культурой и охлаждают ее о стенки пробирки или прикоснувшись к питательной среде, свободной от микроорганизмов. Немного отстранив пробирку с культурой от пламени горелки, легким движением осторожно отбирают небольшое количество микробной массы с поверхности среды или каплю жидкости с клетками. Вынимая петлю из пробирки, следят за тем, чтобы отобранный материал не касался стенок и петля не оказалась над пламенем горелки.

Снова обжигают в пламени горелки край пробирки, затем, легким круговым движением, обжигают ватно-марлевою пробку и закрывают пробирку.

Пробирку с культурой ставят в штатив, а извлеченный материал используют для приготовления препарата.

Клетки микроорганизмов, оставшиеся на петле, сжигают в пламени горелки.

Отбор чистых культур микроскопических грибов ведут с использованием препаровальной иглы в той же последовательности, что и отбор одноклеточных организмов. Из пробирки отбирают кусочек мицелия, слегка погружая иглу в питательную среду таким образом, чтобы не нарушить структуру мицелия.

Приготовление препаратов фиксированных клеток

Фиксированными считают клетки микроорганизмов, в которых прерваны жизненные процессы, но полностью сохранена тонкая структура.

Для получения фиксированных препаратов важно правильно подготовить предметные стекла. Они должны быть чистыми и тщательно обезжиренными. Для этого стекла, бывшие в употреблении, выдерживают 1-2 часа в хромовой смеси (в 1 л воды вносят 50 г бихромата калия и 100 г технической серной кислоты), после чего ополаскивают теплой водой и спиртом. Можно также кипятить стекла в течение 15 мин. в растворе соды или мыльной воды. Для проверки чистоты стекла на его поверхность наносят каплю воды. При достаточном обезжиривании капля растекается равномерно и не собирается в выпуклые, медленно высыхающие пузырьки. Берут стекла пинцетом или аккуратно за грани, так как пальцы оставляют на поверхности жирные пятна.

Приготовление фиксированных препаратов ведут в следующей последовательности:

На середину чистого обезжиренного предметного стекла стерильной петлей наносят небольшую каплю воды. В нее вносят исследуемый материал, отобранный по методике, описанной в разделе 2.2.1. Полученную суспензию равномерно распределяют по поверхности стекла тонким слоем таким образом, чтобы препарат распределился на площади примерно 2...3 см².

Полученный мазок высушивают при комнатной температуре на воздухе.

Производят фиксацию мазка. Для этого стекло с высохшим мазком проводят 3-4 раза над пламенем горелки той стороной, где мазок отсутствует. Цель фиксации:

умертвить клетки микроорганизмов и сделать их безопасными (что особенно важно при работе с патогенными микроорганизмами);

зафиксировать (закрепить) мазок на стекле (чтобы они не смывались при окрашивании);

улучшить окрашивание, поскольку мертвые клетки лучше адсорбируют на своей поверхности различные красители.

Приготовление фиксированных препаратов из естественных мест обитания микроорганизмов проводится так же, как и из чистых культур.

Помимо термической обработки, применяют также фиксацию химическими веществами: погружают предметное стекло с мазком в мензурку с 96 %-ным этанолом на 15-20 мин, с ацетоном на 5 мин, со смесью 96 %-ного этанола и 40%-ного формалина (соотношение 95:5) на 2 мин. и др.

Окраска фиксированных препаратов микроорганизмов простыми методами

Фиксированные препараты нельзя рассмотреть под микроскопом, так как они являются бесцветными и пропускают световые лучи. Поэтому их окрашивают, используя простые или сложные методы.

При окрашивании фиксированных мазков простыми методами используют один краситель (фуксин, краска Муромцева, генцианвиолет, метиленовая синь и др.).

Последовательность окрашивания мазка простыми методами следующая:

На фиксированный препарат наносят несколько капель красителя таким образом, чтобы он покрывал всю поверхность мазка и выдерживают в течение определенного времени. Так, при окраске фуксином на мазок наносят несколько капель красителя и выдерживают его на мазке 2...3 мин. При окрашивании препарата из кефира на него краску Муромцева наносят на мазок через полоску фильтровальной бумаги на 3...5 мин.

Краску смывают с мазка слабой струей до бесцветной смывной воды. При этом стекло держат в наклонном положении над лотком.

Мазок подсушивают фильтровальной бумагой, которую осторожно прикладывают к стеклу, и досушивают на воздухе.

На окрашенный мазок наносят каплю иммерсионного масла и рассматривают препарат с объективом $\times 90$ или $\times 100$.

Оформление и анализ результатов исследований

В отчете студенты должны кратко законспектировать теоретических материал. Наблюдаемые под микроскопом картины нужно зарисовать и сделать заключение о морфологии исследованных чистых культур, а так же микрофлоры кефира и зубного налета. Под рисунками необходимо указать увеличение и подписать название изучаемого объекта.

Контрольные вопросы

Каково устройство биологического микроскопа?

Из каких частей и механизмов состоит механическая часть микроскопа?

Назовите основные характеристики микроскопа.

Что понимают под разрешающей способностью микроскопа? Как она определяется?

Что составляет оптическую систему микроскопа?

Объективы бывают сухие и иммерсионные. Что это значит?

Как определяется общее увеличение микроскопа?

Что входит в состав осветительной системы микроскопа?

Как следует настроить осветительную систему при работе с иммерсионным объективом?

Какие существуют правила работы с микроскопом?

Какие особенности устройства и принципы работы темнопольного, фазово-контрастного, люминесцентного и электронного микроскопов?

Чем определяется четкость получаемого изображения?

Перечислить основные правила работы с микроскопом.

Как проводится отбор проб чистой культуры микроорганизма?

Перечислите основные этапы приготовления фиксированного окрашенного препарата.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИИ БАКТЕРИЙ. СЛОЖНЫЕ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОКРАСКИ БАКТЕРИЙ

Цель работы: Ознакомиться с морфологическим разнообразием бактерий и основными признаками, используемыми при их идентификации. Изучить различные сложные и дифференциальные методы окраски бактерий и их структур и разобраться в сущности этих методов и цели их использования. Освоить технику окраски бактерий по Граму и спор бактерий по Шефферу-Фултону.

Оборудование, материалы: Микроскоп; бактериологические петли; предметные стекла; спиртовка; иммерсионное масло; фильтровальная бумага; набор красок для окраски по Граму (фильтровальные бумажки с генцианвиолетом, растворы Люголя и фуксина рабочего) и окраски спор по Шефферу-Фултону (растворы бриллиантовой зелени и сафранина); 96 %-ный этиловый спирт; лоток с рельсами для предметных стекол; промывалка; чистые культуры бактерий: *Staphylococcus albus*; *Sarsina flava*; *Escherichia coli*; *Bacillus subtilis*.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основные признаки, используемые при идентификации микроорганизмов

Определение систематической принадлежности микроорганизмов – сложная задача, требующая длительных наблюдений, значительного количества специфических исследований и биохимических анализов.

При идентификации микроорганизмов учитывают:

морфолого-цитологические признаки. К ним относятся строение, форма и размеры клеток, их взаимное расположение, тинкториальные свойства (особенности при окрашивании различными красителями), способность к образованию спор и капсул, подвижность, наличие жгутиков, образование в клетках некоторых включений, особенности размножения;

физиолого-биохимические признаки. При изучении физиолого-биохимических признаков устанавливают отношение микроорганизмов к различным источникам углерода и азота, потребность в кислороде, температурные границы роста, солеустойчивость, чувствительность к антибиотикам, ферментативные тесты;

культуральные признаки. К таким признакам относятся особенности роста микроорганизмов на плотных и жидких питательных средах.

При идентификации бактерий рекомендуется также учитывать дополнительные признаки: серологические свойства, фагоустойчивость, химический состав клеточных стенок, содержание отдельных нуклеотидов в нуклеоиде (единственной хромосоме бактерий – молекуле ДНК, состоящей из двух спирально закрученных цепочек нуклеотидов, замкнутых в кольцо).

Чем больше у различных микроорганизмов общих признаков, тем ближе они находятся друг к другу по степени родства.

Основными признаками, позволяющими распределить микроорганизмы на группы, являются морфологические признаки, которые легко и достаточно быстро можно определить с помощью микроскопа.

Морфологические признаки бактерий

Бактерии объединяют обширную группу в основном одноклеточных микроорганизмов, разнообразную по форме, размерам и обмену веществ. Они являются прокариотными микроорганизмами.

При дифференциации бактерий путем микроскопии учитывают размеры и формы клеток, их взаимное расположение, химический состав и строение клеточных стенок, способность образовывать споры и капсулы, подвижность.

Основными формами бактерий, которые присутствуют в пищевом сырье, а также в продуктах растительного и животного происхождения, являются сферические бактерии (кокки) и палочковидные бактерии (палочки).

К основным морфологическим признакам кокков относятся их размеры (диаметр кокков в среднем составляет 1...2 мкм) и взаимное расположение. Взаимное расположение кокков определяется направлением образования перегородок при делении клеток. Если после деления клетки расходятся и располагаются поодиночке, то такие формы называются монококками или микрококками. Если при делении образуются скопления, напоминающие виноградные

грозди, их относят к стафилококкам. Кокки, остающиеся после деления в одной плоскости связанными парами, называются диплококками, а образующие разной длины цепочки – стрептококками. Сочетания из четырех кокков, появляющиеся после деления клетки в двух взаимно перпендикулярных плоскостях представляют собой тетракокки. Если кокки делятся в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, то они образуют скопления кубической формы - сарцины. Как выглядят различные скопления кокков под микроскопом изображено на

рис.

3.

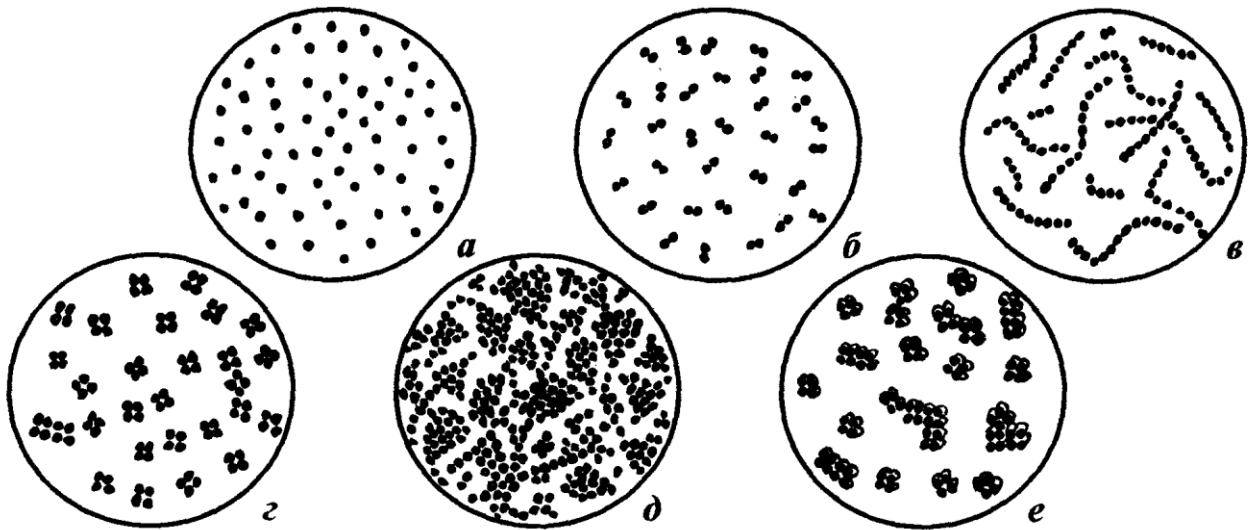


Рис. 3 Взаимные расположения кокков: а - микрококки; б - диплококки; в - стрептококки; г - тетракокки; д - стафилококки; е - сарцины

Основными морфологическими признаками палочковидных бактерий, которые определяются путем микроскопии, являются размеры палочек (средняя длина палочек – 2...7 мкм, диаметр в поперечнике - 0,5...1 мкм), взаимное расположение клеток, способность образовывать споры, подвижность.

Палочковидные бактерии могут располагаться поодиночке, попарно (диплобактерии) и цепочками (стрептобактерии).

При микроскопии легко можно определить спорообразующие и не спорообразующие формы палочковидных бактерий. Вегетативные клетки хорошо адсорбируют красители на своей поверхности и полностью окрашиваются. Оболочка споры малопроницаема, краски в них почти не проникают и под микроскопом споры имеют вид округлых или овальных блестящих зерен. Палочки, образующие споры называются бациллами и клостридиями. У бацилл размер споры не превышает ширину клетки и поэтому при образовании споры форма клетки не меняется. У клостридий диаметр споры больше толщины клетки и поэтому при созревании споры клетка приобретает форму веретена (если спора располагается в центре клетки) или барабанной палочки (если спора располага-

ется на одном из полюсов клетки). На рис. 4 представлены морфологические разновидности палочковидных бактерий.

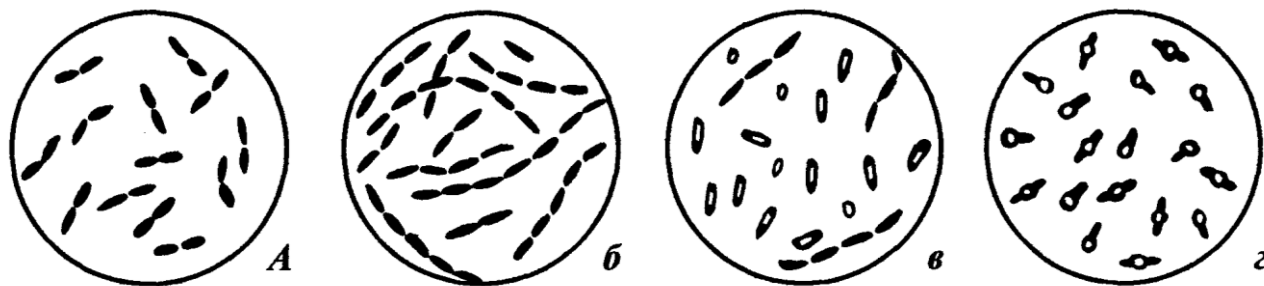


Рис. 4 Морфология палочковидных бактерий: а - диплобактерии; б - стрептобактерии; в - бациллы; г - клостридии

При идентификации палочек диагностическое значение имеют также расположение спор в клетках бацилл и клостридий, наличие и расположение жгутиков, способность образовывать капсулы.

3.2.3 Сложные и дифференциальные методы окраски бактерий

Различают простые, сложные и дифференциальные методы окраски бактерий. При простой окраске используют один краситель и прокрашивают всю клетку. Сложное окрашивание предусматривает применение двух или нескольких красителей (например, при определении отношения бактерий к окраске по Граму). Дифференциальное окрашивание основано на индивидуальном отношении биологических структур клетки к различным красителям (окраска спор, оболочки, капсул, метахроматина и др.). При этом так же, как и в сложных методах, как правило, используется несколько красителей.

Сложные методы окраски позволяют распределить бактерии на группы, что имеет важное диагностическое значение при их идентификации. Среди сложных методов наиболее широкое применение нашел метод окраски бактерий по Граму, позволяющий разделить бактерии в зависимости от химического состава и структуры клеточной стенки на две основные группы - грамположительные (грам+; Г+) и грамотрицательные (грам-; Г-). Грамположительные бактерии по этому методу окрашиваются в сине-фиолетовый цвет, а грамотрицательные – в розовый. К сложным методам относится и метод окраски по Цилю-Нильсену, позволяющий дифференцировать бактерии на две группы по кислотоустойчивости. Этот метод позволяет выявить туберкулезную палочку, бактерии паратуберкулезного энтерита крупного рогатого скота и другие кислотоустойчивые микроорганизмы.

При использовании дифференциальных (специальных) методов можно окрасить споры, определить наличие в клетках запасных питательных веществ, выявить клеточные структуры.

При окраске спор, например, можно использовать различные методы (методы Шеффера-Фултона, Пешкова, Златогорова, Меллера и др.), основанные на разрыхлении малопроницаемой для красителей оболочки спор различными способами (путем нагревания, обработки препарата кислотами, щелочами) с одновременным или дальнейшим их окрашиванием концентрированным красителем. После такой обработки препарат промывают водой (при этом клетки обесцвечиваются, а споры остаются окрашенными) и докрасивают вегетативные клетки красителем контрастного цвета.

Большое значение с диагностической точки зрения имеет окрашивание капсул. Капсульные вещества слабо окрашиваются и при простом методе окраски выступает в виде бледной каймы бесцветного или слабоокрашенного ореола вокруг микробной клетки. Для того чтобы лучше рассмотреть капсулы, используют методы Михина, Муромцева, Ольта, Бурри-Гинса и др. В этих методах используют один или несколько красителей. Так, для окраски капсул по Бурри-Гинсу, суспензию слизиобразующих бактерий смешивают на краю предметного стекла с каплей туши и с помощью другого предметного стекла распределяют тонким слоем по поверхности. Далее препарат фиксируют над пламенем горелки и окрашивают фуксином или сафранином. При микроскопии такого препарата на темном фоне отчетливо выделяются окрашенные в красный цвет бактерии, окруженные бесцветными капсулами.

С другими специальными методами, позволяющими определить наличие и содержание запасных веществ в клетках (определение гликогена и волютина), студенты ознакомятся при исследовании качества производственных дрожжей (лабораторная работа №6).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

На занятии студенты знакомятся с основными признаками, которые учитываются при идентификации микроорганизмов, обращают внимание на морфологические признаки кокков и палочек, диагностическое значение сложных и дифференциальных методов окраски бактерий. Осваивают технику окраски бактерий по методу Грама. Определяют, какие из представленных для исследования бактерии относятся к грамположительным, а какие к грамотрицательным. Готовят фиксированный мазок из чистой культуры спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis* и окрашивают его по Шефферу-Фултону.

3.2.1 Окраска бактерий по методу Грама

Сущность метода заключается в различии химического состава и строения клеточной стенки грамположительных и грамотрицательных бактерий.

Клеточная стенка грам+ бактерий толстая, но однослойная, содержит много пептидогликана – муреина, а также тейховые кислоты, которые образуют прочное соединение с красителями - генцианвиолетом и йодом и поэтому остаются окрашенными после обработки мазка спиртом. Таким образом, грам+ бактерии по методу Грама окрашиваются в сине-фиолетовый цвет.

У грам – бактерий клеточная стенка тонкая, но двухслойная. Муреина мало, причем он содержится во внутреннем слое клеточной стенки, тейховые кислоты отсутствуют. Внешний слой клеточной стенки содержит, главным образом, вещества, обладающие гидрофобными свойствами – липополисахариды и липопротеиды. Эти вещества не образуют прочного комплекса с красками генцианвиолетом и йодом и поэтому клетки обесцвечиваются после обработки 96 %-ным этиловым спиртом и после дополнительной окраски красителем фуксином окрашиваются в бледно-розовый цвет.

Техника окраски по Граму

На предметном стекле готовят фиксированный мазок исследуемой чистой культуры;

Мазок окрашивают красителем генцианвиолетом через полоску фильтровальной бумаги. Можно также использовать заранее приготовленные фильтровальные бумажки, смоченные 1 %-ным спиртовым раствором кристаллвиолета и высушенные (метод Грама в модификации А.В. Синева). В этом случае бумажки помещают на фиксированный мазок и смачивают несколькими каплями воды. Окраску препарата проводят в течение 2...3 мин;

Фильтровальную бумагу снимают с мазка, краску сливают и наносят на мазок раствор Люголя на 2 мин;

Раствор Люголя сливают с мазка и обрабатывают 96 %-ным спиртом в течение 30...60 сек. Затем препарат промывают водой и подсушивают фильтровальной бумагой;

Мазок окрашивают красителем фуксином 2...3 мин, второй раз промывают водой и подсушивают фильтровальной бумагой.

Затем на стекло наносят каплю иммерсионного масла и рассматривают препарат с объективом х90 или х100 при максимальном освещении.

3.2.2 Окраска спор бактерий по Шефферу-Фултону

Сущность метода заключается в комбинированном действии концентрированного раствора красителя бриллиантового зеленого и температуры на малопроницаемую оболочку спор с дальнейшим обесцвечиванием цитоплазмы вегетативной клетки и ее контрастным докрасиванием сафранином. Таким образом, споры окрашиваются в зеленый цвет, а клетки – в красный.

Техника окраски по Шефферу-Фултону

На краю предметного стекла (на расстоянии примерно 1,5-2,0 см от края) готовят густой нефиксированный мазок из чистой культуры спорообразующих бактерий;

На раствор наносят водный раствор бриллиантовой зелени, и мазок с краской нагревают над пламенем горелки до появления пара. Нельзя допускать прикипания краски к мазку. Поэтому препарат периодически отстраняют от пламени. Нагревание мазка с краской проводят в течение 3 мин;

Краску сливают, препарат быстро промывают водой и просушивают фильтровальной бумагой;

Окрашивают мазок раствором сафранина 2...3 мин, затем краску сливают, мазок вторично промывают водой и подсушивают фильтровальной бумагой.

Далее на мазок наносят каплю иммерсионного масла и рассматривают под объективом на х90 или х100 при максимальном освещении.

Оформление и анализ результатов исследований

В отчете студенты кратко конспектируют теоретический материал и переписывают сущность и технику окраски бактерий по Граму и спор бактерий по Шефферу-Фултону. Зарисовывают микроскопические картины исследованных чистых культур бактерий с учетом морфологических особенностей каждого микроорганизма. Под каждым рисунком подписывают латинское название микроорганизма, отношение его к окраске по Граму, увеличение исследованного объекта.

Контрольные вопросы

Какие признаки учитывают при идентификации микроорганизмов. Какие признаки являются основными при дифференциации бактерий?

Как провести дифференциацию кокковых форм бактерий по их взаимному расположению?

Каким образом можно провести дифференциацию палочковидных бактерий по их внешнему виду?

Каково назначение сложных методов окраски бактерий? Какие сложные методы окраски бактерий Вам известны?

Для чего используются дифференциальные (специальные) методы окраски бактерий? Привести примеры.

В чем заключается сущность метода окраски бактерий по Граму?

Каким образом проводят окрашивание фиксированных препаратов бактерий по методу Грама?

В чем заключается сущность метода окрашивания бактериальных спор по Шефферу-Фултону?

Какова техника окраски спор бактерий по методу Шеффера-Фултона?

Какими методами можно выявить капсулы у бактерий? Как осуществляют окраску капсул по Бурри-Гинсу?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И КУЛЬТУРАЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ И ДРОЖЖЕЙ. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПРЕПАРАТОВ «РАЗДАВЛЕННАЯ КАПЛЯ»

Цель работы: Ознакомиться с морфологическими особенностями грибов и дрожжей, встречающихся при производстве пищевых продуктов. Освоить технику микроскопического исследования грибов и дрожжей в препаратах «раздавленная капля».

Оборудование, материалы: Микроскоп; препаровальные иглы и бактериологические петли; предметные и покровные стекла; фильтровальная бумага; спиртовка; лоток с рельсами для предметных стекол; культуры грибов родов *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*; чистая культура дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Морфология и культуральные признаки микроскопических грибов

Микроскопические грибы относятся к надцарству эукариот, царству грибов, отделу истинных грибов и являются представителями трех из четырех классов: фикомицетов, аскомицетов и дейтеромицетов. Представители царства грибов являются аэробными микроорганизмами и по типу питания относятся к хемоорганогетотрофам. Большинство грибов – сапрофиты, но некоторые вызывают заболевания и являются паразитами.

Вегетативное тело грибов называется мицелием. Мицелий состоит из множества переплетающихся нитей-трубочек, называемых гифами. Диаметр гифов, колеблется от 5 до 50 мкм. В зависимости от строения мицелия грибы делятся на высшие и низшие. У высших грибов гифы разделены перегородками (септами) в центре которых имеется большая пора. В класс фикомицетов объединяются низшие грибы, представители классов аскомицетов и дейтеромицетов являются высшими грибами.

Грибы – это циноцитные микроорганизмы. Это значит, что они растут и при этом происходят деления ядер, но не происходит клеточных делений. Таким образом, вегетативное тело гриба представляет собой одну большую многоядерную клетку.

Все микроскопические грибы могут размножаться вегетативно кусочком мицелия.

При бесполом размножении у фикомицетов образуются спорангиеносцы, а у аскомицетов – конидиеносцы. Дейтеромицеты могут размножаться многоклеточными конидиями.

Фикомицеты и аскомицеты являются совершенными грибами. Это значит, что представители этих классов могут размножаться половым путем. Дейтеромицеты относятся к несовершенным грибам.

Культуральные признаки микроскопических грибов

Колонии микроскопических грибов по размерам во много раз превосходят колонии одноклеточных организмов (бактерий, грибов) и нередко разрастаются по всей поверхности питательной среды в чашках Петри. Консистенция грибных колоний различная. Чаще образуются войлокообразные и кожистые колонии, реже крошковатые. Поверхность колоний может быть пушистой, как вата, бархатистой, мучнистой, паутинообразной, нитевидной, кожистой или гладкой. При росте на плотных и жидких средах часть гифов врастает в питательную среду, образуя субстратный мицелий, а другая часть гифов образует воздушный мицелий в виде пушистого налета, видимого невооруженным глазом. Мицелий может быть также бесцветным (белым, сероватым) или окрашенным (черным, бурым, зеленым, желтым и т.д.). Пигментирован только плодоносящий мицелий.

Характеристика микроскопических грибов различных классов

Морфологические особенности грибов различных классов представлены на рис. 5.

Род *Miscor* относится к классу фикомицетов. Эти грибы имеют несептированный мицелий. Они могут размножаться бесполом и половым путем с образованием спорангиеносцев (рис. 5). Снаружи спорангий покрыт тонкими шипами из кристаллов щавелевокислого кальция. При созревании спорангий раз-

рывается, спорангиеспоры высвобождаются и разносятся воздушными потоками. На спорангиеносце после освобождения спорангия от спор остается колонка, а в нижней ее части – воротник. Цвет мицелия мукоровых грибов вначале белый, затем серовато-оливковый, вид – войлокоподобный.

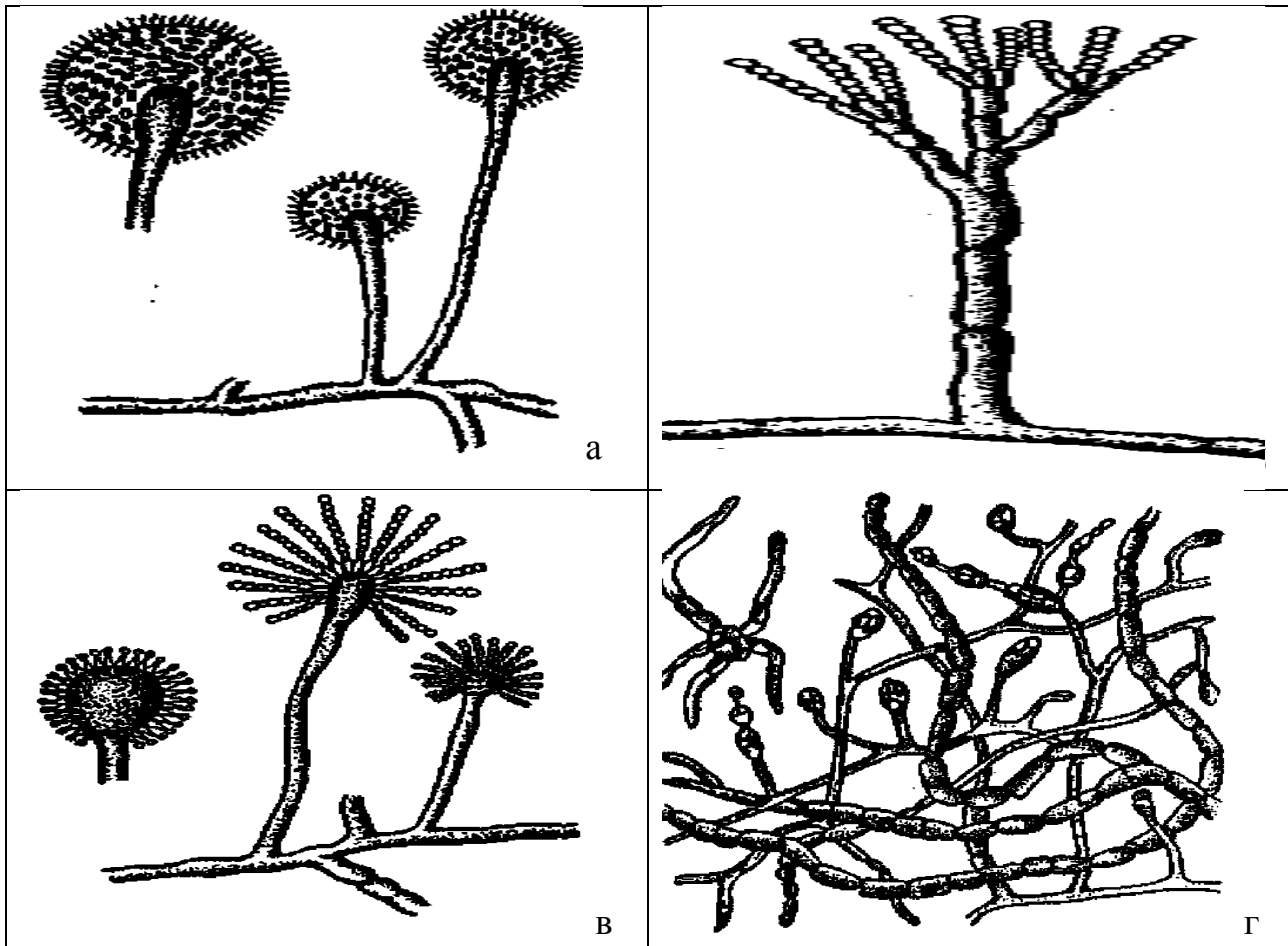


Рис. 5 Морфологические особенности грибов различных классов:
а - Mucor; б - Penicillium; в - Aspergillus; г - Alternaria

Мукоровые грибы растут на поверхности влажного зерна, солода, корнеплодов, на пищевых продуктах, на стенах сырых помещений в виде сероватого пушистого налета. *Mucor nigricans* является возбудителем кагатной гнили сахарной свеклы. Многие мукоровые грибы используются в промышленности для производства различных органических кислот и спирта (грибы видов *Mucor javanicus*, *Mucor racemosus*), ферментных препаратов, каротиноидов, стероидов.

Представители родов *Aspergillus* и *Penicillium* относятся к классу аскомицетов, который объединяет высшие микроскопические совершенные грибы. При бесполом размножении с помощью спор эти грибы образуют конидиеносцы (рис. 5). Аспергиллы и пенициллы относятся к плодосумчатым грибам. Это значит что при половом размножении у них на специальных плодовых телах образуются аски (сумки), в которых находятся 8 аскоспор.

К роду *Penicillium* относится около половины всех плесневых грибов. Они широко распространены в почве, в воздухе плохо проветриваемых помещений и вызывают порчу различных продуктов и материалов. Этот гриб имеет ветвящийся септированный мицелий (диаметр гифов – 2...3 мкм) и септированные конидиеносцы (напоминают кисточки), которые на конце разветвляются в виде отростков – стеригм. От них отходят конидии, состоящие из цепочек спор. В зависимости от вида конидии могут быть разного цвета (белые, зеленые и др.). Многие пенициллы используются в промышленности для получения различных ценных продуктов. Среди выделенных штаммов этого рода 25 % обладают антибиотической активностью, а такие виды как *Penicillium notatum*, *Penicillium chrysogenum* используются как продуценты пенициллина. Некоторые виды пенициллов используются как продуценты ферментов и липидов. В производстве мягких сыров рокфор и камамбер используются благородные плесени *Penicillium roqueforti* и *Penicillium camamberti*.

Грибы рода *Aspergillus* насчитывают более 200 видов. Эти грибы имеют хорошо развитый ветвящийся мицелий с многочисленными септами. Конидиеносцы несептированы, верхние их концы грушевидно или шаровидно расширены в виде небольшой головки. На головке располагаются кеглеобразные стеригмы с цепочками конидий, которые напоминают струйки воды, выливающиеся из лейки. Отсюда возникло название «леечная плесень» (*aspergere* по латыни – поливать, опрыскивать). Конидии аспергиллов при созревании приобретают различную окраску, что наряду с другими признаками определяет их видовую принадлежность.

Так же как и пенициллы, представители рода *Aspergillus* широко распространены в природе и играют важную роль в минерализации органических веществ. Они вызывают плесневение многих пищевых продуктов. Эти грибы являются продуцентами многих ценных веществ и широко используются в промышленности. Так, *Aspergillus niger*, применяют в промышленности для производства лимонной кислоты; *Aspergillus terreus* – итаконовой кислоты *Aspergillus flavus* и *Aspergillus terricola* образуют наиболее активный комплекс протеолитических ферментов; *Aspergillus oryzae* и *Aspergillus awamori* являются лучшими продуцентами амилолитических ферментов.

Грибы рода *Alternaria* относятся к классу несовершенных грибов – дейтеромицетов. Это высшие грибы. Они имеют септированный мицелий и короткие несептированные конидиеносцы, на которых находятся многоклеточные конидии грушевидной или лимоновидной формы (рис. 5). Гриб является возбудителем черной гнили – болезни корнеплодов и плодов, а также возбудителем порчи пищевых продуктов.

Морфология дрожжей и их характеристика

Дрожжи – это высшие одноклеточные грибы. Большинство дрожжей относится к двум классам грибов – аскомицетам и дейтеромицетам.

Дрожжи по отношению к кислороду делятся на факультативные анаэробы (в аэробных условиях осуществляют дыхание и активно накапливают биомассу, а в анаэробных условиях вызывают спиртовое брожение) и аэробы.

Морфологически дрожжи разнообразны. Они отличаются друг от друга размерами и формой клеток. Размеры клеток дрожжей в зависимости от вида варьируют в следующих пределах; от 2,5 до 10 мкм в поперечнике и от 4 до 20 мкм в длину. Морфологическое разнообразие форм дрожжей изображено на рис. 6.

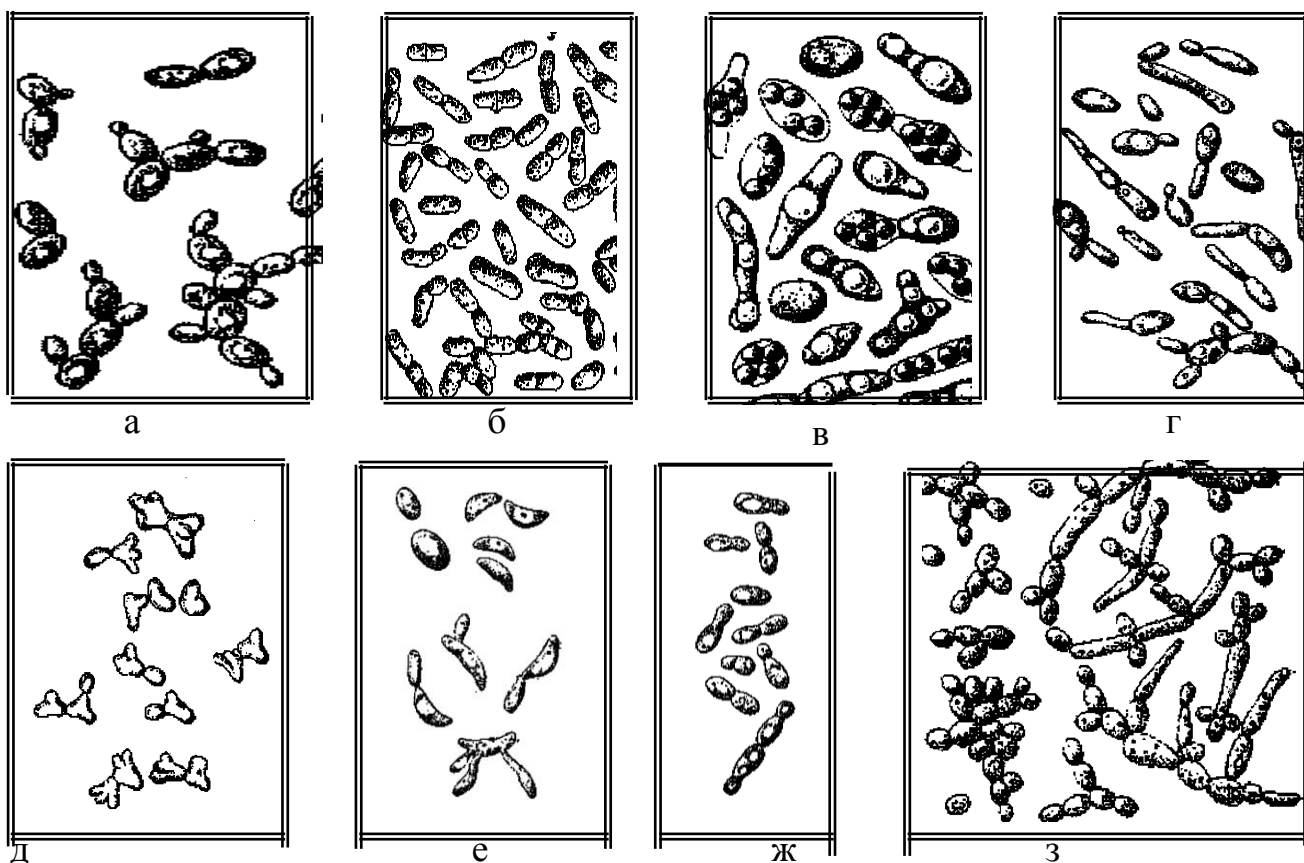


Рис. 6 Формы дрожжевых клеток: а - овальная яйцевидная; б - цилиндрическая; в – апикулятная; лимоновидная; г – стреловидная; д – треугольная; е – серповидная; ж – колбовидная; з, и - мицелиевидная

Форма и размеры дрожжевых клеток зависят от вида, возраста, питательной среды, способа культивирования.

В зависимости от вида дрожжи вегетативно могут размножаться почкованием (так размножаются дрожжи овальной формы), бинарным делением (характерно для дрожжей цилиндрической или палочковидной формы) или поч-

кующимся делением. Кроме вегетативного размножения, дрожжи – аскомицеты могут размножаться половым путем с образованием аскоспор.

Из дрожжей, относящихся к классу аскомицетов, большое значение имеют дрожжи-сахаромицеты рода *Saccharomyces*, которые широко используются в пищевой промышленности. Главным биохимическим признаком этих дрожжей является то, что они сбраживают сахара с образованием этилового спирта и диоксида углерода. Дрожжи, используемые в промышленности, называются культурными дрожжами. Так, в хлебопекарном производстве и в производстве спирта используются верховые дрожжи рода *Saccharomyces cerevisiae*. Дрожжи вида *Saccharomyces minor* нашли применение в производстве ржаного хлеба и кваса. В пивоварении используются низовые дрожжи *Saccharomyces carlsbergensis*. Дрожжи-сахаромицеты имеют овальную форму, вегетативно размножаются почкованием, в неблагоприятных условиях размножаются половым путем аскоспорами.

Некоторые спорогенные дрожжи являются дикими дрожжами. Эти дрожжи так же, как и культурные, способны осуществлять спиртовое брожение, но помимо спирта образуют много побочных продуктов (таких как альдегиды, высшие спирты, эфиры и др.) и поэтому ухудшают органолептические показатели продукта. Эти дрожжи являются вредителями производства различных напитков (пива, вина, безалкогольных напитков), а также возбудителями порчи многих пищевых продуктов.

Дрожжи - дейтеромицеты могут размножаться только вегетативным способом. Некоторые из этих дрожжей (например, дрожжи рода *Candida*) используются в промышленности для получения кормового белка, органических кислот, витаминов и других продуктов микробного синтеза. Дрожжи вида *Torulopsis kefir* входят в состав симбиотической закваски – кефирного грибка. Другие представители несовершенных (аспорогенных) дрожжей являются дикими дрожжами и вызывают порчу многих пищевых продуктов. К дрожжам-вредителям производства относятся дрожжи родов *Pichia*, *Hansenula*, *Candida*, *Rhodotorula*, *Torula*, *Torulopsis*, *Mycoderma*, *Trichosporon* и др. Среди аспорогенных дрожжей встречаются ложные дрожжи, которые образуют псевдомицелий и растут на жидких субстратах в виде пленок.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

На занятии студенты изучают морфологические признаки грибов и дрожжей, их культуральные свойства, знакомятся с представителями отдельных классов. Осваивают методику приготовления препаратов «раздавленная капля» и технику микроскопирования живых неокрашенных объектов.

Приготовление препаратов типа «раздавленная капля»

На предметное стекло трубочкой или пипеткой наносят большую каплю воды или этилового спирта;

Зажигают спиртовку, прокалывают препаровальную иглу над пламенем горелки и отбирают небольшое количество мицелия из пробирки или чашки Петри, соблюдая правила асептики (см. раздел 2.1.1);

Мицелий аккуратно помещают в каплю, нанесенную на предметное стекло и с помощью двух игл расправляют его в воде;

Препарат накрывают покровным стеклом и слегка придавливают. Излишки воды удаляют с помощью фильтровальной бумаги.

Микроскопируют препарат «раздавленная капля» сначала с объективом х8, а затем х40 в затемненном поле зрения (конденсор опущен, шторка ирис-диафрагмы прикрыта).

При отборе и микроскопии препаратов грибов учитывают следующие рекомендации:

а) гриб рода *Mucor*. Отбирают черновато-серый пушистый воздушный мицелий. При микроскопии обращают внимание на гифы с заполненными спорами спорангиями и колонки, которые образуются при освобождении спорангия;

б) гриб рода *Aspergillus*. Отбирают немного пушистого мицелия с окрашенными конидиями, слегка углубляясь иглой в питательную среду. Обращают внимание на несептированные конидиеносцы;

в) гриб рода *Penicillium*. При отборе стараются взять молодой мицелий (на границе окрашенного и белого мицелия), углубляясь иглой в среду. Обращают внимание на септированные гифы с кисточками.

г) гриб рода *Alternaria*. Берут грибницу в черных участках, углубляясь в нее иглами. Обращают внимание на септированный мицелий, слабо развитые конидиеносцы и крупные конидии, имеющие вид округлых или заостренных многоклеточных образований, напоминающих «гранаты-лимонки».

При исследовании дрожжей на предметное стекло наносят суспензию дрожжей, накрывают покровным стеклом, излишки воды удаляют фильтровальной бумагой. Микроскопируют препарат и объективом х8 и х40.

Оформление и анализ результатов исследований

В отчете студенты кратко конспектируют теоретический материал. Зарисовывают микроскопические картины исследованных культур грибов и дрожжей с учетом морфологических особенностей каждого микроорганизма.

Под каждым рисунком подписывают латинское название и увеличение препарата. Описывают культуральные свойства изучаемых грибов.

Контрольные вопросы

Как готовятся препараты микроскопических грибов и дрожжей?

Охарактеризуйте морфологические и культуральные свойства микроскопических грибов.

Какие грибы используются в промышленности для получения органических кислот, ферментов, антибиотиков и других ценных продуктов?

Охарактеризуйте морфологические свойства дрожжей.

Что такое культурные дрожжи? В каких отраслях пищевой промышленности они используются?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ. ПОЛУЧЕНИЕ ЧИСТЫХ И НАКОПИТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР МИКРООРГАНИЗМОВ. ИЗУЧЕНИЕ КУЛЬТУРАЛЬНЫХ СВОЙСТВ И МОРФОЛОГИИ ВЫДЕЛЕННЫХ КУЛЬТУР (выполняется на 2-х занятиях)

Цель работы: Ознакомиться с методами получения накопительных и чистых культур микроорганизмов. Освоить технику посева микроорганизмов на плотные и жидкие питательные среды и методики выделения чистых и накопительных культур из различных объектов окружающей среды. Научиться описывать культуральные свойства микроорганизмов.

Оборудование и материалы: Спиртовка; бактериологическая петля и препаровальная игла; пробирки со свежеприготовленным скошенным мясопептонным агаром (МПА); чашки Петри с МПА; пробирки со стерильным обезжиренным молоком с добавлением 5 % этилового спирта; сырое молоко; гниущее мясо; бактериальная смесь №1 (состоящая, например, из чистых культур стафилококка и кишечной палочки) и бактериальная смесь №2 (состоящая из чистых культур бактерий рода *Bacillus* и бактерий, не образующих спор); микроскоп; иммерсионное масло; фильтровальная бумага; набор красок для окраски по Граму (фильтровальные бумажки с генцианвиолетом, растворы Люголя и фуксина рабочего); 96 %-ный этиловый спирт; лоток с рельсами для предметных стекол; промывалка;

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Понятие о чистой и накопительной культуре микроорганизмов

Культивирование – выращивание микроорганизмов на питательных средах. При культивировании на питательных средах вырастают культуры микроорганизмов. Рост культуры – физиологический процесс, в результате которого увеличивается биомасса – масса клеточного вещества данного микроорганизма.

Чистой культурой микроорганизма называют культуру микроорганизмов одного вида, представленную потомством одной клетки. Для выделения чистой культуры используют, как правило, плотные питательные среды, на которых каждая клетка вырастает в виде изолированной колонии – потомства микроорганизмов, образовавшееся из одной клетки.

Выделение чистой культуры микроба является основой бактериологической работы, так как чаще всего исследуемый материал содержит смесь различных видов микробов. Чистые культуры нужны для изучения свойств микроорганизмов и установления их видовой принадлежности. Кроме того, чистые культуры микроорганизмов (дрожжей, микроскопических грибов, молочнокислых, уксуснокислых, пропионовокислых и других бактерий) обладают промышленно ценными свойствами и нужны для получения различных продуктов и веществ, нашедших применение в пищевой промышленности и других отраслях народного хозяйства.

Перед выделением чистой культуры из различных объектов окружающей среды (пищевого продукта, с поверхности плодов и овощей, из почвы, воды и др.), в которых находится множество микроорганизмов, вначале получают накопительные культуры, проводя культивирование в элективных условиях - условиях, способствующих развитию одной культуры и ограничивающих развитие сопутствующих микроорганизмов. Обеспечить элективные условия для микроорганизмов можно только в том случае, если известны особенности обмена веществ выделяемого микроорганизма. Так как различные микроорганизмы используют различные источники питания, то элективные условия легче всего обеспечить, подбирая определенный состав питательных сред. Можно создать элективные условия, обеспечивая соответствующую температуру, рН, освещение и др.

Накопительные культуры состоят преимущественно из клеток микроорганизмов одного вида. Для получения накопительных культур используют жидкие накопительные питательные среды, различные методы обработки материала, содержащего смесь микробов, а также учитывают другие особенности выделяемых из объекта микроорганизмов.

Для выделения чистых и накопительных культур из различных объектов в лабораториях используют методы посева и пересева. Посевом называется внесение части исследуемого материала в стерильную питательную среду, пересевом – перенос части выросшей на питательной среде культуры микроорганизмов на другую свежую питательную среду.

5.1.2 Методы выделения накопительных культур микроорганизмов

К таким методам относятся методы обогащения, метод нагревания исследуемого материала для выделения спорообразующих бактерий, метод выделения подвижных форм бактерий (метод Шукевича) и др.

Методы обогащения

Их часто применяют для выделения чистых культур микроорганизмов (например, бактерий группы кишечной палочки (БГКП), сальмонелл и др.) из материалов, в которых мало выделяемых микроорганизмов, но содержится большое количество сопутствующей микрофлоры. Для увеличения численности выделяемого вида микроорганизмов вначале делают посев исследуемого материала в накопительные питательные среды, которые содержат вещества, стимулирующие его рост и угнетающие или задерживающие размножение сопутствующей микрофлоры. Например, для выделения сальмонелл проводят посев в среды обогащения Кауфмана, Мюллера и др., для выделения БГКП – на среду Кесслера. При выделении культур молочнокислых бактерий из почвы, сырого молока или растений посева делают на стерильное обезжиренное молоко, содержащее 5 % этилового спирта для подавления роста гнилостных бактерий.

Метод нагревания

Применяют для выделения чистых культур споровых форм бактерий (бацилл, клостридий). В этом случае перед посевом исследуемый материал прогревают на водяной бане при температуре 75...85 °С в течение 20...30 мин. Вегетативные формы погибают во время прогревания, а споры микробов остаются живыми и при последующих высевах на плотную среду прорастают, формируя колонии.

Метод выделения подвижных форм бактерий (метод Шукевича)

Заключается в посеве исследуемого материала в конденсационную воду скошенного мясопептонного агара. При размножении подвижные формы микроорганизмов из конденсационной воды распространяются на агаре, как бы вползая на его поверхность.

Методы выделения анаэробных микроорганизмов

Основаны на выращивании микроорганизмов в средах с низкой концентрацией кислорода или в бескислородной среде, что достигается:

посевом исследуемого материала в среды, содержащие редуцирующие и легко окисляемые вещества (антиоксиданты). В качестве таких веществ чаще всего используют тиогликолят натрия, солянокислый цистеин, кусочки животных и растительных тканей;

посевом исследуемого материала в глубину плотных питательных сред. Посев делается уколом препаровальной иглой в пробирку со столбиком плотной среды или в расплавленную плотную или полужидкую питательную среду с последующим перемешиванием;

механическим удалением воздуха из сосудов при выращивании анаэробных микроорганизмов (создают вакуум);

культивированием анаэробных микроорганизмов в жидких средах под слоем масла;

культивированием анаэробных микроорганизмов в атмосфере инертного газа, диоксида углерода, азота.

5.1.3 Методы выделения чистых культур микроорганизмов

Метод Пастера (метод предельных разведений)

Заключается в том, что из исследуемого материала делают ряд последовательных разведений в жидкой питательной среде. Для этого каплю посевного материала вносят в пробирку со стерильной жидкой средой, из нее каплю переносят в следующую пробирку и так засевают до 8...10 пробирок. С каждым разведением количество микробных клеток, попадающих в среду, будет уменьшаться и можно получить такое разведение, в котором во всей пробирке со средой будет находиться только одна микробная клетка, из которой разовьется чистая культура микроорганизма. Так как в жидких средах микробы растут диффузно, т.е. легко распределяются во всей среде, то изолировать одну микробную клетку от другой трудно. Таким образом, метод Пастера не всегда обеспечивает получение чистой культуры. Поэтому в настоящее время этот метод используется, главным образом, для предварительного уменьшения концентрации микроорганизмов в материале перед посевом его в плотную среду для получения изолированных колоний.

Методы механического разделения микроорганизмов с использованием плотных питательных сред

К таким методам относятся метод Коха и метод Дригальского.

Метод Коха (метод глубинного посева)

Исследуемый материал вносят бактериологической петлей или пастеровской пипеткой в пробирку с расплавленной плотной питательной средой. Равномерно размешивают содержимое пробирки, вращая ее между ладонями. Каплю разведенного материала переносят во вторую пробирку, из второй – в третью и т.д. Содержимое каждой пробирки, начиная с первой, выливают в стерильные чашки Петри. После застывания среды в чашках, их помещают в термостат для культивирования.

Для выделения анаэробных микроорганизмов по методу Коха необходимо ограничить доступ кислорода к культуре. С этой целью поверхность глубинного посева в чашке Петри заливают стерильной смесью парафина и вазелина (1:1). Можно также оставлять посевной материал, тщательно перемешанный с агаризованной средой, непосредственно в пробирке. Ватную пробку при этом заменяют резиновой или заливают поверхность агара смесью парафина и вазелинового масла. Чтобы извлечь выросшие колонии анаэробных микроорганизмов, пробирки слегка нагревают, быстро вращая над пламенем горелки. Агар, прилегающий к стенкам, расплавляется, и столбик легко выскальзывает в подготовленную чашку Петри. Далее столбик с агаром разрезают стерильным скальпелем, колонии извлекают стерильной петлей или стерильной капиллярной рубкой и переносят в жидкую среду.

Метод Дригальского основан на механическом разделении микробных клеток на поверхности плотной питательной среды в чашках Петри. Каждая микробная клетка, фиксируясь в определенном месте, начинает размножаться, образуя колонию.

Для посева по методу Дригальского используют несколько чашек Петри, залитых плотной питательной средой. На поверхность среды вносят каплю исследуемого материала. Затем с помощью стерильного шпателя эту каплю распределяют по всей питательной среде (посев газоном).

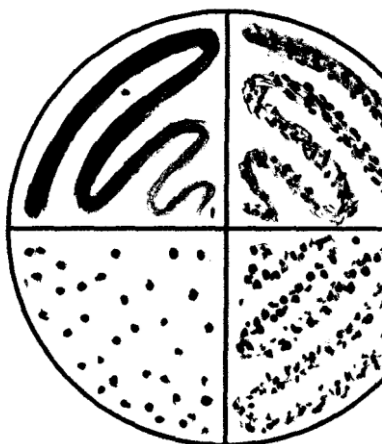


Рис. 7. Методы посева штрихом.

Посев также можно проводить штрихом, используя бактериологическую петлю. Этим же шпателью или петлей осуществляют посев во вторую, третью и т.д. чашки. Как правило, в первой чашке после культивирования посева появляется рост микробов в виде сплошного налета, в последующих чашках содержание микроорганизмов снижается и образуются изолированные колонии, из которых отсевом можно легко выделить чистую культуру.

Таким образом, в первых секторах получается сплошной рост, а вдоль последующих штрихов вырастут обособленные колонии, представляющие собой потомство одной клетки.

В целях экономии сред и посуды можно пользоваться одной чашкой, разделив ее на сектора, и последовательно засеивать их штрихом (метод истощающего штриха). Для этого материал берут петлей и проводят ею ряд параллельных штрихов сначала по поверхности первого сектора, а затем последовательно оставшимися на петле клетками засеивают все другие сектора. При каждом последующем штрихе происходит уменьшение количества засеиваемых клеток.

Метод выделения чистых культур с помощью химических веществ используется при изолировании культур микроорганизмов, устойчивых к определенным химическим веществам. Например, с помощью этого метода можно выделить чистую культуру туберкулезных микобактерий, устойчивых к действию кислот, щелочей и спирта. В этом случае исследуемый материал перед посевом заливают 15 % раствором кислоты или антиформинном и выдерживают в термостате в течение 3...4 часов. После воздействия кислоты или щелочи клетки туберкулезной палочки остаются живыми, а все другие микроорганизмы, содержащиеся в исследуемом материале, погибают. После нейтрализации кислоты или щелочи обработанный материал высевает на плотную среду и получают изолированные колонии возбудителя туберкулеза.

Биологические методы выделения чистых культур патогенных микроорганизмов основаны на заражении исследуемым материалом лабораторных животных, восприимчивых к данному виду возбудителя. Если патогенный микроорганизм содержится в исследуемом объекте, то лабораторное животное заболевает и погибает. После вскрытия павшего животного из внутренних органов делают посева на специальные среды, на которых вырастают чистые культуры выделяемых микробов.

5.2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1-е занятие

На первом занятии студенты знакомятся с методами выделения чистых и накопительных культур микроорганизмов. Осваивают технику посева исследуемого материала в чашку Петри, в пробирки со скошенным агаром и с жидкой питательной средой.

При выполнении работы необходимо:

Для выделения изолированных колоний из бактериальной смеси №1 сделать посев штрихом в чашку Петри с мясопептонным агаром по методу истошающего штриха (см. раздел 5.1.3). Далее чашки помещают в термостат с температурой 37 0С для культивирования в течение 1...2 суток.

Для выделения спорообразующих бактерий бактериальную смесь №2 нагреть на водяной бане до 75...85 0С и выдержать в течение 20...30 мин. Далее смесь охладить и сделать посев штрихом бактериологической петлей на поверхность скошенного мясопептонного агара в пробирку. Посев культивируют в течение 1...2 суток при 37 0С.

Для выделения подвижных форм бактерий из гниющего мяса по методу Шукевича маленький кусочек мяса стерильной петлей или иглой осторожно (по стенке, где нет питательной среды) вносят в конденсат свежеприготовленного скошенного мясопептонного агара. Пробирки термостатируют при 37 0С в течение 1...2 суток.

Для выделения молочнокислых бактерий из сырого молока 0,5 мл молока вносят стерильной пипеткой в пробирку со стерильным обезжиренным молоком с добавлением 5 % этилового спирта. Далее пробирки помещают в термостат с температурой 30 0С и проводят культивирование в течение суток.

Техника посева и пересева микроорганизмов на питательные среды

Посевы и пересевы микроорганизмов на питательные среды проводят около пламени горелки (но не в пламени), по возможности быстро, чтобы не загрязнить культуры посторонними микроорганизмами. Нельзя делать резких движений, ходить, кашлять и т.п. около работающего с чистой культурой, так как движение воздуха увеличивает опасность случайного заражения культуры и среды. Поэтому посевы и пересевы микроорганизмов следует проводить в боксе.

Посев на плотные среды в чашки Петри

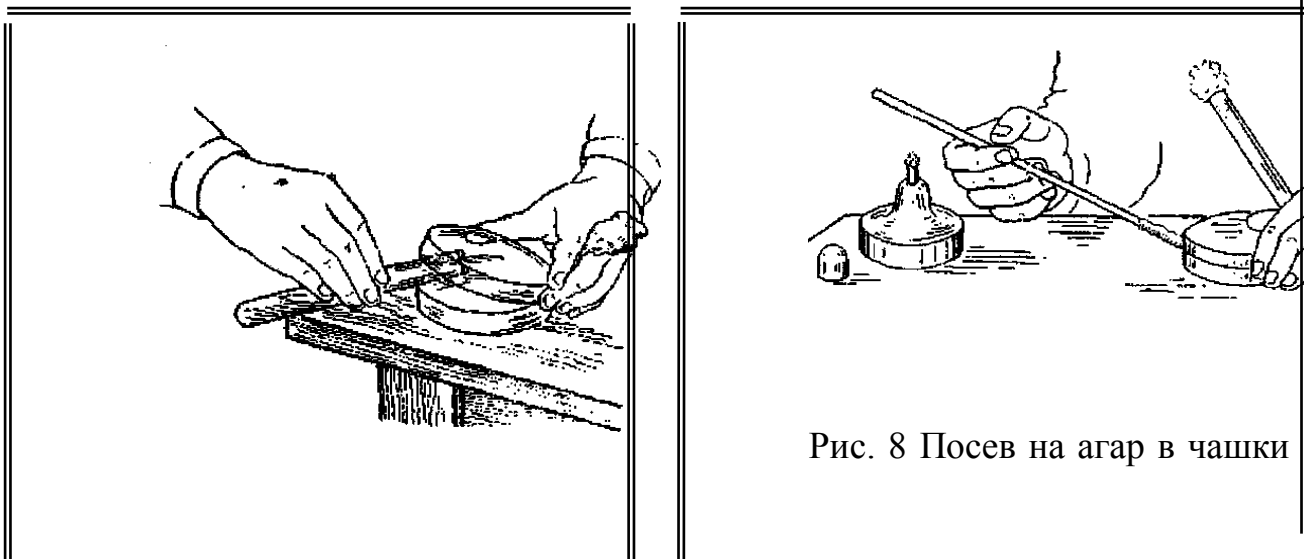


Рис. 8 Посев на агар в чашки

Рис. 7.1 Правила разливания питательной среды в чашки Петри

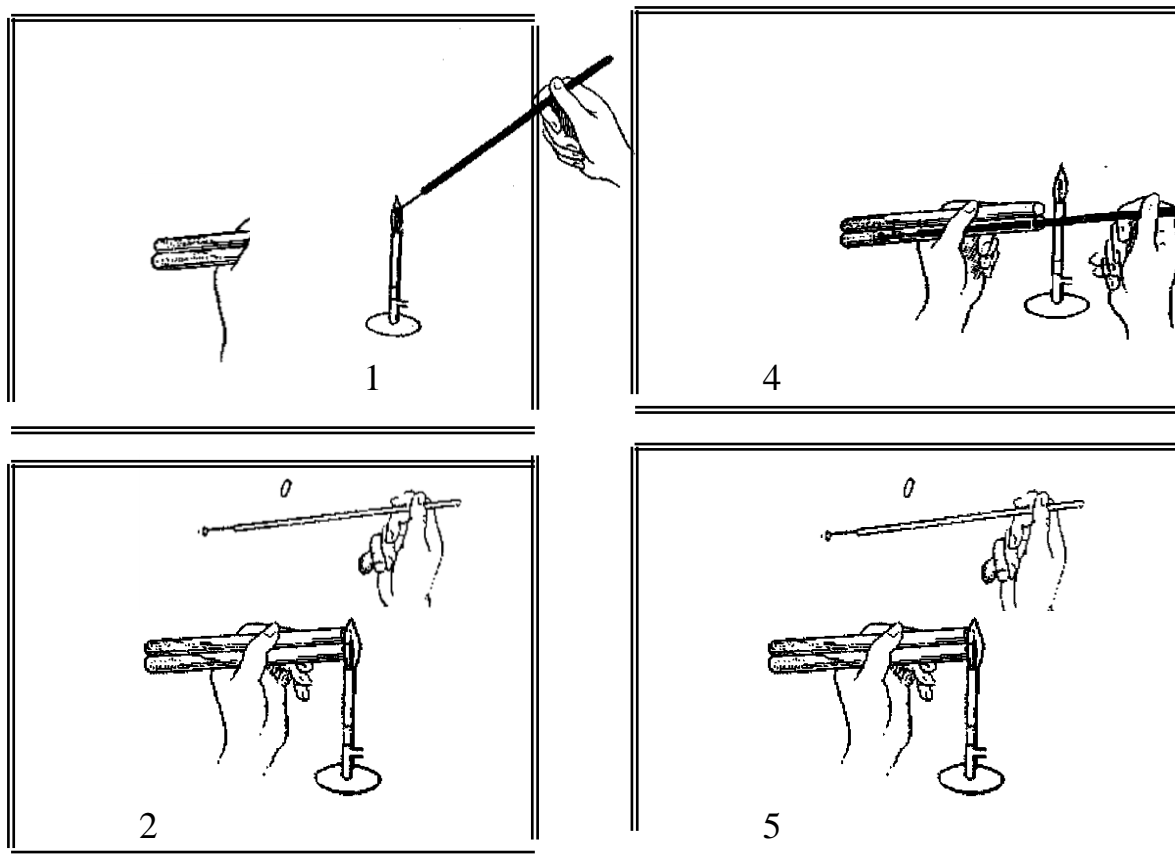
Посев в чашки Петри производят следующим образом: плотную питательную среду в пробирках или колбах расплавляют на кипящей водяной бане, охлаждают до 48-50 °С и, соблюдая правила асептики, разливают ровным слоем толщиной 3 – 5 мм в стерильные чашки (рис. 7.1). Посев делают стеклянным шпателем Дригальского (рис. 8) или петлей в виде параллельных или зигзагообразных (метод истощающего посева) штрихов.

Посев в жидкую питательную среду

Посев в жидкую среду можно производить бактериологической петлей или пипеткой вблизи пламени горелки. Обе пробирки держат в слегка наклонном положении, чтобы не замочить ватно-марлевые пробки. Петлю с микробным материалом опускают непосредственно в стерильную среду и ополаскивают. При внесении клеток, взятых петлей из плотной среды, материал тщательно растирают по стенке пробирки у верхнего края жидкой среды, все время смывая его средой.

Пересев на плотные питательные среды в пробирках

Техника посева по этапам показана на рис. 9.



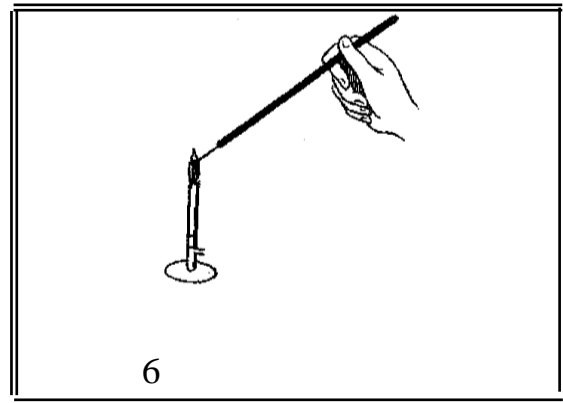
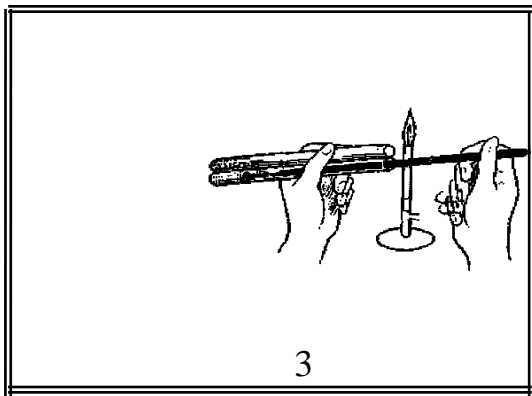


Рис. 9 Пересев культуры микроорганизмов в пробирки

Пробирки с культурой и питательной средой помещают на два пальца левой руки в наклонном положении. В правой руке большим и указательным пальцем держат бактериальную петлю и стерилизуют в пламени горелки;

Вынимают ватные пробки из обеих пробирок, прижимают их к ладони мизинцем и безымянными пальцами правой руки и обжигают края пробирок. Следят за тем, чтобы пробки не касались посторонних предметов;

Петлю вводят в пробирку с пересеваемой микробной культурой. Осторожно, не касаясь стенок, отбирают каплю жидкой культуры. Если производят пересев с косога слоя агара, то для охлаждения петли вначале следует прикоснуться к поверхности агара, где нет культуры, после чего берут небольшое количество микробной массы со скошенной питательной среды;

Вводят петлю с материалом в пробирку со стерильной жидкой средой, стараясь не задевать стенок пробирки. При посеве на скошенные питательные среды петлю с клетками микроорганизмов опускают почти до дна, где скапливается небольшое количество конденсационной воды. Слегка касаясь петлей поверхности плотной среды, но не разрыхляя ее, проводят от дна вверх штрих;

Петлю вынимают, обжигают края пробирок и внутренние концы пробок, после чего пробирки закрывают;

Петлю вновь прокалывают в пламени горелки.

2-е занятие

На втором занятии студенты исследуют:

- посев бактериальной смеси №1 в чашке Петри

Посевы, сделанные методом истощающего штриха, рассматривают, выделяют изолированные колонии, отличающиеся по внешнему виду, описывают культуральные свойства выделенных чистых культур микроорганизмов, готовят из описанных колоний фиксированные мазки и окрашивают их по методу Грама. Далее зарисовывают микроскопическую картину и делают вывод о качественном составе микрофлоры бактериальной смеси.

- посев штрихом культуры спорообразующих бактерий, полученной методом нагревания их бактериальной смеси №2 исследуют, приготовив фиксированный мазок, окрасив его по методу Грама и проведя микроскопирование для того, чтобы убедиться, что накопительная культура спорообразующих бактерий выделена. Зарисовывают микроскопическую картину.

посев гниющего мяса в конденсационную воду скошенного мясопептонного агара внимательно рассматривают, бактериальной петлей отбирают с верхней части поверхности скошенного агара мазеобразный налет, готовят фиксированный препарат, окрашивают его по Граму, зарисовывают микроскопическую картину. При обнаружении в мазках грамтрицательных не образующих спор палочек делают вывод о наличии в исследуемом материале подвижных форм гнилостных бактерий.

- посев сырого молока на накопительную среду в пробирку для выделения молочнокислых бактерий рассматривают и описывают характерные особенности образовавшегося сгустка. Далее готовят фиксированный препарат, окрашивают его краской Муромцева. При микроскопии обращают внимание на внешние признаки выросших на стерильном молоке с 5% спирта молочнокислых бактерий. Зарисовывают микроскопическую картину.

Изучение культуральных свойств выросших в чашках колоний

Рассматривая выросшие колонии в проходящем свете невооруженным глазом (макроскопически) и с помощью лупы описывают следующее:

Форму колоний

Формы колоний, которые могут вырастать на плотной среде в чашках Петри, изображены на рис. 10.

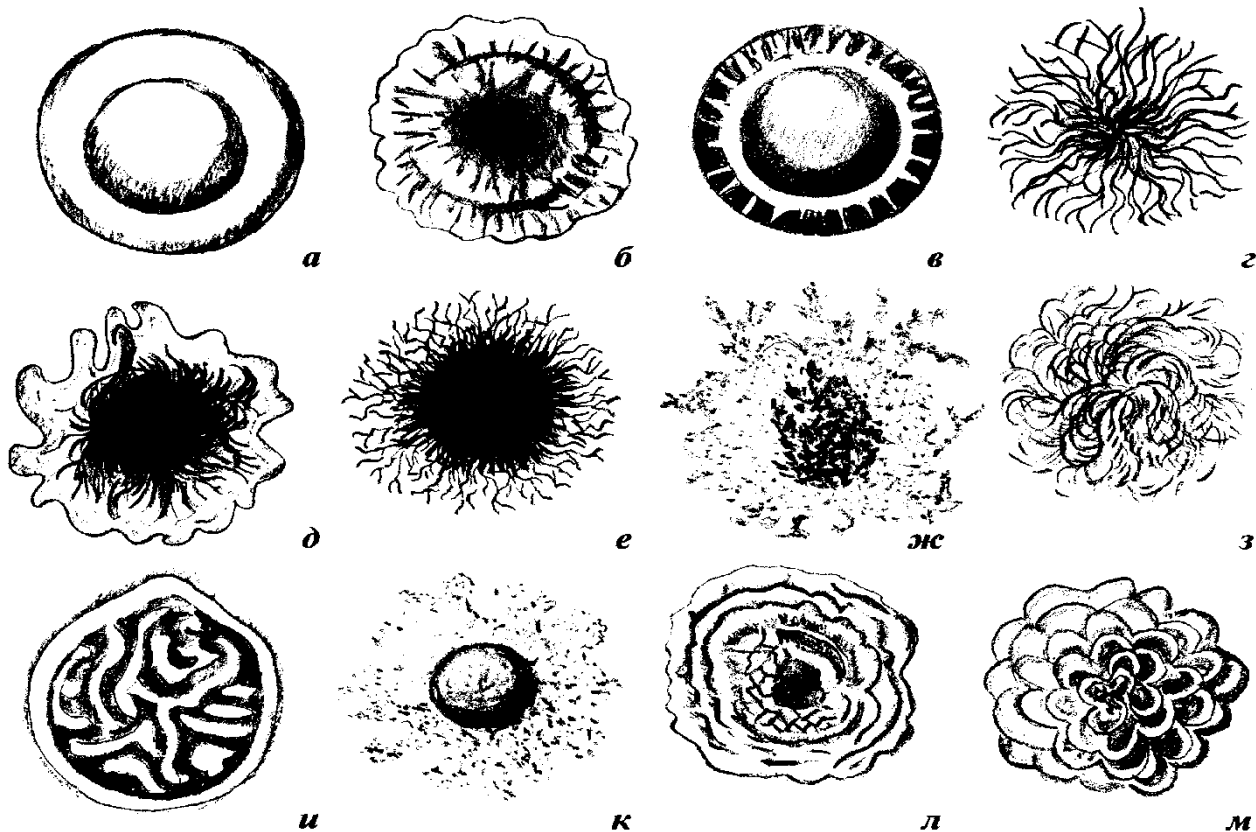


Рис. 10 Форма колоний: а – круглая; б – круглая с фестончатым краем; в – круглая с валиком по краю; г; д – ризоидная; е – с ризоидным краем; ж – амебовидная; з – нитевидная; и – складчатая; к – неправильная; л – концентрическая; м – сложная

Форма колоний может быть круглой, неправильной, корневидной, эллипсовидной и т.д.

Размеры колоний

Колонии, имеющие диаметр более 4 мм являются крупными, от 2 до 4 мм – средними, от 1 до 2 мм – мелкими, менее 1 мм - точечными или росинчатыми.

Цвет колоний

Микроорганизмы, содержащие пигменты могут быть желтого, оранжевого, розового, кремового и др. цветов. Большинство микроорганизмов не содержат пигментов и растут на плотных средах в виде серовато-матовых колоний. Такие колонии называют бесцветными.

Рельеф (профиль) колоний

Рельеф или профиль колоний может быть плоским, выпуклым, куполообразным, смешанным - плоским с выпуклым центром, кратерообразным и др. (рис. 10).

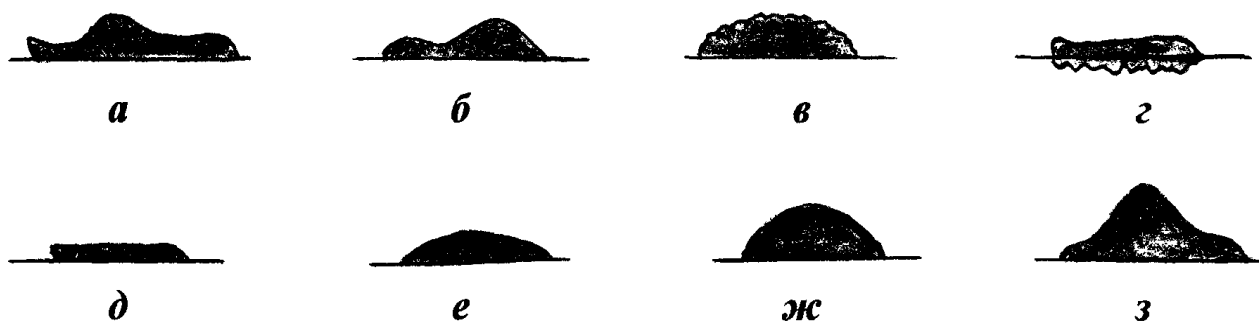


Рис. 10 Профиль колоний: а – изогнутый; б – кратерообразный; в – бугристый; г – врастающий в агар; д – плоский; е –выпуклый; ж – каплевидный; з - конусовидный

5. Поверхность колоний

Поверхность колоний может быть гладкой, блестящей, шероховатой, морщинистой, извилистой и т.д.

6. Характер края колоний

Разновидности края колоний изображены на рис. 11.

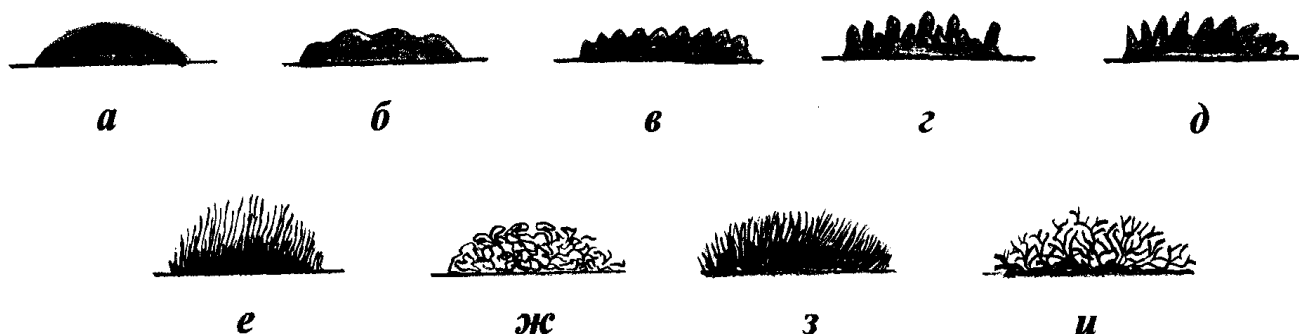


Рис. 11 Края колоний: а - гладкий; б – волнистый; в – зубчатый; г – лопастный; д – неправильный; е – реснитчатый; ж – нитчатый; з – ворсинчатый; и - ветвистый

Край может быть ровным (гладким); волнистым; локонообразным (нитчатым); лопастным; бахромчатым; зазубренным; корневидным (ветвистым) и др.

7. Прозрачность колоний

Колонии бывают прозрачные, полупрозрачные и непрозрачные.

8. Структуру колоний

Структура колоний бывает однородная (гомогенная) и неоднородная (гетерогенная). Неоднородные колонии могут быть мелко- и крупнозернистыми, радиально или концентрически исчерченными, чешуйчатыми и др.

9. Консистенцию колоний

Определяется при приготовлении препаратов для микроскопического анализа.

5.2.3 Изучение морфологических свойств микроорганизмов

Готовят фиксированные препараты бактерий по методике, изложенной в разделе 2.2.2, и окрашивают их по методу Грама (раздел 3.2.1). Рассматривают препараты с объективом х90 при максимальном освещении. При изучении морфологических признаков молочнокислых бактерий фиксированных мазок из кисломолочного сгустка окрашивают краской Муромцева (раздел 2.2.3).

Оформление и анализ результатов исследований

В отчете студенты кратко конспектируют теоретический материал. Описывают культуральные свойства выросших в чашках Петри колоний. Зарисовывают микроскопические картины выделенных из различных объектов чистых и накопительных культур с учетом морфологических особенностей каждого микроорганизма. Под каждым рисунком подписывают увеличение препарата. Делают соответствующие выводы.

Контрольные вопросы

Что такое «чистые культуры» микроорганизмов и для чего их выделяют из объектов окружающей среды?

Каким образом создаются элективные условия при выделении накопительных культур микроорганизмов?

Какие микроорганизмы можно выделить методом нагревания?

Как можно выделить накопительные культуры подвижных форм бактерий?

Каким образом можно выделить накопительную культуру анаэробных бактерий?

Охарактеризуйте методы выделения чистых культур микроорганизмов, основанные на их механическом разделении.

Как можно выделить чистую культуру туберкулезной палочки?

В чем заключается сущность биологических методов выделения чистых культур патогенных микроорганизмов?

По каким признакам описывают культуральные свойства микроорганизмов, выросших на плотных средах в чашках Петри?

Перечислите основные этапы пересева микроорганизмов из пробирки в пробирку.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Бабьева И.П., Голубев В.И. Методы выделения и идентификации дрожжей. – М.: Пищевая промышленность, 1979.

- Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – М.: Изд-во МГУ, 1989
- Громов Б.В., Павленко Г.В. Экология бактерий. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989.
- Колешко О.И. Экология микроорганизмов почвы: Лабораторный практикум. – Мн.: Выш. школа, 1981.
- Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. – М.: Наука, 1989.
- Определитель бактерий Берджи в 2 томах. 9-е изд. – М.: Мир, 1997.
- Руководство к практическим занятиям по микробиологии / Под ред. Н.С. Егорова. – М.: Изд-во МГУ, 1983.
- Экология микроорганизмов / Под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

ПРИГОТОВЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ КРАСИТЕЛЕЙ И ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД

1. КРАСИТЕЛИ

Фуксин основной спиртовой раствор – насыщенный

Фуксин основной кристаллический – 10 г

Этиловый спирт, 96% - 100 мл

Фуксин растворяют в 100 мл 96%-ного этанола. Раствор может храниться долгое время в бутылке из темного стекла с притертой пробкой.

Фуксин основной карболовый – фуксин Циля

Фуксин основной кристаллический – 1 г

Карболовая кислота (фенол) - 5 г

Этиловый спирт, 96° - 10 мл

Дистиллированная вода - 100 мл

При приготовлении раствора предварительно взвешивают определенное количество (1 г) фуксина основного кристаллического, вносят в фарфоровую ступку и растирают с определенным количеством (5 г) карболовой кислоты, добавляя спирт небольшими порциями и дистиллированную воду до полного растворения кристаллов, после чего приливают оставшуюся воду. Приготовленный краситель ставят в термостат при 37 °С на двое суток. Затем отфильтровывают через складчатый бумажный фильтр.

Фуксин основной карболовый устойчив и может храниться долго. Хранить следует в бутылке из темного стекла с притертой пробкой.

Фуксин основной карболовый можно приготовить другим способом:

Вначале готовят два раствора.

1-й раствор

Фуксин основной кристаллический – 1 г

Этиловый спирт, 96° - 10 мл

Смесь растирают в фарфоровой ступке до полного растворения кристаллов фуксина.

2-й раствор

Карболовая кислота – 5 г

Дистиллированная вода – 95 мл

Воду подогревают до 50 °С для лучшего растворения карболовой кислоты. Второй раствор вливают в первый, хорошо взбалтывают и фильтруют через складчатый бумажный фильтр.

Фуксин основной, водный (фуксин Пфейффера)

Карболовый фуксин Циля – 10 мл

Дистиллированная вода - 90 мл

Водный фуксин нестойк, его лучше готовить непосредственно перед употреблением. Раствор водного фуксина может храниться не более 10 дней.

Карболовый генциановый фиолетовый

Генциановый фиолетовый (кристаллы) – 1 г

Этиловый спирт, 96% - 10 мл

Карболовая кислота - 5 г

Дистиллированная вода - 100 мл

Техника приготовления карболового генцианового фиолетового такая же, как карболового фуксина Циля.

При приготовлении карболового генцианового фиолетового можно также готовить предварительно два раствора.

1-й раствор

Генциановый фиолетовый – 1 г

Этиловый спирт, 96% - 10 мл

2-й раствор

Карболовая кислота – 5 г

Дистиллированная вода – 95 мл

Последовательность и способ приготовления первого и второго растворов такие же, как и при приготовлении карболового фуксина Циля.

Приготовление красящих бумажек генцианвиолета (по Синеву)

Для приготовления бумажек фильтровальную бумагу предварительно испытывают на пригодность. Для этого полоску фильтровальной бумаги погружают в спиртовой раствор красителя (карболового генцианового фиолетового), высушивают на воздухе. Хорошая бумага окрашивается равномерно без пятен. Если небольшой кусок такой бумаги положить на стекло с несколькими каплями воды, он сразу же пропитается водой и краситель через несколько секунд перейдет в раствор. Бумагу для пропитывания нарезают полосками (шириной 2,5-3 см, длиной 30 см) и погружают в краситель так, чтобы смачивались обе поверхности. Затем полоски вынимают, высушивают на воздухе при комнатной температуре или в термостате при 37° С.

Пропитывать красящиеся бумажки можно также спиртовым раствором генцианвиолета следующего состава:

Генциановый фиолетовый (кристаллы) – 1 г

Спирт этиловый, 96°	- 100 мл
Глицерин	- 5 мл

Метиленовый синий (насыщенный спиртовой раствор)

3 г метиленового синего растворяют в 100 мл 96%-ного этанола. Раствор выдерживают 2-3 дня, периодически взбалтывая. Затем фильтруют через бумажный фильтр. Раствор устойчив.

Раствор бриллиантовой зелени (раствор малахитового зеленого)

Водный насыщенный раствор готовится путем растворения 10 г малахитового зеленого в 10 мл дистиллированной воды. Спиртово-водный раствор: 10 г малахитового зеленого смешивается с 80 мл дистиллированной воды и 20 мл 96%-ного этанола.

Метиленовый синий 1:40

1 мл насыщенного спиртового раствора метиленового синего смешивают с 40 мл дистиллированной воды.

Метиленовый синий, щелочной раствор (по Леффлеру)

К 100 мл дистиллированной воды прибавляют 30 мл насыщенного спиртового раствора метиленового синего и 1 мл 1%-ного водного раствора гидроксида калия.

Метиленовый синий по Финку

Отдельно взвешивают 0,9 г гидрофосфата натрия, 13,6 дигидрофосфата калия и 0,1 г метиленового синего. Каждую навеску растворяют в 500 мл дистиллированной воды. Смешивают 0,25 мл первого раствора с 99,75 мл второго и 100 мл третьего (рН 4,6).

Сафранин (водный)

10 мл 2,5%-ного раствора сафранина в 96%-ном этаноле смешивается со 100 мл дистиллированной воды.

Раствор Люголя (в модификации Грама)

В ступку вместимостью 30-50 мл помещают 1 г кристаллического йода и 2 г йодида калия, растирают смесь пестиком, добавляют 1 мл дистиллированной воды, продолжают растирать кристаллы и добавляют еще 5 мл воды. При этом йод растворяется в йодиде калия. Раствор количественно переносят в склянку и доводят общий объем до 300 мл. Раствор годен не более 30 дней, хранят его в прохладном месте, в темноте, лучше в посуде оранжевого цвета.

Раствор Люголя для выявления гликогена и гранулезы

Кристаллический йод – 1 г

Йодид калия – 3 г

Вода дистиллированная – 300 мл

Раствор готовят так же, как и предыдущий.

Для обнаружения гликогена можно также использовать крепкий раствор йода

Кристаллический йод – 7 г

Йодид калия – 20 г

Вода дистиллированная – 100 мл

Краска Муромцева

Готовят два раствора:

1-й раствор

Фуксин основной – 0,15 г

Спирт, 96% – 20 мл

Кристаллическая карболовая кислота – 10 г

2-й раствор

Метиленовый синий – 2,5 г

Дистиллированная вода – 200 мл

Оба раствора смешивают и фильтруют через бумажный фильтр.

Раствор туши для выявления капсул

Смешивают 10 мл жидкой натуральной туши с 90 мл дистиллированной воды. Затем раствор центрифугируют 15-20 мин. Верхний слой переносят в пробирку и автоклавируют 30 мин (0,05 МПа, температура 110 0С). После автоклавирования раствор отстаивают две недели, после чего его можно использовать.

2. ПИТАТЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПИТАТЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ

Мясопептонный бульон. Приготавливают мясную воду: 1 кг говяжьего мяса, освобожденного от костей, жира, сухожилий, пропускают через мясорубку, заливают 2 л водопроводной воды. Фарш настаивают в воде 12...24 часа на холоде. За это время из мяса экстрагируются водорастворимые белки, аминокислоты, витамины, углеводы, минеральные и другие вещества. Настой фильт-

руют через двойной слой марли, мясо хорошо отжимают и фильтрат кипятят 30 мин для свертывания белков. Сняв жир, остывшую жидкость пропускают через ватно-марлевый фильтр и доливают водой до первоначального объема. Мясную воду разливают по колбам или бутылкам и стерилизуют в автоклаве при 0,1 МПа в течение 20 мин.

Для приготовления мясопептонного бульона к мясной воде добавляют 1% пептона и 0,5% химически чистого хлорида натрия, кипятят 10 мин, фильтруют через складчатый бумажный фильтр, устанавливают рН 7,2...7,4 10% раствором двууглекислой соды и снова кипятят 10 мин. Мясопептонный бульон должен иметь соломенный цвет и быть совершенно прозрачным. Его разливают в пробирки, колбы, закрывают ватно-марлевыми пробками и стерилизуют при давлении 0,1 МПа 20-30 мин.

Питательный бульон можно приготовить из заменителей мяса (мясного экстракта, рыбного гидролизата) по способу, указанному на этикетке.

Мясопептонный агар готовится из мясопептонного бульона с добавлением 2...3% измельченного или порошкообразного агар-агара. Раствор нагревают до кипения и кипятят до полного растворения агара. Затем раствор охлаждают до 50 0С и осветляют взбитым куриным белком (1 белок на 1 л среды), смешанным с 30 мл воды, вновь доводят до кипения и кипятят 20 мин. Белок свертывается, оседает и осветляет среду. Горячий агар фильтруют через ватно-марлевый слой, доводят до рН 7,2...7,4, разливают по пробиркам или колбам и стерилизуют 20 мин при давлении 0,1 МПа.

Пептонная вода. Растворяют 30 г пептона в 1 л дистиллированной воды и стерилизуют 20 мин при давлении 0,1 МПа.

Пептонную воду можно также приготовить следующим образом: к 1 л дистиллированной воды добавляют при нагревании 10 г пептона, 5 г хлорида натрия и 0,1 г нитрата калия. Фильтруют через бумажный фильтр и устанавливают рН 7,6...7,8. Разливают по пробиркам и стерилизуют текучим паром дробно по 30 мин в течение 3 сут.

Солодовое сусло. 250...300 г ячменного сухого солода крупного помола заливают 1 л водопроводной воды, нагревают до 48-50 0С и, непрерывно помешивая во избежание образования комочков, поддерживают температуру в течение 30 мин. Затем температуру повышают до 55...58 0С, через 30 мин до 63 0С и на этом уровне выдерживают смесь до полного осахаривания крахмала. Готовую среду отжимают через полотняный фильтр, чтобы удалить дробину, затем фильтруют через складчатый бумажный фильтр. В фильтрате определяют концентрацию сухих веществ (СВ) при 20 0С, которая обычно составляет 18-20%. До нужной концентрации фильтрат разводят водопроводной водой. Для

выращивания дрожжей солодовое сусло должно иметь концентрацию 6...8% СВ, для молочнокислых бактерий – 8...12% СВ, для мицелиальных грибов 3...4%, рН среды 5,6...6,0. При более низком значении рН сусло подщелачивают 10% раствором двууглекислой соды или гидроксида натрия. Далее сусло разливают в колбы или пробирки, закрывают их ватно-марлевыми пробками и стерилизуют при давлении 0,05 МПа 30 мин.

Для приготовления данной среды можно также использовать неохмеленное заводское пивное сусло, доведенное до определенного содержания СВ и рН.

Сусло-агар. При приготовлении сусло-агара к солодовому суслу добавляют 2% агара. Для микроорганизмов, образующих кислоты добавляют также немного мела. Среду стерилизуют 30 мин при давлении 0,05 МПа или дробно текучим паром.

Среда используется для выделения, выращивания и хранения дрожжей, мицелиальных грибов, молочнокислых и уксуснокислых бактерий.

Дрожжевой автолизат. Способ 1: гомогенную массу из 1 кг прессованных хлебопекарных дрожжей и 1 л водопроводной кипяченой воды ставят в термостат при 50 0С, добавив несколько капель толуола, и выдерживают при периодическом перемешивании 72 ч. По окончании автолиза дрожжей массу нагревают в автоклаве при 0,02 МПа 30 мин. Остывшую массу фильтруют через двойной складчатый бумажный фильтр до полной прозрачности. Прозрачный фильтрат содержит 0,9% азота. Фильтрат нейтрализуют до рН 6,8...7,0, разливают в пробирки или колбы и стерилизуют при давлении 0.01...0,05 МПа в течение 10...20 мин. Способ 2: 1 кг прессованных дрожжей смешивают с 4 л водопроводной воды и выдерживают в термостате при 55 0С в течение 24 час. Затем автолизат фильтруют и стерилизуют при давлении 0,05 МПа 20 мин.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ (ЭЛЕКТИВНЫЕ) ПИТАТЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ

Среды для выявления стафилококков

Молочно-солевой агар: в 100 см³ питательного агара растворяют при кипячении 6,5 г хлорида натрия, стерилизуют при 0,1 МПа в течение 20 мин. К расплавленному и остуженному до 45°С агару добавляют 10 см³ на 100 см³ обезжиренного стерилизованного молока, тщательно размешивают и разливают тонким слоем в чашки Петри. Учитывают колонии с зоной просветления.

Желточно-солевой агар: к 150 см³ расплавленного и охлажденного до 45°С 6%-ного солевого агара стерильно добавляют 50 см³ желточного раство-

ра (1 желток куриного яйца растворяют в 150-200 см³ физиологического раствора). Быстро перемешивают и разливают в чашки Петри.

Среды для культивирования дрожжей и микроскопических грибов

Среда Сабуро. Основой этой среды является дрожжевая вода. Для приготовления дрожжевой воды 70...100 г свежих прессованных дрожжей (7...10 г сухих дрожжей) кипятят в течение 20...30 мин в 1 л дистиллированной воды и отстаивают в высоком цилиндре на холоде 12 час. Отстоявшуюся жидкость декантируют, добавляют еще 1 л воды, кипятят 30 мин, фильтруют, доводят рН до требуемого значения. Приготовленную среду стерилизуют дробно по 20 мин 2...3 сут. К 100 мл стерильной дрожжевой воды добавляют 1% пептона, 2% агара, после растворения агара вносят 4% глюкозы или мальтозы, фильтруют, разливают в пробирки и стерилизуют при 0,05 МПа в течение 20 мин.

Среду можно готовить и на обычной 1%-ной пептонной воде.

Синтетическая среда Ридер для дрожжей. В состав среды входят (в г/л): сульфат аммония 3, сульфат магния 0,7, нитрат кальция 0,04, хлорид натрия 0,5, дегидрофосфат калия 1,0, гидрофосфат калия. Начальное значение рН среды 6,6. Для изучения размножения дрожжей добавляют 2% сахара, для исследования брожения 5...10%. Полная синтетическая среда содержит также витамины (в мкг/мл): инозит 5, биотин 0,0001, пантотеновую кислоту 0,25, тиамин 1,0, пиридоксин 0,25, никотиновую кислоту 0,5. Стерилизуют среду в автоклаве при давлении 0,1 МПа.

Картофельно-глюкозный агар. Очищенный и нарезанный ломтиками картофель массой 200 г заливают 1 л дистиллированной воды и кипятят в течение 1 часа. Отвар фильтруют, к фильтрату добавляют воду до первоначального объема, 2% глюкозы и 2...3% агар-агара. Среду разливают в пробирки или колбы и стерилизуют при 0,1 МПа в течение 10 мин. При употреблении устанавливают рН 3,5 при помощи 10%-ного стерильного раствора безводной лимонной кислоты.

Синтетическая среда Чапека для грибов. Состав среды (в г/л): сахароза или глюкоза 30, дигидрофосфат калия 1,0, нитрат натрия 2,0, сульфат магния 0,5, хлорид калия 0,05, сульфат железа 0,1, агар 20. Навеску агара выщелачивают и добавляют к указанным ингредиентам, предварительно растворенным в 1 л дистиллированной воды, прогревают текучим паром, устанавливают рН 4,0...5,5 10% раствором лимонной кислоты или гидроксида натрия. Фильтруют, разливают в пробирки и стерилизуют дробно текучим паром 3 сут по 30 мин.

Полная среда с лизином для выявления несовершенных дрожжей. В 1 л водопроводной воды вносят (в г/л): глюкозу - 50, сульфат магния - 1, дигидро-

фосфат калия - 2, лактат калия - 12 мл 50% раствора, L(+) моногидрат лизина – 1, витаминный раствор (на 100 мл стерильной дистиллированной воды добавляют (в г) инозитола 2, пантотената кальция 0,4, никотинамида 0,5, хлоргидрат-тиамина 0,1), агара - 20. рН среды составляет 5,0...5,2. Среду разливают в пробирки и стерилизуют 15 мин при 0,1 МПа.

Среда с ацетатом для обнаружения несовершенных дрожжей. На 1 л водопроводной воды берут 10 г ацетата натрия, 10 г хлорида аммония, 5 г глюкозы, 3 мл дрожжевого автолизата, разливают в пробирки и стерилизуют при давлении 0,05 МПа в течение 30 мин.

Среды для культивирования молочнокислых бактерий

Цельное молоко разливают в пробирки или колбы и стерилизуют при 0,1 МПа в течение 10 мин. Среду используют для изучения физиологических свойств молочнокислых бактерий.

Обезжиренное молоко отделяют от сливок путем сепарирования, разливают в пробирки или колбы и стерилизуют при тех же режимах, что и цельное молоко. Среду используют для изучения физиологических свойств микробов и для группового количественного учета молочнокислых бактерий.

Гидролизованное молоко. В стерильном обезжиренном молоке устанавливают рН 7,6...7,8. Молоко нагревают до 45 °С и к 1 л молока добавляют 0,5 - 1 г панкреатина, предварительно растворенный в теплой воде, и 5 мл хлороформа. Емкость с молоком плотно закрывают корковой пробкой, смесь тщательно перемешивают и ставят в термостат при температуре 40 °С на 18...24 часа. Затем полученную прозрачную жидкость декантируют и фильтруют через бумажный фильтр. Фильтрат разводят водой в 2 раза, устанавливают рН 7,0...7,2 и стерилизуют при 0,1 МПа в течение 15 мин.

Агар с гидролизованным молоком. В гидролизованное молоко вносят 1,5...2,0% агар-агара. Смесь нагревают до кипения и выдерживают до полного растворения агара. Горячую среду фильтруют через ватный фильтр, разливают в пробирки или колбы и стерилизуют при давлении 0,1 МПа в течение 10...15 мин.

Среда для количественного учета гнилостных бактерий

Молочный агар готовят путем внесения 20% горячего стерильного обезжиренного молока в стерильный расплавленный 2% водный раствор агар-агара. Используется эта среда для количественного учета протеолитических и

пептонизирующих бактерий (микрококков, маммококков). Вокруг колоний гнилостных бактерий образуются зоны протеолиза и пептонизации.

Среда с говяжьим жиром. В состав среды входят: пептон – 1 г, дрожжевой автолизат – 0,3, двузамещенный фосфат натрия – 0,1 г, агар – 1,5 г, дистиллированная вода – до 100 мл, pH 7,0...7,4.

Отдельно готовят в пробирках стерильный говяжий жир. Среду стерилизуют при 121 °С (0,1 МПа) в течение 15 мин.

Среды для выявления и идентификации бактерий группы кишечной палочки

Среда Кесслер: к 1 л водопроводной воды добавляют 10 г пептона и 50 мл свежей бычьей желчи. Смесь кипятят на водяной бане 30 мин, помешивая, после чего фильтруют через вату, добавляют 2,5 г глюкозы и доводят объем до 1 л. Устанавливают реакцию среды (pH 7,4-7,6) и добавляют 2 мл 1%-ного водного раствора кристаллического фиолетового. Среду разливают в пробирки или колбы с поплавками в количествах, предусмотренных для контроля отдельных продуктов. Стерилизуют при 0,05 МПа в течение 20 мин. Цвет среды должен быть темно-фиолетовым.

Лактозо-пептонная (глюкозо-пептонная) среда. 10 г пептона, 5 г натрия хлористого, 5 г лактозы (глюкозы) растворяют при нагревании в 1 л дистиллированной воды. После растворения ингредиентов устанавливают pH 7,4...7,6. Среду разливают по пробиркам и стерилизуют при 0,05 МПа 10...15 мин.

Полужидкая среда с лактозой или маннитом (глюкозой). В 1 л дистиллированной воды растворяют 10 г пептона, 5 г натрия хлористого, 4...5 г агара, доводят до кипения, устанавливают pH 7,2...7,4, добавляют 1 мл 1,6% спиртового раствора бромтимолового синего. Стерилизуют при давлении 0,1 МПа 20 мин. В расплавленную среду вносят 5 г лактозы или маннита (глюкозы), нагревают до кипения, разливают в стерильные пробирки на высоту 3...5 см и стерилизуют при 0,05 МПа 10...15 мин. Правильно приготовленная среда – зеленого цвета с синеватым оттенком (цвет бутылочного стекла). Срок хранения такой среды не более 2-х недель.

Среда Эндо (фуксин-сульфитный агар): в 5 мл стерильной воды растворяют 1 г лактозы, подогревают на водяной бане при 100 °С в течение 5 мин, соблюдая стерильность, прибавляют к 100 мл расплавленного 2%-ного мясопептонного агара с pH 7,6-7,8. В отдельную стерильную пробирку вносят 0,5 мл приготовленного накануне и профильтрованного 10%-ного раствора основного фуксина, к которому добавляют свежеприготовленный 10%-ный раствор сульфита натрия до получения бледно-розового окрашивания. Полученную смесь

вносят в расплавленный лактозный агар, тщательно перемешивают, избегают вспенивания, и разливают в стерильные чашки Петри. Среда Эндо должна быть свежеприготовленной.

Среды для выявления сульфитредуцирующих клостридий и других анаэробов

Железо-сульфитный агар. Основная среда. В 1 л стерильного расплавленного питательного агара добавляют 10 г глюкозы, нагревают до растворения, разливают мерно во флаконы, автоклавируют при 0,05 МПа 10...15 мин.

20% раствор сульфита натрия и 8%-ный раствор железа сернокислого закисного готовят непосредственно перед употреблением в стерильной посуде на стерильной дистиллированной воде. Раствор сульфита натрия нагревают до полного растворения. Перед выполнением анализа в 100 мл расплавленной основной среды вносят 5 мл 20%-ного раствора сульфита натрия, перемешивают, затем вносят 1 мл 8%-ного раствора сульфита натрия, перемешивают, разливают с соблюдением правил стерильности в стерильные пробирки или флаконы.

Среда Китта-Тароцци. Проваренные и промытые водой кусочки печени или мяса опускают в пробирки и заливают мясопептонным бульоном с 1% глюкозы на $\frac{1}{2}$ объема пробирки. Сверху приливают слой вазелинового масла высотой 1 см. Стерилизуют среду при 0,1 МПа в течение 15 мин.

УЧЕНЫЕ, ВНЕСШИЕ СУЩЕСТВЕННЫЙ ВКЛАД В РАЗВИТИЕ МИКРОБИОЛОГИИ

АББЕ ЭРНСТ КАРЛ (1840–1905) – нем. физик–оптик. Внес значительный вклад в усовершенствование микроскопа–апохроматические линзы (1868), конденсор (1870), иммерсионный объектив (1878).

АДАНСОН МИШЕЛЬ (1727–1806) – франц. ботаник, впервые применил математические методы в систематике (нумерическая таксономия).

БЕЙЕРИНК МАРТИН ВИЛЛЕМ (1851–1931) – голл. ботаник и микробиолог, первым выделил и описал чистые культуры азотфиксирующих клубеньковых бактерий, а также свободноживущих аэробных азотфиксаторов.

БЕЛОЗЕРСКИЙ АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ (1905–1972) – рос. биохимик, акад., основоположник молекулярной биологии в СССР. Заложил основы эволюционной геносистематики.

БЕРДЖИ ДЭВИД ХЕНРИКС (1860–1937) – амер. бактериолог, предложил классифицировать бактерии по небольшому количеству наиболее характерных признаков. Первый «Определитель бактерий Берджи» был издан в 1923 г.

БЕРИНГ ЭМИЛЬ АДЛЬФ (1854–1917) – нем. микробиолог. Предложил противостолбнячную и противодифтерийную сыворотки, разработал способ активной иммунизации против дифтерии. Ноб. пр. в 1901 г.

БОРДЕ ЖЮЛЬ (1870–1961) – бельг. иммунолог и микробиолог. Установил возбудителя и разработал метод иммунизации против коклюша. Ноб. пр. в 1907 г.

БУХНЕР ЭДУАРД (1860–1917) – нем. химик и биохимик. В 1897 г. установил, что спиртовое брожение может осуществляться гомогенатом дрожжевых клеток; это послужило началом изучения ферментов. Ноб. пр. в 1907 г.

ВАКСМАН ЗЕЛМАН АБРАХАМ (1888–1973) – амер. микробиолог. Впервые выделил ряд антибиотиков, в частности в 1944 г. – стрептомицин. Ноб. пр. в 1952 г.

ВАН НИЛЬ КОРНЕЛИС БЕРНАРДУС (1897–1985) – амер. микробиолог–физиолог. Труды по исследованию бактериального фотосинтеза.

ВАРБУРГ ОТТО ГЕНРИХ (1883–1970) – нем. биохимик. Первым объяснил механизм клеточного дыхания действием ферментов. Ноб. пр. в 1931 г.

ВИНОГРАДСКИЙ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ (1856–1953) – рус. микробиолог. Первооткрыватель хемоавтотрофных микроорганизмов и явления хемосинтеза. Впервые (1893) выделил из почвы азотфиксирующие бактерии.

ВОРОНИН МИХАИЛ СТЕПАНОВИЧ (1838–1903) – рус. ботаник, миколог. Работы по фитопатологии. Одним из первых описал клубеньковые бактерии (1866).

ГАБРИЧЕВСКИЙ ГЕОРГИЙ НОРБЕРТОВИЧ (1860–1907) – рус. микробиолог, один из организаторов производства бактериологических препаратов в России. Ввел сывороточное лечение дифтерии. Автор первого в России учебника по мед. бактериологии (1893).

ГАМАЛЕЯ НИКОЛАЙ ФЕДОРОВИЧ (1859–1949) – рос. микробиолог и эпидемиолог. Открыл бактериолизины, возбудителя холеры птиц. Труды по профилактике бешенства, холеры, оспы и др. инфекционных заболеваний.

ГАУЗЕ ГЕОРГИЙ ФРАНЦЕВИЧ (1910–1986) – рос. микробиолог, разработал метод изыскания противораковых антибиотиков.

ГЕРЕН КАМИЛЛЬ (1872–1961) – франц. ветеринарный врач.

Совместно с А. Кальметтом проводил исследования по созданию вакцины против туберкулеза крупного рогатого скота посредством аттенуации *Mycobacterium bovis*. Полученная вакцина (БЦЖ) оказалась применима и для профилактики туберкулеза у человека.

ГЕККЕЛЬ ЭРНСТ (1834–1919) – нем. биолог. В 1866 г. предложил выделить микроорганизмы в третье царство (после животных и растений), получившее название «протисты».

ГОРЛЕНКО МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ (1908–1994) – рос. микробиолог, чл. – кор. АН СССР (1976). Труды по теоретической и прикладной микологии, фитопатологии и иммунитету растений.

ГРАМ ХАНС КРИСТИАН ИОАХИМ (1853–1938) – дат. микробиолог, в 1884 г. разработал метод окрашивания бактерий, имеющий таксономическое значение.

ГЮЛЛЕНБЕРГ ХЕЛЬТЕ (р. 1924) – фин. микробиолог, специалист по математическим методам в систематике микроорганизмов.

ДЖЕННЕР ЭДУАРД (1749–1823) – англ. врач, основоположник оспопрививания.

Д'ЭРЕЛЛЬ ФЕЛИКС (1873–1949) – амер. (с 1928 г. – в США) микробиолог и вирусолог. В 1947 г. подробно изучил явление бактериофагии, ввел термин «бактериофаги» – вирусы бактерий.

ДЮБО РЕНЕ ЖЮЛЬ (1901–1980) – амер. микробиолог, первооткрыватель антибиотика тиротроцина (1939).

ЕРМОЛЬЕВА ЗИНАИДА ВИССАРИОНОВНА (1898–1974) – рос. микробиолог, акад. АМН СССР (1963). Получила первые отечественные образцы пенициллина (1942), стрептомицина (1947) и др. антибиотиков.

ЖАКОБ ФРАНСУА (р. 1920) – франц. микробиолог, генетик. Один из авторов гипотезы переноса генетической информации и регуляции синтеза белка в бактериальных клетках (концепция оперона). Ноб. пр. в 1965 г. совместно с А. М. Львовым и Ж. Л. Моно.

ЖДАНОВ ВИКТОР МИХАЙЛОВИЧ (1914–1987) – рос. вирусолог, известен работами по этиологии и эпидемиологии различных вирусных заболеваний, автор оригинальных исследований по систематике вирусов.

ЗАБОЛОТНЫЙ ДАНИИЛ КИРИЛЛОВИЧ (1866–1929) – рос., укр. микробиолог, один из основателей отечественной эпидемиологии. Создал учение о природной очаговости чумы.

ЗДРОДОВСКИЙ ПАВЕЛ ФЕЛИКСОВИЧ (1890–1976) – рос. микробиолог, эпидемиолог. Исследовал проблемы тропических инфекционных болезней, бруцеллеза и др.

ЗЕММЕЛЬВЕЙС ИГНАЦ ФИЛИПП (1818–1865) – венг. акушер. В 1846 г. установил причину послеродового сепсиса и ввел в практику применение хлорной воды как асептического средства.

ЗИЛЬБЕР ЛЕВ АЛЕКСАНДРОВИЧ (1894–1966) – рос. вирусолог и иммунолог. Описал (1937) возбудителя дальневосточного клещевого энцефалита. Сформулировал вирусогенетическую гипотезу происхождения раковых опухолей.

ИВАНОВСКИЙ ДМИТРИЙ ИОСИФОВИЧ (1864–1920) – рус. физиолог растений и микробиолог. В 1892 г. открыл проходящего через бактериальный фильтр возбудителя болезни табака, названного впоследствии вирусом табачной мозаики.

ИМШЕНЕЦКИЙ АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ (1905–1992) – рос. микробиолог. Труды по морфологии, физиологии, экспериментальной изменчивости микроорганизмов, их роли в круговороте веществ в природе. Акад. АН СССР (1962).

ИСАЧЕНКО БОРИС ЛАВРЕНТЬЕВИЧ (1871–1948) – рос., укр. ботаник и микробиолог. Автор гипотезы биогенного происхождения месторождений серы и кальция. Один из основоположников морской микробиологии.

КАЛЬВИН МЕЛВИН (1911–1997) – амер. биохимик. Открыл этапы восстановления углекислоты при фотосинтезе (цикл Кальвина). Ноб. пр. в 1961 г.

КАЛЬМЕТТ АЛЬБЕРТ (1863–1933) – франц. бактериолог, ученик Л. Пастера. Совместно с К. Гереном получил вакцинный штамм *M. bo/vis*, используемый для профилактики туберкулеза (1921), позднее названный в их честь бациллой Кальметта—Герена (БЦЖ).

КОНДРАТЬЕВА ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА (1925–1995) – рос. микробиолог. Труды по физиологии и биохимии, главным образом фотосинтезирующих бактерий. Акад. РАН (1992).

КОСТЫЧЕВ СЕРГЕЙ ПАВЛОВИЧ (1877–1931) – рос. биохимик, физиолог растений и микробиолог. Труды по химии спиртового брожения, почвенной микробиологии.

КОХ РОБЕРТ (1843–1910) – нем. микробиолог. Один из основоположников микробиологии и эпидемиологии. Труды по выявлению патогенных микроорганизмов. Сформулировал критерии этиологической связи инфекционного процесса с определенными микроорганизмами (постулаты Коха). Впервые выделил чистые культуры возбудителя сибирской язвы, туберкулеза. Ноб. пр. в 1905 г.

КРАСИЛЬНИКОВ НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ (1896–1973) – рос. микробиолог., чл. – кор. АН СССР. Труды по экологии и систематике актиномицетов.

КРЕБС ХАНС АДОЛЬФ (1900–1981) – англ. биохимик (по национальности немец, в Великобритании с 1933 г.). Вместе с Джонсоном в 1937 г. описал основные реакции аэробного окисления ацетата (цикл Кребса) и орнитинный цикл синтеза мочевины (в 1932 г. с Хенслайтом). Ноб. пр. в 1953 г.

КУЗНЕЦОВ СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ (1900–1987) – рос. микробиолог, чл. – кор. АН СССР. Труды по геологической деятельности и экологии водных микроорганизмов, их роли в круговороте веществ и кислородном режиме озер.

КУРСАНОВ ЛЕВ ИВАНОВИЧ (1877–1955) – рос. миколог. Труды по биологии почвенных и ржавчинных грибов. Автор первого отечественного учебника «Микология» (1933, 1940).

ЛАВЕРАН ШАРЛЬ ЛУИ АЛЬФОНС (1845–1922) – франц. врач-паразитолог. Открыл возбудителя малярии (1880). левенгук антони ван (1632–1723) – голл. натуралист, один из основоположников научной микроскопии. Изготовив линзы с 150—300-кратным увеличением, впервые описал простейших, бактерии, элементы крови и др.

ЛИСТЕР ДЖОЗЕФ (1827–1912) – англ. хирург и ученый. Исследовал патогенез и происхождение гнойных процессов и сепсиса в хирургической практике. Заложил основы современной асептики и антисептики. Ввел в практику использование карболовой кислоты в качестве антисептического средства.

ЛУРИЯ САЛЬВАДОР ЭДУАРД (1912–1991) – амер. вирусолог и генетик. Один из основоположников генетики микроорганизмов. Исследовал структуру и механизм воспроизведения ряда бактериофагов. Ноб. пр. в 1969 г.

ЛЬВОВ (ЛЬВОФФ) АНДРЕ МИШЕЛЬ (1902–1994) – франц. бактериолог и генетик, основоположник теории лизогении. Ноб. пр. в 1965 г. (совместно с Ф. Жакобом и Ж. Л. Моно).

ЛЮГОЛЬ ЖАН ГИЙОМ (1786–1851) – франц. врач–дерматолог. Изучал терапевтическое действие препаратов иода. Ввел в практику бактериологии иодсодержащий краситель, носящий теперь его имя.

МАНАССЕИН ВЯЧЕСЛАВ АВКСЕНТЬЕВИЧ (1841–1901) – рус. врач–терапевт, впервые установивший антимикробные свойства зеленых плесеней (1870–1872).

МЕЙЕРГОФ ОТТО ФРИТЦ (1884–1951) – нем. биохимик, ему принадлежит открытие гликолиза. Ноб. пр. в 1922 г.

МЕНДЕЛЬ ГРЕГОР ИОХАНН (1822–1884) – естествоиспытатель, монах, основоположник учения о наследственности (менделизм). Сформулировал в 1866 г. закономерности наследования признаков (законы Менделя).

МЕЧНИКОВ ИЛЬЯ ИЛЬИЧ (1845–1916) – рус. биолог и патолог, один из основоположников сравнительной патологии, эволюционной эмбриологии, иммунологии. Открыл явление фагоцитоза, создал теорию происхождения многоклеточных организмов. Ноб пр. в 1908 г.

МИНХ ГРИГОРИЙ НИКОЛАЕВИЧ (1836–1896) – рус. инфекционист и патологоанатом; впервые открыл возбудителя чумы (1878).

МИТЧЕЛЛ ПИТЕР (1920–1992) – англ. биохимик. Разработал хемиосмотическую теорию преобразования энергии в биологической мембране при синтезе АТФ. Ноб. пр. в 1978 г.

МОНАСТЫРСКИЙ НЕСТОР ДМИТРИЕВИЧ (1847–1888) – рус. хирург; впервые выделил возбудителя столбняка (1883).

МОНО ЖАК ЛЮСЬЕН (1910–1976) – франц. микробиолог и биохимик, автор основополагающих работ по теории роста и культивирования бактерий, индукции и репрессии бактериальных ферментов, расшифровке механизма биосинтеза белка. Ноб. пр. в 1965 г. (совместно с Ф. Жакобом и А. М. Львовым).

НАДСОН ГЕОРГИЙ АДАМОВИЧ (1867–1940) – рос. микробиолог. Показал возможность получения искусственных мутантов под действием ионизирующего излучения. Труды по индуцибельной изменчивости микроорганизмов.

НАТАНС ДАНИЕЛ (р. 1928) – амер. вирусолог. Впервые применил рестриктазы для картирования генома одного из онкогенных вирусов. Ноб. пр. в 1978 г.

ОМЕЛЯНСКИЙ ВАСИЛИЙ ЛЕОНИДОВИЧ (1867–1928) – рос. микробиолог, акад. РАН и АН СССР. Основные труды по выяснению роли бактерий в круговороте углерода, азота, анаэробному разложению клетчатки. Автор первого отечественного учебника «Основы микробиологии» (1909) и первого практического руководства по микробиологии (1922).

ПАСТЕР ЛУИ (1822–1895) – франц. ученый, основоположник микробиологии и иммунологии. Открыл природу брожений. Опроверг теорию самозарождения микроорганизмов. Изучил этиологию многих инфекционных заболеваний. Разработал метод вакцинации против куриной холеры, сибирской язвы, бешенства. Ввел методы асептики и антисептики.

ПОЛОТЕБНОВ АЛЕКСЕЙ ГЕРАСИМОВИЧ (1838–1907) – рус. врач-дерматолог. Совместно с В. А. Манассеиным установил антимикробные свойства грибов рода *Penicillium*.

РАУС ФРЕНСИС ПЕЙТОН (1879–1970) – амер. патолог и онколог. Открыл первый онкогенный вирус (1911), вызывающий саркому у кур.

РИККЕТС ГОВАРД ТЕЙЛОР (1871–1910) – амер. микробиолог. Открыл семейство бактерий, размножающихся подобно вирусам лишь внутри клеток хозяина (риккетсии).

РОМАНОВСКИЙ ДМИТРИЙ ЛЕОНИДОВИЧ (1861–1921) – рус. врач. Один из первых разработал принципы поиска антимикробных препаратов; предложил метод окраски крови с использованием эозина и метиленового синего.

РУБНЕР МАКС (1854–1932) – нем. физиолог. Доказал применимость закона сохранения энергии к живому организму.

СВЕДБЕРГ ТЕОДОР (1884–1971) – швед. физикохимик. Разработал методы ультрацентрифугирования для определения молекулярной массы в истинных растворах высокомолекулярных веществ (1924). Ноб. пр. в 1926 г.

СТЕЙНИЕР РОДЖЕР (1916–1982) – амер. микробиолог. Изучал хитин- и целлюлозоразлагающие штаммы *Cytophaga*, регуляцию синтеза пигментов у пурпурных бактерий и защитное действие каротиноидов, физиологию цианобактерий. Особую значимость приобрели его исследования в области таксономии прокариот. Один из авторов широко известного учебника «Мир микробов» (1957).

СТЕНЛИ УЭНДЕЛЛ МЕРЕДИТ (1904–1971) – амер. вирусолог, биохимик. Впервые выделил в виде кристаллов вирус табачной мозаики (1935). Ноб. пр. в 1946 г.

ТАУСОН ВЛАДИМИР ОТТОНОВИЧ (1894–1946) – рос. микробиолог и физиолог растений. Исследовал геологическую деятельность микроорганизмов и их роль в разрушении природных нефтей. Один из первых начал изучать энергетический обмен у микроорганизмов.

ТЕЙЛЕР МАКС (1899–1927) – амер. врач и микробиолог. Открыл возбудителя желтой лихорадки и создал вакцину против него. Ноб. пр. в 1951 г.

ТЕМИН ХАУАРД МАРТИН (1934–1994) – амер. вирусолог. Открыл фермент обратную транскриптазу. Сформулировал теорию провируса. Ноб. пр. в 1975 г.

ТЕРЕХОВСКИЙ МАРТЫН МАТВЕЕВИЧ (1740–1796) – рус. врач, натуралист. Первый российский протистолог. Труды по микробиологии, ботанике, эпидемиологии.

ТУОРТ ФРЕДЕРИК (1877–1950) – англ. бактериолог. Первооткрыватель явления бактериофагии (1913), названного позднее феноменом Туорта—д'Эрелля.

УЭЛЛЕР ТОМАС ХАКЛ (р. 1915) – амер. врач и вирусолог. Разработал метод получения культуры клеток для выращивания вирусов животных, что способствовало быстрому развитию вирусологии. Ноб. пр. в 1954 г.

ФЁЛЬГЕН РОБЕРТ (1884–1955) – нем. биохимик. Предложил совместно с Россенбеком (1914) реакцию для гистохимического выявления ДНК.

ФЛЕМИНГ АЛЕКСАНДЕР (1881–1955) – англ. микробиолог, иммунолог. В 1922 г. открыл лизоцим и определил его антибактериальные свойства; в 1924 г. – первый антибиотик – пенициллин. Ноб. пр. в 1945 г.

ФЛОРИ ХАУАРД УОЛТЕР (1898–1969) – англ. патолог и микробиолог. Исследовал терапевтические свойства очищенного пенициллина и впервые применил его с лечебной целью. Ноб. пр. (1945) совместно с А. Флемингом и Э. Чейном.

ХАВКИН ВЛАДИМИР ААРОНОВИЧ (1860–1930) – микробиолог. Родился в России, работал в Бомбее и Париже. Доказал инфекционную природу холеры. Разработал вакцины против холеры и чумы.

ХОЛОДНЫЙ НИКОЛАЙ ГРИГОРЬЕВИЧ (1882–1953) – укр. ботаник и микробиолог. Труды по биологии железобактерий, физиологии, анатомии и экологии растений, почвоведению.

ЦЕНКОВСКИЙ ЛЕВ СЕМЕНОВИЧ (1822–1887) – рус. ботаник и микробиолог. Предложил метод получения эффективной сибиреязвенной вакцины.

ЧАРГАФФ ЭРВИН (р. 1905) – амер. биохимик. Установил соотношение пуриновых и пиримидиновых оснований в молекуле ДНК. Показал видовую специфичность ДНК.

ШАМБЕРЛАН ШАРЛЬ–ЭДГАР (1851–1908) – франц. микробиолог, сотрудник Л. Пастера. Исследования в области стерилизации, обусловившие применение автоклава и фарфоровых цилиндров (свечи Шамберлана) для стерилизации различных растворов и выявления фильтрующихся форм микроорганизмов.

ШАПОШНИКОВ ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ (1884–1968) – рос. микробиолог, один из основоположников промышленной микробиологии в СССР. Труды по физиологии микроорганизмов. Разработал основы промышленного производства молочной и масляной кислот, ацетона, бутанола и др. Акад. АН СССР (1953).

ЭМБДЕН ГУСТАВ (1874–1933) – нем. биохимик. Установил наличие анаэробного ферментативного расщепления глюкозы до молочной кислоты с образованием АТФ (гликолиз).

ЭРЛИХ ПАУЛЬ (1854–1915) – нем. химик, иммунолог и бактериолог. Основоположник химиотерапии; разработал препарат для лечения сифилиса (сальварсан). Ноб. пр. в 1908 г.

ЭШЕРИХ ТЕОДОР (1857–1911) – нем. врач. Известен исследованиями микрофлоры человека; впервые описал кишечную палочку, позднее род бактерий был назван в его честь *Escherichia*.

ГЛОССАРИЙ

АБИОГЕНЕЗ – 1) теория происхождения жизни путем постепенного усложнения веществ неорганической природы и возникновения биополимеров, которым присущи свойства живого и, прежде всего, способность к обмену веществ как неперемому условию их существования; 2) доктрина самозарождения жизни – учение о спонтанном возникновении живых существ (напр., микроорганизмов) из неживой материи. Ее ошибочность окончательно установлена Л. Пастером.

АБИССОГИДРОТЕРМАЛЬ – см. «черные курильщики».

АБОРТИВНАЯ ИНФЕКЦИЯ – заражение вирусом клетки, которое не приводит к образованию новых вирионов. А. и. может происходить в результате лизиса клетки–хозяина вследствие избыточного подавления метаболизма клетки ранними белками вируса или обуславливаться образованием неинфекционных вирусных частиц из-за нарушения нормального цикла репродукции вируса. Иногда А. и. называют и лизогенную инфекцию.

АБСОРБЦИЯ – поглощение вещества из раствора или смеси газов твердым телом или жидкостью; в отличие от адсорбции происходит во всем объеме поглотителя.

АВТО... – первая часть сложных слов, соответствующая по значению словам «свой», «сам», «собственный».

АВТОКЛАВ – аппарат для проведения различных процессов при нагревании и под давлением выше атмосферного. В микробиол. практике применяют А. различной конструкции для стерилизации объектов высокотемпературным насыщенным водяным паром. См. также стерилизация.

АВТОЛИЗ – разрушение или саморастворение клеток за счет собственных (эндогенных) ферментов.

АВТОЛИЗАТ – продукт, получаемый в результате автолиза клеток. Напр., А. дрожжевой.

АВТОЛИЗАТ ДРОЖЖЕВОЙ – продукт, получаемый в результате автолиза прессованных пекарских дрожжей (при 60 °С в течение двух суток). Имеет сметанообразную консистенцию и коричневатый цвет. Входит в состав многих питательных сред для выращивания микроорганизмов как источник азотистых веществ и витаминов группы В.

АВТОРАДИОГРАФИЯ – метод изучения распределения радиоактивных веществ (изотопов) в исследуемом объекте или соединениях. Заключается в наложении на объект (или, напр., хроматограмму) чувствительной к радиоактив-

ным излучениям фотоэмульсии и получении отпечатка, фиксирующего расположение радиоактивных изотопов.

АВТОТРОФЫ – организмы, способные использовать углекислоту в качестве единственного или главного источника углерода и обладающие системой ферментов для ее ассимиляции, а также способные синтезировать все компоненты клетки. Некоторые А. могут нуждаться в экзогенных (поступающих извне) витаминах и факторах роста (ауксотрофы). В зависимости от источника энергии, используемого А. для восстановления CO₂, различают фотоавтотрофы (наземные зеленые растения; водоросли; цианобактерии, способные к оксигенному фотосинтезу; фототрофные бактерии, осуществляющие аноксигенный фотосинтез) и хемоавтотрофы, получающие энергию за счет окисления неорганических соединений и осуществляющие хемосинтез. Большинство А. ассимилируют углекислоту через восстановительный пентозофосфатный путь (цикл Кальвина). А. – продуценты органического вещества в биосфере, образующие первый трофический уровень в сообществах.

АВТОХТОНЫ – растительные или животные организмы, образовавшиеся в процессе эволюции в данной местности или исстари в ней обитавшие и живущие в настоящее время (иначе аборигены). См. также микробиота автотонная.

АГАР, **АГАР–АГАР** – смесь полисахаридов сложного состава (агароза, агаропектин), добываемая из некоторых морских водорослей, напр. анфельции. При растворении в горячей воде образует гель. Используется как отвердитель микробиол. сред. Среды, содержащие 1,5–2,0 % А., плавятся при 100 °С и затвердевают при 45 °С. А. не расщепляется большинством микроорганизмов и не изменяет питательную ценность сред. Последние нередко называют соответствующим агаром–молочный А., картофельный А., яичный А. и др. В микробиол. целях впервые применен Ф. – А. Хессе – сотрудником Р. Коха – в 1883 г. См. также среда твердая.

АГАРОЗА – главная фракция агара, представляющая собой линейный полисахарид, построенный из строго чередующихся остатков галактопиранозы. Используется как гелевая среда в хроматографии и электрофорезе.

АГАРОПЕКТИН – полисахарид, сходный с агарозой, но содержащий уроновые кислоты и сульфат. Компонент агара.

АГГЛЮТИНАЦИЯ – явление слипания клеток микроорганизмов в жидкой культуре с образованием комков, хлопьев под воздействием специфичных для них антител агглютининов (иммуноглобулинов классов G и M), входящих в состав сывороток.

АГГЛЮТИНИНЫ – см. агглютинация.

АГРЕССИНЫ – вещества капсул микроорганизмов полисахаридной или белковой природы, взаимодействующие с защитными факторами организма хозяина и резко усиливающие вирулентность микроорганизма. Вырабатываются микробной клеткой в организме хозяина или на специальных средах. Обнаруживаются в культуральной жидкости. Токсичностью не обладают, но снижают эффективность захвата и переваривания микроорганизмов фагоцитами. Обладают антигенными свойствами (К–ан–тигены). См. антигены бактериальные.

АГМАТИН – первичный амин (амин биогенный), продукт декарбоксилирования аргинина, образующийся в процессе разложения белков микроорганизмами:

Один из трупных ядов, птомаинов (уст.).

АГРЕГАЦИЯ – образование комков, хлопьев из слипшихся клеток при культивировании микроорганизмов (чаще всего грибов) в жидкой среде. См. флокуляция.

АГРОБАКТЕРИИ (*Agrobacterium*) – род аэробных, обычно почвенных, бактерий, обитающих в ризосфере. Способны вызывать образование корончатых галлов у двудольных растений. Патогенность *A.* обусловлена наличием у них Ti–плазмиды, индуцирующей опухоли растений и синтез клетками опухоли необычных аминокислот – опинов, которые *A.* используют в качестве источников азота. Особенностью Ti–плазмиды является то, что ее ДНК (Т–ДНК) встраивается в хромосомы клетки хозяина. На этом основании в генетической инженерии Ti–плазмиду *Agrobacterium tumefaciens* используют в качестве вектора для введения чужеродных генов в клетки растений.

АДАПТАЦИЯ – сложные физиол. и биохим. процессы, обеспечивающие приспособление организма к условиям внешней среды (или отдельным ее факторам – рН, температуре и др.).

АДЕНОВИРУСЫ – одно из семейств ДНК–содержащих вирусов (*Adenoviridae*), впервые выделенных из аденоидов и миндалин детей. Вирусы этого семейства имеют кубический тип симметрии, 252 капсомера и по меньшей мере 10 структурных белков. У людей вызывают ангины, конъюнктивиты, респираторные и др. заболевания. Известны *A.* животных.

АДСОРБЦИЯ – поглощение вещества из раствора или газа поверхностным слоем жидкости или твердого тела (адсорбентом); играет важную роль в биол. системах, широко применяется в биохимии для разделения и очистки веществ.

АДСОРБЦИЯ ВИРУСА – первая фаза взаимодействия вируса с клеткой. Характеризуется выраженной специфичностью, определяемой соответствием

рецепторов клеточной стенки (находятся в липопротеиновом или липополисахаридном слое) и поверхностных структур вириона.

АЗОЛЛА (Azolla) – водный папоротник тропических и субтропических областей. Образует симбиоз с азотфиксирующей цианобактерией *Anabaena azollae*. Биомасса А. используется в качестве зеленого удобрения на рисовых полях.

АЗОТОБАКТЕР (Azotobacter) – род аэробных свободноживущих азотфиксирующих бактерий. Форма клеток овальная или кокковидная, подвижные и неподвижные, граммотрицательные, спор не образуют. Обычны на хороших почвах, продуценты ряда витаминов, ауксинов, антибиотиков, что объясняет их положительное влияние на рост растений. В активном состоянии связывают до 20 мг азота на 1 г использованного углевода. Некоторые виды применяются в производстве бактериального удобрения азотобактерина.

АЗОТОБАКТЕРИН – почвоудобрительный препарат, представляющий собой живую культуру свободноживущих азотфиксирующих бактерий *Azotobacter chroococcum*, смешанную со стерильным носителем (песком, торфом и др.). Вносится в почву вместе с семенами. Рассматривается как аналог азотных удобрений.

АЗОТФИКСАЦИЯ, ДИАЗОТРОФЬЯ – усвоение молекулярного азота воздуха азотфиксирующими прокариотными организмами с образованием соединений азота, доступных для использования др. организмами. Осуществляется как свободноживущими азотфиксирующими бактериями (клубеньковыми бактериями, азоспириллы и др.), так и симбиотическими, напр. клубеньковыми бактериями. А. происходит с участием полиферментной системы нитрогеназы, которая катализирует восстановление молекулярного азота до аммиака в присутствии АТФ и восстановителя. Симбиотические азотфиксирующие организмы могут связывать в год до 200 кг азота на 1 га, свободноживущие – 15–30 кг.

АКИНЕТЫ – особые клетки цианобактерий с утолщенной оболочкой, относительно крупных размеров, с большим количеством запасных веществ (гликогена, липидов, цианофицина), пигментов (каротиноидов); образуются из вегетативных клеток и служат для переживания неблагоприятных условий и размножения.

АКРИДИНОВЫЙ ОРАНЖЕВЫЙ – диметиламиноакридин гидрохлорид–1) краситель, используемый для окрашивания нуклеиновых кислот; 2) мутаген, приводящий к элиминации плазмидных ДНК.

АКСЕНИЧНАЯ ЖИЗНЬ – экспериментальное выращивание животных (насекомых, цыплят, грызунов, собак, обезьян), лишенных микроорганизмов. См. также гнотобиоты.

АКСЕНИЧНАЯ КУЛЬТУРА – см. культура аксеничная.

АКСИАЛЬНЫЕ ФИБРИЛЛЫ – см. фибриллы аксиальные.

АКСОНЕМА – цилиндрическая структура жгутика у простейших. Обычно состоит из 9 пар белковых микротрубочек, связанных между собой. В центре А. располагается еще пара микротрубочек (реже 1 или 3), что определяет структуру жгутика $9 + 2$.

АКСОСТИЛЬ – совокупность аксиальных фибрилл у спирохет.

АКТИВНЫЙ ИЛ – см. ил активный.

АКТИВНЫЙ ТРАНСПОРТ – см. транспорт активный.

АКТИВНЫЙ ЦЕНТР – см. центр активный.

АКТИНОМИКОЗЫ – инфекционные хронические заболевания человека и животных, вызываемые актиномицетами (*Actinomyces israeli*, *A. bovis*).

АКТИНОМИЦЕТЫ – крупная группа грамположительных бактерий, объединяемых в актиномицетную линию, или актинобактерии. К А. относят нокардии, актиномицеты с многоклеточными спорангиями (роды *Geodermatophilus*, *Dermatophilus*, *Frankia*), актинопланы, стрептомицеты, мадурамицеты, термоактиномицеты, способные к умеренной термофилии, и др. Филогенетически к А. близки коринеформные бактерии и микобактерии. Тривиальное название А. укоренилось за бактериями, образующими подобие мицелия, наиболее известными из которых являются нокардии и стрептомицеты. Уст. название А. – «лучистые грибки». В большинстве своем А. – обитатели почвы, почти все – аэробы, органотрофы, могут разлагать самые различные природные полимеры, в частности хитин, многие способны к активному антагонизму за счет синтеза антибиотиков. Последнее в значительной степени стимулировало изучение этой группы микроорганизмов в интересах биотехнологии.

АКТИНОМИЦИНЫ – антибиотики полипептидной природы, продуцируемые актиномицетами; подавляют синтез нуклеиновых кислот.

АКТИНОФАГИ – вирусы, поражающие актиномицеты. Наносят существенный ущерб при пром. получении антибиотиков.

АКЦЕПТОР ЭЛЕКТРОНОВ, АКЦЕПТОР ВОДОРОДА – соединение, принимающее электроны (водород) в процессе окислительно-восстановительных реакций. В качестве конечного (терминального) А. э. микроорганизмы способны использовать кислород (аэробы), а также органические соединения, углекислоту, сульфат- и нитрат-ионы и др. (анаэробы).

АЛИКВОТА – небольшое количество вещества в растворе точно известного объема.

АЛКАЛОФИЛЫ – микроорганизмы, развивающиеся в щелочных средах (рН 9,0—11,0). Облигатные А. растут в пределах рН 8,5—11,0; факультативные – 5,0—11,0. К А. относятся, напр., аммонифицирующие бактерии. В основном почвенные и водные организмы. То же, что и базофилы, базофильные организмы.

АЛЛЕРГЕН – вещество, вызывающее аллергию, в широком смысле слова – обладающее антигенными свойствами.

АЛЛЕРГИЯ – повышенная реактивность иммунной системы организма к повторным воздействиям на него различных аллергенов (микроорганизмов, чужеродных белков ит. д.). Широко распространена у человека, известна у птиц и млекопитающих. При А. организм отвечает на специфический аллерген чрезмерной реакцией, повреждающей его собственные клетки и ткани в результате отека и воспаления, спазма и расслабления гладкой мускулатуры. А. рассматривают как патологическое нарушение иммунитета. См. также анафилаксия.

АЛЛОСТЕРИЧЕСКИЙ ФЕРМЕНТ – см. фермент аллостерический.

АЛЛОХТОННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ – см. микробиота аллохтонная.

АЛЬБУМИНЫ – простые глобулярные белки, хорошо растворимые в воде. Содержатся в молоке (лактальбумин), яичном белке (овальбумин), сыворотке крови (сывороточный А.). В микробиол. практике нередко используются как компоненты питательных сред в процессе лаб. исследований микроорганизмов.

АЛЬГОФАГИ – вирусы, поражающие водоросли.

АЛЬФАВИРУСЫ (Alphaviruses) – род РНК-содержащих вирусов семейства тогавирусов. Размер вирусных частиц – 50–70 нм. Размножаются в цитоплазме клеток членистоногих, пресмыкающихся, птиц, млекопитающих. Передаются комарами. Вызывают обычно бессимптомные инфекции.

АМБ – см. бактериальное удобрение АМБ.

АМЕБОИД – вегетативное тело некоторых водорослей и миксомицетов, не имеющих оболочки и постоянной формы; передвигаются с помощью перетекания протоплазмы, образования псевдоподий (напр., миксоамебы у миксомицетов).

АМЕБЫ – класс наиболее просто организованных простейших. Форма тела непостоянна, размеры обычно от 20 до 700 мкм, реже – несколько больше. Передвигаются, «перетекая» с одного места на другое. Ядро обычно одно. Широко распространены в пресных, солоноватых, иногда морских, водах, есть виды, живущие в почве. Питаются бактериями, одноклеточными водорослями, мелкими простейшими. Размножение бесполое – делением надвое. При неблагоприятных условиях образуют цисты. В значительной мере А. – паразиты членистоногих, рыб, земноводных, птиц, млекопитающих. Способны вызывать заболевания человека и животных (дизентерийная А.).

АМЕБИАЗ – заболевание человека, возникающее вследствие поражения толстого кишечника и др. органов дизентерийной амёбой.

АМИЛАЗЫ – ферменты, катализирующие гидролиз крахмала, гликогена и превращающие их в декстрины и мальтозу (глюкозу). Образуются многими грибами (напр., *Rhizopus*, *Aspergillus*) и бактериями (*Bacillus*). Производятся пром. способом при глубинном культивировании *Bacillus subtilis*. Грибную амилазу получают на основе *Aspergillus oryzae* или *A. niger*.

АМИЛОДЕКСТРИН – начальный продукт гидролиза крахмала.

АМИЛОЗА – основной полисахарид крахмала, состоящий из цепочек молекул глюкозы; растворима в воде.

АМИЛОПЕКТИН – полисахарид крахмала, состоящий из разветвленных цепочек молекул глюкозы.

n-АМИНОБЕНЗОЙНАЯ КИСЛОТА – см. парааминобензойная кислота.

АМИНОКИСЛОТЫ НЕЗАМЕНИМЫЕ – аминокислоты, которые не синтезируются в организме животных и человека или вырабатываются в недостаточном количестве и должны поступать с пищей. Для человека необходимы 8 А. н-ва-лин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин. В наст. время ряд А. н. получают микробным синтезом.

6-АМИНОПЕНИЦИЛЛАНОВАЯ КИСЛОТА – ядро молекулы антибиотика пенициллина, состоит из β -лактамного и тиазолидинового колец

Синтезируется грибами рода *Penicillium*. Получена в чистом виде в 1940 г. Для мед. целей в наст. время используется около 40 различных производных А. п. к., получаемых за счет модификации ее боковой цепи (бензилпенициллин, феноксиметилпенициллин и т. д.).

АМИНЫ БИОГЕННЫЕ – продукты (наряду с органическими кислотами, сероводородом, углекислотой, аммиаком и др.), образующиеся при аэробном и анаэробном разложении белков микроорганизмами в почве, воде, кишеч-

нике животных. А. б. – результат декарбоксилирования аминокислот в кислой среде. Некоторые из них обладают ядовитыми свойствами (агматин, кадаверин, путресцин), за что ранее назывались птомаинами (уст.), или трупными ядами.

АМИТАЛ – клеточный яд; ингибитор дыхательной цепи, подавляет активность НАДН–дегидрогеназы. Применяется при биохим. исследованиях.

АММОНИФИКАТОРЫ – физиол. группа бактерий, использующих белки и аминокислоты в качестве энергетических субстратов, что сопровождается выделением в среду аммиака. Среди А. встречаются как спорообразующие формы (*Bacillus*), так и микроорганизмы, не образующие спор (*Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*, *Mycobacterium*, *Proteus*).

АММОНИФИКАЦИЯ – разложение микроорганизмами азотсодержащих органических соединений (белков, мочевины, нуклеиновых кислот и др.) с образованием свободного аммиака. Белки сначала вне клетки расщепляются протеолитическими ферментами до пептидов, которые затем поглощаются клеткой и внутри нее пептидазами разлагаются до отдельных аминокислот. Аминокислоты далее могут использоваться в конструктивном метаболизме клетки микроорганизма или служить субстратом в энергетическом процессе. В последнем случае аминокислоты подвергаются дезаминированию, в результате чего освобождается аммиак. При декарбоксилировании некоторых аминокислот возможно образование биогенных аминов, токсичных для человека и животных. Процесс А. в обыденной жизни называют гниением, поскольку при этом наряду с аммиаком выделяется сероводород, метилмеркаптан и др. вещества с характерным неприятным запахом.

АМПИЦИЛЛИН – полусинтетический антибиотик, производное пенициллина. Ингибирует синтез клеточной стенки у грамположительных и грамотрицательных бактерий.

АМПЛИФИКАЦИЯ – многократное удвоение плазмидной ДНК, приводящее к накоплению большого числа плазмид в клетке. Прием используется в генетической инженерии. А. гена – увеличение числа копий специфичного гена в данной клетке.

АМФИБОЛИТЫ – соединения, которые могут рассматриваться как интермедиаты и катаболизма, и анаболизма (напр., ацетат).

АМФИТРИХИ – бактерии с двумя полярно расположенными жгутиками или имеющие по пучку жгутиков на обоих концах клетки.

АНАБИОЗ – состояние организма, при котором жизненные процессы настолько замедлены, что отсутствуют все видимые проявления жизни. А. наблюдается при резком ухудшении условий существования организма (низкая температура, отсутствие воды и др.). При наступлении благоприятных условий

происходит восстановление нормального уровня жизненных процессов. А. – приспособление организма к неблагоприятным внешним условиям, широко распространен в мире микроорганизмов, обеспечивает стойкость к высушиванию, охлаждению, нагреванию спорообразующих бактерий, микроскопических грибов, образующих цисты простейших.

АНАБОЛИЗМ – совокупность реакций, обеспечивающих биосинтез клеткой сложных соединений (белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов и др. полимеров) из соответствующих низкомолекулярных соединений. Процесс, противоположный катаболизму. Необходимая для А. энергия (главным образом в форме АТФ) поставляется либо за счет реакций окисления органических или неорганических соединений (дыхание, брожение), либо за счет конверсии света (фотосинтез).

АНАБОЛИТ – вещество (промежуточное соединение, интер–медиа), принимающее участие в анаболизме.

АНАЛИЗ ИНГИБИТОРНЫЙ – метод изучения метаболизма в живых клетках, основанный на применении ингибиторов. Блокируя определенные ферменты, ингибиторы приводят к накоплению веществ предшествующей реакции, а также прекращают синтез последующих. Анализируя состав и количества соединений, образующихся в клетке в присутствии ингибитора (ингибиторов), можно сделать вывод о характере и последовательности реакций метаболизма. Информативность А. и. в значительной мере сокращается, если ингибитор не отличается высокой специфичностью (действует не на один, а на несколько ферментов).

АНАМОРФНЫЕ ГРИБЫ – см. грибы анаморфные.

АНАТОКСИН – специально обработанный токсин болезнетворного организма, утративший ядовитые свойства, но сохраняющий способность стимулировать образование организмом антител. А. используется для активной иммунизации людей и животных (напр., прививки против дифтерии, столбняка и др.).

АНАФИЛАКСИЯ – вид аллергической реакции (см. аллергия) немедленного типа. Реакция антиген – антитело, проявляющаяся сразу после контакта организма с антигеном и обусловленная большим количеством антител в крови, образовавшихся при первом контакте с антигеном. Сопровождается поражением гладких мышц, кровеносных сосудов и опорных тканей. Возникающий при этом анафилактический шок может привести к летальному исходу. А. возможна при приеме некоторых антибиотиков (напр., пенициллина).

АНАФИЛАКТИЧЕСКИЙ ШОК – см. анафилаксия.

АНАЭРОБИОЗ – жизнь в отсутствие свободного (молекулярного) кислорода. Характерен главным образом для прокариотных организмов (см. прокариоты).

АНАЭРОБНОЕ ДЫХАНИЕ – см. дыхание анаэробное.

АНАЭРОБЫ – организмы (в основном прокариоты), способные жить при отсутствии в среде свободного кислорода. облигатные А. получают энергию в результате брожения (маслянокислые бактерии и др.), анаэробного дыхания (метаногены, сульфатвосстанавливающие бактерии и др.) и аноксигенного фотосинтеза (фототрофные бактерии). Они не выносят присутствия молекулярного кислорода в среде. Факультативные А. способны переключаться с одного способа получения энергии на другой (дыхание – брожение) в зависимости от наличия O₂ в среде (энтеробактерии, дрожжи и др.). Аэротолерантные А. обладают метаболизмом анаэробного типа (напр., брожение), но могут расти в присутствии воздуха (молочнокислые бактерии). Термин ввел Л. Пастер.

АНАЭРОСТАТ – прибор для культивирования анаэробных микроорганизмов. Представляет собой герметично закрывающийся сосуд, в котором бескислородные условия создаются откачкой воздуха (до 3—10 мм рт. ст.), замещением его газами (напр., азотом) или химическим связыванием кислорода. Конструкцией А. обычно предусматривается контроль анаэробных условий внутри прибора.

АНОКСИБИОНТЫ – то же, что и анаэробы.

АНОКСИГЕННЫЙ ФОТОСИНТЕЗ – см. фотосинтез аноксигенный.

АНТАГОНИЗМ – взаимоотношения микроорганизмов в природных или лабораторных условиях, при которых один вид задерживает или подавляет полностью рост другого. Антагонистами могут быть представители всех групп микроорганизмов. При пассивном А. угнетение конкурента достигается специфическими продуктами жизнедеятельности (кислотами, спиртами и т. д.), при активном А. конкуренты выделяют в среду антибиотики или другие специфические соединения (см. бактериоцины). Деятельность микробов–антагонистов – один из факторов очищения почвы, воды от патогенных микроорганизмов.

АНТИБИОТИКИ – специфические хим. вещества, образуемые микроорганизмами, способные в малых количествах оказывать избирательное токсическое действие на другие микроорганизмы и на клетки злокачественных опухолей. К А. в широком смысле относят также антимикробные вещества тканей высших растений (фитонциды) и животных. Синтез А. является выражением активного антагонизма микробов–антагонистов. Первый А. (пенициллин) был открыт А. Флемингом в 1929 г., термин предложил в 1942 г. З. Баксман. В наст.

время описано более 4 тыс. А., но в качестве лекарственных средств применяется не более 100.

АНТИГЕННАЯ ВАРИАЦИЯ – изменение антигенных свойств бактерий (см. антигены бактериальные) под влиянием факторов внешней среды. Во многих случаях А. в. возникает в результате спонтанных мутаций бактерий или является следствием лизогении.

АНТИГЕНЫ – вещества, вызывающие в тканях макроорганизмов реакцию, направленную в конечном счете на удаление их из организма. Первой реакцией на А. является образование специфичных им антител. В качестве А. могут выступать в основном белки, а также др. чужеродные вещества с достаточно крупными и сложноустроенными молекулами. Антигенными свойствами обладают макро–молекулярные компоненты всех живых организмов. Распознавание чужеродных А. (бактериальных, вирусных, грибных и др.) – универсальное свойство, присущее живым организмам и необходимое для поддержания их целостности, без которой невозможно выживание. Разнообразие А. чрезвычайно высоко; иммунная система млекопитающих способна распознавать более 10 млн различных А.

АНТИГЕНЫ БАКТЕРИАЛЬНЫЕ – вещества, входящие в состав бактериальной клетки или являющиеся продуктами ее обмена, обладающие свойствами антигенов. Различают несколько групп А. б. – О–антигены (соматические) – все антигены, заключенные внутри клетки, к ним относятся также токсичные термостабильные белки – эндотоксины; Н–антигены (жгутиковые) – белки жгутиков; К–антигены (капсульные) – полисахариды капсулы; а также внеклеточные антигены (см. антигены внеклеточные, серодиагностика).

АНТИГЕНЫ ВНЕКЛЕТОЧНЫЕ – продукты жизнедеятельности, выделяемые клетками микроорганизмов в среду и обладающие свойствами антигена (слизь, экзотоксины, напр., дифтерийный токсин и др.).

АНТИМЕТАБОЛИТЫ – биологически активные вещества, образующиеся в организме или искусственно синтезированные; являются структурными аналогами нормальных метаболитов (органических кислот, витаминов, гормонов, ферментов и др.), но не способны выполнять их функцию. Проникая в клетку, они подавляют ее рост путем нарушения синтеза нормальных метаболитов или образования макромолекул, которые не могут выполнять присущие им функции. Действие А. может быть снято повышением в среде концентрации нормального метаболита. Используются при биохим. исследованиях (ингибиторный анализ), а также в качестве лекарственных препаратов.

АНТИМИЦИН А – антибиотик, блокирующий транспорт водорода между цитохромами b и c митохондриальной дыхательной электронтранспортной цепи. Используется при биохим. исследованиях.

АНТИОКСИДАНТЫ, АНТИОКИСЛИТЕЛИ – вещества, задерживающие окисление органических веществ; широко используются в микробиол. пром–ти, в исследовательской работе для предотвращения окисления чувствительных к кислороду соединений в процессе их выделения, очистки и хранения. Пример А. – меркаптоэтанол.

АНТИСЕПТИКА – 1) в мед. комплекс мер по подавлению роста и размножения потенциально опасных для здоровья человека микроорганизмов при проведении, напр., полостных операций. Включает стерилизацию операционного белья, хирургического инструмента, воздуха в операционных и т. д. Впервые применена английским хирургом Дж. Листером в 1867 г. В практической микробиол. (лаб. и пром.) для аналогичных мер, предпринимаемых при выращивании чистых культур микроорганизмов с целью предупреждения их контаминации (стерилизация посуды, сред, проведение пересева в специальных боксах и т. п.), используется термин асептика; 2) метод консервации материалов и изделий путем обработки их биоцидами. Напр., пропитка деревянных железнодорожных шпал креозотом.

АНТИСЕПТИКИ – хим. вещества, убивающие микроорганизмы или подавляющие их рост, при непосредственном контакте с ними. Применяются в хирургии при лечении ран, для дезинфекции, а также для консервации материалов и пром. изделий. См. также биоциды.

АНТИТЕЛА – белки группы иммуноглобулинов, образующиеся в организме человека и теплокровных животных в ответ на попадание в него веществ (антигенов) и нейтрализующие их вредное действие. Основные формы проявления активности А. – агглютинация, преципитация, нейтрализация токсинов, специфическая опсонизация (см. опсоины) и иммобилизация бактерий, цитолитические реакции с участием комплемента. А. – основа сывороток, используемых в мед. в качестве антитоксинов, а также в иммунодиагностике и др.

АНТИТОКСИНЫ – антитела, образующиеся в организме под воздействием токсинов бактериального, растительного, животного происхождения, способные нейтрализовать их повреждающие свойства. Представляют собой иммуноглобулины класса G. А. – действующее начало анти–токсинных сывороток, которые получают, иммунизируя животных обезвреженными токсинами (токсоидами) либо малыми дозами нативных токсинов. А. нейтрализуют токсины, которые еще не связались клетками организма. Препараты А. используют для профилактики и лечения дифтерии, столбняка, ботулизма, газовой гангрены, укусов ядовитых животных.

АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ – формы деятельности человеческого общества, которые приводят к изменению природы как среды обитания самого человека и других видов живых существ или непосредственно сказываются на их жизни.

АНФЕЛЬЦИЯ (*Ahnfeitia*) – род красных водорослей. Слоевище от темно-красного до почти черного, сильно разветвленное, с тонкими жесткими цилиндрическими ветвями длиной до 25 см. Обитает А. в морях Атлантического, Тихого океанов, реже в Арктике; образует массовые заросли и пласты до 20 см толщиной. Наиболее распространенный вид – *A. plicata* – основное сырье для производства высококачественного агара.

АРБОВИРУСЫ (*Arboviruses*) – класс РНК-содержащих вирусов, покрытых оболочкой. Переносятся членистоногими (комарами, клещами, москитами и др.). Возбудители клещевого энцефалита, желтой лихорадки и др. болезней человека и животных.

АППАРАТ ВАРБУРГА – см. Варбурга аппарат.

АРЕОМЕТР – прибор для определения плотности жидкости или процентного содержания в ней растворенного вещества.

АРНОНА ЦИКЛ – см. цикл Арнона.

АРХЕБАКТЕРИИ – см. археи.

АРХЕИ – группа микроорганизмов с прокариотным типом строения клетки, отличающихся от бактерий (эубактерий) многими свойствами. Отличия касаются строения мембран, клеточной стенки, наличия в геноме интронов, последовательности нуклеотидов в 16S рРНК и др. Физиологически и экологически разнообразная группа. Многие способны жить в экстремальных условиях при строгом анаэробии, в горячих и сильно засоленных водных источниках. Некоторые А. обладают особым типом фотосинтеза на основе бактериородопсина; ассимиляцию углерода автотрофные А. осуществляют через ацетил-КоА-путь или через восстановительный цикл трикарбоновых кислот. Некоторые А. способны фиксировать N₂.

А. подразделяют на следующие основные группы–а) метаногены; б) сульфатредукторы; в) экстремально галофильные; г) лишённые клеточных стенок; д) экстремально термофильные, метаболизирующие S₀. В наст. время А. считают самостоятельным царством (доменом) живых организмов, представляющих особую эволюционную ветвь. Ранее А. называли архебактериями.

АСЕПТИКА – см. антисептика.

АСКОМИЦЕТЫ, СУМЧАТЫЕ ГРИБЫ – большая и разнообразная группа, составляющая отдел Ascomycota в царстве Fungi. Основной признак А. – образование в результате кариогамии (слияния ядер) и последующего мейоза половых спор (аскоспор) в особых структурах – сумках, или асках. Вегетативная стадия представлена хорошо развитым септированным (разделенным на перегородки) мицелием. Бесполое размножение осуществляется разнообразными

по форме бесполоыми спорами – конидиями, вегетативное размножение – фрагментами мицелия. По форме и характеру развития плодовых тел, в которых развиваются сумки, отдел разделяют на несколько классов. В классе Архиаскомицеты (*Archiascomycetes*) сумки развиваются сразу после слияния половых клеток, плодовых тел не образуется. К порядку Сахаромицеты (*Saccharomycetales*) этого класса относятся дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, различные физиологические расы которых имеют чрезвычайно важное практическое значение (пекарские, пивные дрожжи). У группы (или класса, по разным представлениям) плектомицетов (*Plectomycetes*) плодовые тела, в которых развиваются сумки, образуются на поверхности мицелия. К этой группе относятся широко распространенные возбудители мучнистой росы растений (пор. *Erysiphales*) и половые стадии анаморфных грибов из родов пеницилл – *Penicillium* и аспергилл – *Aspergillus* (пор. *Eurotiales*), виды которых широко используются в биотехнологии как продуценты ферментов, антибиотиков и др. У группы пиреномицетов (*Pyrrenomycetes*) плодовые тела в виде бутылковидных структур с отверстием на вершине – перитеции – образуются на поверхности мицелия. Сюда относят многие виды сапротрофов, обитающих на почве и субстратах органического происхождения, а также большую группу грибов – возбудителей болезней растений. У группы локуломицетов (*Loculomycetes*) сумки формируются в особых полостях – локулах, располагающихся на стромах, состоящих из плотно переплетенного мицелия. В группе дискомицетов (*Discomycetes*) плодовые тела – апотеции – в виде широко раскрытых чаш или дисков, внутренняя поверхность которых покрыта слоем сумок (гимением). Апотеции часто ярко окрашены и хорошо заметны на почве или опаде листьев в лесу (род *Peziza*). К этой группе относят сапротрофы на лесной подстилке – широко известные сморчки, строчки и трюфели. Виды А. часто развиваются только в бесполой, конидиальной стадии. У некоторых из них половое спороношение не установлено или потеряно. Виды А. с неизвестной половой стадией относят к группе анаморфных (несовершенных) грибов. Многие А. входят как микобионтный компонент в состав лишайников. Современная система лишайников построена на основе систематики А.

АСПЕРГИЛЛЫ (*Aspergillus*) – род анаморфных грибов порядка *Eurotiales* класса Плектомицеты (*Plectomycetes*). Сапротрофы, реже паразиты. Широко распространены в почве, где активно разрушают органические остатки. Многие из них образуют плесени на пищевых продуктах, вызывают разрушение пром. изделий (ткани, кожи, пластмассы). *A. fumigatus* – возбудитель болезни человека и животных (аспергиллез). *A. flavus* развивается на плодах арахиса и различных кормах, образует афлатоксин. А. используют в микробиол. пром-ти в качестве продуцентов антибиотиков, ферментов, органических кислот.

АСПЕРГИЛЛЕЗ – инфекционное заболевание (микоз) человека, птиц, вызываемое микроскопическими грибами рода *Aspergillus* (*A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger*). Протекает с поражением главным образом легких, может принимать также форму тяжелого сепсиса с выходом возбудителя в кровь и лимфу.

АСПОРОГЕННЫЙ – не образующий споры, беспоровый. Напр., аспорогенные дрожжи.

АССИМИЛЯЦИОННАЯ НИТРАТРЕДУКЦИЯ – см. нитратредукция.

АССИМИЛЯЦИОННАЯ СУЛЬФАТРЕДУКЦИЯ – см. сульфатредукция.

АССИМИЛЯЦИЯ – образование в организме сложных веществ из более простых, поступающих из внешней среды. В широком смысле слова синоним анаболизма. В то же время нередко говорят об А. того или иного соединения, подразумевая пути его превращения, усвоения в организме, в клетке.

АССОЦИАЦИИ МИКРОБНЫЕ – см. микробценоз.

АТТЕНУАЦИЯ – искусственное стойкое ослабление вирулентности патогенных микроорганизмов, сохраняющих способность вызывать иммунитет. Используется при изготовлении живых вакцин, напр. против туберкулеза, оспы и др.

АУКСИНЫ – группа гормонов растений. Регулируют на разных этапах жизни растения его рост, дифференцировку органов, ростовые реакции на свет и силу тяжести. По химической природе – производные индола. Образуются в апикальных меристемах. Синтезируются также многими почвенными грибами при внедрении их в корни растений, стимулируя таким образом рост последних. Основной представитель А. – индолилуксусная кислота.

АУКСОГРАММА – таблица, содержащая сведения о питательных потребностях исследуемого микроорганизма в органических кислотах, аминокислотах, углеводах, нуклеотидах, витаминах и др.

АУКСОТРОФНОСТЬ – зависимость микроорганизмов от ростовых факторов. См. ауксотрофы.

АУКСОТРОФЫ – микроорганизмы, в противоположность прототрофам утратившие способность к самостоятельному синтезу какого-либо метаболита (аминокислоты, витамины и т. д.) в результате мутации и потери способности к образованию соответствующих ферментов. А. могут расти только на средах, в которые добавлен данный метаболит.

АФЛАТОКСИНЫ – ядовитые вещества (производные кумаринов), вырабатываемые плесневыми грибами, главным образом аспергиллами (*Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* и др.). Вызывая нарушения в процессе синтеза белка у эукариот, оказывают токсическое действие на многие виды млекопитающих, птиц, рыб; являются потенциальными канцерогенами (в том числе и

для человека). Содержатся в продуктах питания и кормах, зараженных плесневыми грибами. Предельно допустимая доза А. в пище – 30 мкг на 1 кг продукта.

АЦЕТАТНОЕ БРОЖЕНИЕ – см. брожение гомоацетатное.

N–АЦЕТИЛГЛЮКОЗАМИН – мономер хитина – главного структурного компонента клеточной стенки грибов

Вместе с N–ацетилмурамовой кислотой входит в состав структурного комплекса клеточной стенки бактерий – муреина.

n–АЦЕТИЛМУРАМОВАЯ КИСЛОТА – N–ацетилглюкозамин–лактат, соединение, вместе с N–ацетилглюкозамином входящее в состав структурного компонента клеточной стенки эубактерий гетерополимера муреина. Отличается от N–ацетилглюкозамина наличием остатка молочной кислоты, через который посредством тетрапептидного «хвоста» (состоит из L–аланина, D–глутамина, мезо–ди–аминопимелиновой кислоты или L–лизина и D–аланина) происходит сшивка гетерополимерных цепей муреина в гигантскую молекулу и образование структурного компонента клеточной стенки бактерий, так называемого муреинового мешка.

АЦЕТОГЕНЫ – бактерии, образующие уксусную кислоту в анаэробных условиях (см. брожение, карбонатное дыхание).

АЦЕТОНОВЫЙ ПОРОШОК – белковый препарат, получаемый при выделении белков (обычно ферментов). В процессе его изготовления замороженный материал гомогенизируется в ацетоне при температуре ниже минус 30 °С, что предотвращает автолиз и/или инактивацию ферментов.

АЦИДОФИЛИН – кисломолочный продукт, получаемый заквашиванием пастеризованного молока чистой культурой молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus*. Обладает лечебными свойствами.

АЦИДОФИЛЫ – микроорганизмы, нормально развивающиеся на кислых средах (рН 2–4). Облигатные А. могут расти при значениях рН среды 1,0–5,0; факультативные – 1,0–9,0. К А. относятся дрожжи, молочнокислые бактерии, тионовые бактерии и некоторые др.

АЭРАЦИЯ – подача воздуха при проведении аэробного выращивания микроорганизмов. Может осуществляться путем выращивания микроорганизмов на поверхности твердых, уплотненных, полужидких сред, в тонком слое жидких питательных сред, в жидких средах с активным перешиванием их на качалках или путем продувания воздуха через питательные среды.

АЭРОБНОЕ ДЫХАНИЕ – см. дыхание аэробное.

АЭРОБЫ, АЭРОБНЫЕ ОРГАНИЗМЫ – организмы, нуждающиеся в молекулярном кислороде. Облигатные А. получают энергию только за счет аэробного дыхания, при котором кислород играет роль терминального окислителя. Облигатные А., нуждающиеся в пониженной концентрации кислорода в среде (порядка 2 %), получили название микроаэрофилы. Факультативные А. способны существовать как в кислородных, так и в бескислородных условиях, переключаясь с аэробного дыхания на брожение или анаэробное дыхание (дрожжи, энтеробактерии).

АЭРОСОМЫ – газовые полости, внутрицитоплазматические образования преимущественно водных прокариот, позволяющие клеткам сохранять плавучесть или осуществлять вертикальное перемещение в толще воды.

АЭРОТАКСИС – передвижение микроорганизмов к источнику кислорода (положительный А.) или от него (отрицательный А.). Положительный А. свойствен аэробам, отрицательный – анаэробам.

АЭРОТЕНК – сооружение для биологической очистки сточных вод. Представляет собой систему проточных резервуаров с активной аэрацией. В А. происходит интенсивное окисление органических веществ микроорганизмами активного ила.

Б

БАЕОЦИТЫ, БЕОЦИТЫ – мелкие репродуктивные клетки некоторых цианобактерий. Образуются из увеличенной вегетативной клетки после ряда быстрых бинарных делений. Число Б. на материнскую клетку может колебаться от 4 до 1000.

БАЗИДИОМИЦЕТЫ – широко распространенная и разнообразная по строению группа грибов, составляющая отдел Базидиомикота (Basidiomycota) в царстве Fungi. При половом процессе на мицелии Б. образуются специальные выросты – пряжки, в которых обособляются 2 гаплоидных ядра с разным половым знаком. После слияния ядер – кариогамии – диплоидное ядро в клетке, отделенной от мицелия, делится редуциционно; в результате формируются 4 гаплоидных ядра, которые располагаются в разросшейся клетке – базидии. На последней появляются 4 выроста – стеригмы, куда переходят гаплоидные ядра, по одному в каждую. В результате на каждой стеригме образуется гаплоидная базидиоспора. На соответствующем субстрате 2 базидиоспоры сливаются, образуя дикариотичный (двухядерный) мицелий. Органы размножения Б. – базидиоспоры с базидиями – погружены в плодовые тела, образованные мицелием гриба. Слой базидий, часто разделенный специальными стерильными клетками, называют гимением. Характерной особенностью мицелия Б. является наличие пряжек и так называемой долиповорой септы – перегородки между клетками, утолщающейся по направлению к поре, разделяющей отдельные клетки мицелия. Отдел Базидиомикота делят на 3 класса. Класс Урединиомицеты

(Urediniomy–cetes) – ржавчинные грибы – отличается отсутствием плодовых тел, разделенной на 4 части базидией – фрагмобазидией. Сюда относятся облигатные паразиты растений – возбудители ржавчины многих культурных и диких видов. Класс Устилягиномицеты (Ustilaginomy–cetes) – головневые грибы. Виды головневых не образуют плодовых тел. Размножаются темноокрашенными, толстостенными телиоспорами. Гаплоидные базидиоспоры, формирующиеся на базидии, могут давать дрожжеподобный рост на поверхности растений и на некоторых искусственных средах. К головневым относятся возбудители головни многих растений. Наиболее широко известная группа Б. входит в класс Базидиомицеты (Basidiomycetes), который состоит из нескольких порядков. К настоящим Б., отличающимся крупными, хорошо заметными плодовыми телами, относятся хорошо известные ядовитые и съедобные виды грибов, в том числе культивируемые искусственно (шампиньон, вешенка, сиитаке). Плодовые тела этих Б. разнообразной формы, консистенции, окраски и размеров (от нескольких миллиметров до 1,5 м). Многие из них – микоризообразователи, а также сапротрофы – разрушители древесины и растительного опада.

БАЗОФИЛИЯ – способность клеточных структур окрашиваться основными (щелочными) красителями, что обусловлено кислотными свойствами окрашивающихся компонентов клетки.

БАЗОФИЛЫ, БАЗОФИЛЬНЫЕ ОРГАНИЗМЫ – см. алкалофилы.

БАКТ (б) – внесистемная единица бактерицидной активности ультрафиолетового излучения. 1 б равен 1 Вт потока энергии излучения при длине волны 255,5 нм.

БАКТЕРИАЛЬНАЯ ДИЗЕНТЕРИЯ – см. дизентерия бактериальная.

БАКТЕРИАЛЬНАЯ ХРОМОСОМА – см. хромосома бактериальная.

БАКТЕРИАЛЬНОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ МЕТАЛЛОВ – способность ряда ацидофильных микроорганизмов, окисляющих железо и серу (см. литотрофы), переводить сульфиды и элементарную серу в водорастворимые сульфаты металлов. Используется для добычи меди, цинка, никеля, урана и др. металлов из природных руд. Выщелачивание осуществляют аэробные бактерии *Thiobacillus (Acidithiobacillus) thiooxidans* и *T. ferrooxidans*, а также археи рода *Sulfolobus*.

БАКТЕРИАЛЬНОЕ УДОБРЕНИЕ АМБ – культура природного микробного комплекса плодородных почв (сокр. от автохтонная микрофлора группы Б.). Термин характеризует микрофлору, свойственную зонам распада перегноя; в отличие от автохтонной микрофлоры группы А, присущей зонам образования перегноя. Использовалось для интенсификации микробиол. процессов кислых болотных, дерново–подзолистых почв, а также закрытого грунта, что повышало урожай сельскохозяйственных культур.

БАКТЕРИАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ – почвоудобрительные препараты, содержащие живые микроорганизмы, переводящие молекулярный азот, органические и трудно усвояемые минеральные вещества в доступную для растений форму. Вносятся в почву путем инфицирования семян непосредственно перед посевом. Примерами Б. у. являются азотобактерин, фосфобактерин, нитрагин и др.

БАКТЕРИАЛЬНЫЙ ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ ФИЛЬТР – см. газотрофы.

БАКТЕРИАЛЬНЫЙ ФИЛЬТР – см. фильтр бактериальный.

БАКТЕРИЕМИЯ – состояние организма человека или животного, при котором в его крови обнаруживаются бактерии. (Нередко этим же термином обозначается циркуляция в крови грибов, простейших и даже вирусов, хотя для последних существует специальный термин – виремия.) Предполагается, что при Б. размножения бактерий не происходит, кровь сохраняет бактерицидные свойства. Вследствие разрушения клеток бактерий осуществляется выделение эндотоксинов и развивается интоксикация организма. В острый период инфекционной болезни кровь теряет бактерицидные свойства, в ней происходит активное размножение бактерий (сепсис) и формирование вторичных очагов инфекции. В зависимости от ворот первичной инфекции различают раневой, ожоговый, легочный сепсис и др. бактерии – тривиальное название преимущественно одноклеточных микроорганизмов с прокариотным типом строения. Под собственно Б. (зубактерии) подразумевают одноклеточные или объединенные в организованные группы палочки, кокки, нитчатые формы, неподвижные или со жгутиками, противопоставляя их археям, имеющим также прокариотный тип строения клетки, сходную морфологию и физиологию, но существенно отличающимся по молекулярно–биологическим признакам. В силу сложности определения у прокариот необходимых признаков для построения естественной классификации в наст. время для их систематики используется искусственная классификация. В 9–м издании Определителя бактерий Берджи все прокариоты разбиты на 35 групп, не имеющих таксономического статуса. Распределение бактерий по группам основывается на немногих легко определяемых признаках, напр. в группу 1 входят спирохеты, в группу 4 – грамотрицательные аэробные палочки и кокки, группу 10 составляют фототрофные бактерии, осуществляющие бескислородный фотосинтез, и т. д. Однако в этом же руководстве на основе различий в строении клеточной стенки предложена схема деления царства Prokaryotae на высшие таксоны (отделы, классы). Первый отдел включает грамотрицательные бактерии с клеточной стенкой (Gracilicutes); второй – грамположительные бактерии с клеточной стенкой (Firmicutes); третий – бактерии, у которых клеточная стенка отсутствует (Tenericutes с одним классом Mollicutes) и в четвертый отдел включены архебактерии, которые в наст. время выделяются в отдельное царство (домен) археи, как представляющие самостоятельную эволюционную ветвь. Классификация Б. внутри названных групп основана на их физиол. и биохим. свойствах и носит прагматический характер. Морфология

Б. определяется небольшими размерами клетки (обычно около 1 мкм), не разделенной мембранами на внутренние отделы. Мелкие Б. (около 0,2 мкм) – преимущественно паразиты, очень крупные (более 10 мкм) – цианобактерии – имеют развитый мембранный аппарат и включения. Физиология Б. по разнообразию превосходит физиологию всех остальных органических форм. Для получения энергии они используют различные органические и неорганические соединения (хемотробы), солнечный свет (фототрофы). Практически все природные соединения разлагаются Б. не только в окислительных реакциях с участием O_2 , но и анаэробно за счет брожений, а также с такими акцепторами электрона (водорода), как нитрат, сульфат, сера, CO_2 . Б. участвуют в циклах всех биологически важных элементов и обеспечивают круговорот веществ в биосфере. Б. осуществляют многие ключевые реакции круговорота веществ (напр., нитрификация, денитрификация, азотфиксация, окисление и восстановление соединений серы). Вследствие этого роль Б. в процессах деструкции является определяющей. Продукционная роль Б. невелика, хотя они обладают разнообразными путями ассимиляции углекислоты помимо пентозофосфатного пути (цикл Кальвина), свойственного эукариотам. Б. относятся к космополитам – одни и те же виды Б. можно найти на всех материках, т. е. почти повсеместно. Б. приспособились к самым разным экологическим условиям. Так возникли термофильные, психрофильные, галофильные и др. Б. Свойства Б., как и других организмов, определяются набором присущих им генов, передающихся дочерним клеткам в результате преимущественно бесполого размножения. В то же время у Б. были обнаружены разнообразные пути однонаправленного переноса генетического материала, составляющего обычно небольшую часть генома, но масштабы и значимость этого процесса для эволюции еще не ясны (см. трансдукция, плазмиды, эписомы).

Остатки прокариот обнаружены в породах возраста более 3,5 млрд лет, т. е. Б. функционировали на протяжении всей геологической истории Земли. Примерно 2 млрд лет назад Б. сформировали биосферу, сходную с современной. К этому же времени относится установление характерного для океанов цикла серы, включающего сульфаты. Б. – классический объект для решения общих вопросов генетики, биохимии, биофизики, космической биологии и др. Широко используются в современной биотехнологии. См. также археи, прокариоты.

БАКТЕРИИ ВОДОРОДНЫЕ – большая группа бактерий, получающих энергию для роста путем аэробного окисления H_2 и осуществляющих ассимиляцию CO_2 (хемосинтез). В то же время многие Б. в. хорошо растут на органических средах (миксотрофы). Окисление H_2 обусловлено наличием у Б. в. фермента гидрогеназы, а усвоение CO_2 – ферментов цикла Кальвина. Б. в. не представляют единой таксономической группы, включая представителей родов *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Paracoccus*, *Nocardia* и др. Имеют высокую скорость роста, могут быть использованы для получения белковой массы. К Б. в. обычно не относят анаэробные микроорганизмы, окисляющие H_2 (метаногены, сульфатредуцирующие бактерии и др.).

БАКТЕРИИ ГАЗООБРАЗУЮЩИЕ – бактерии, способные при росте на специальных субстратах образовывать газы— H_2 , CO_2 и др. Обычно это свойство используется как диагностический признак.

БАКТЕРИИ ГНОЕРОДНЫЕ – стафилококки, стрептококки и др. возбудители местного гнойного воспаления или общей инфекции организма животных и человека (сепсис).

БАКТЕРИИ ДЕНИТРИФИЦИРУЮЩИЕ – бактерии, способные осуществлять денитрификацию.

БАКТЕРИИ ЗЕЛЁНЫЕ – фототрофные бактерии, культуры которых обычно имеют соответствующую окраску. Представлены двумя семействами. Семейство *Chlorobiaceae* – одноклеточные бактерии в виде палочек, вибрионов или с простеками; строгие анаэробы и облигатные фотоавтотрофы. Семейство *Chloroflexaceae* – нитчатые формы, образуют трихомы и способны к скольжению. Б. з. содержат бактериохлорофиллы а, с, d или e, которые находятся в особых гранулах (хлоросомы), а также каротиноиды (напр., хлоробактин). Осуществляют фотосинтез без выделения кислорода (аноксигенный фотосинтез). В качестве донора электронов используют H_2S , S° , H_2 , тиосульфат – сем. *Chlorobiaceae*, а также органические соединения – сем. *Chloroflexaceae*. Фотоассимиляция CO_2 у *Chlorobium limicola* происходит в результате функционирования цикла Арнона. Некоторые Б. з. фиксируют молекулярный азот. Обитатели пресных и соленых водоемов.

БАКТЕРИИ КИШЕЧНОЙ ГРУППЫ – бактерии сем. *Enterobacteriaceae*, включающего ряд родов (*Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Salmonella*, *Shigella* и др.) – типичных обитателей кишечника животных и человека. При значительном разнообразии они обладают некоторыми общими свойствами – грамотрицательные палочки, активно подвижные, спор не образуют. Факультативные анаэробы, способны получать энергию как в процессе дыхания, так и в результате смешанного (муравьинокислого) брожения. В отношении питания нетребовательны – растут на простых синтетических средах, содержащих глюкозу, аммоний и минеральные соли. Имеют большое значение для эпидемиологии как возбудители ряда болезней (дизентерия, холера, чума и др.), а также для разного рода экспериментальных исследований. Типичным и наиболее хорошо изученным представителем Б. к. г. является кишечная палочка (*Escherichia coli*), поэтому в санитарной микробиол. всю группу называют бактериями группы кишечной палочки (БГКП).

БАКТЕРИИ КЛУБЕНЬКОВЫЕ – бактерии родов *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, *Sinorhizobium*, азотфиксирующие симбиотические бактерии, образующие клубеньки на корнях бобовых растений – симбионтов. Внутри клубеньков Б. к. фиксируют азот, переводя его в соединения, усваиваемые растениями, которые, в свою очередь, обеспечивают бактерии пита-

тельными веществами. В чистой культуре Б. к. палочковидной формы, подвижны, аэробы и факультативные анаэробы. В клубеньках меняют свою форму, образуя бактериоиды, интенсивно связывающие Клубеньки с активными Б. к. содержат леггемоглобин, обеспечивающий анаэробные условия процесса азотфиксации и окрашивающий их в розовый цвет. Вне бобовых растений Б. к. могут жить как сапротрофы. В наст. время все представители рода *Rhizobium* отнесены к двум видам—*Rh. meliloti* и *Rh. leguminosarum*. Чистые культуры Б. к. используют для производства бактериальных удобрений (напр., нитрагина). См. также азотфиксация.

БАКТЕРИИ КРИСТАЛЛОФОРМНЫЕ – спорообразующие бактерии *Bacillus thuringiensis*, вызывающие болезни у насекомых. Содержат в клетке крупные кристаллы эндотоксина, за что и получили свое название. Впервые были обнаружены Л. Пастером у больных гусениц тутового шелкопряда. Известно много штаммов Б. к., различающихся между собой таксономическими показателями и энтомоцидностью. На основе Б. к. производятся различные энтомопатогенные препараты, представляющие собой высушенную биомассу клеток, споры и кристаллы эндотоксина—энтобактерин (против насекомых – вредителей крестоцветных), дендробациллин (для защиты леса от сибирского шелкопряда), битоксибациллин (против колорадского жука и др. вредителей сельскохозяйственных растений).

БАКТЕРИИ ЛИЗОГЕННЫЕ – бактерии, содержащие фаг в состоянии профага и способные продуцировать зрелые фаговые частицы после индукции этого процесса антибиотиками, температурой, УФ и радиацией. См. также лизогения.

БАКТЕРИИ «ЛЯГУШАЧЬЕЙ ИКРЫ» – см. слизь. бактерии маслянокислые – бактерии, возбудители маслянокислого брожения. Сахаролитические клостридии, анаэробные спорообразующие палочки. Сбраживают моно–и полисахариды с образованием масляной, уксусной кислот, углекислоты, молекулярного водорода. Многие виды фиксируют азот. Обитатели почвы, активно разлагают органическое вещество. Представители—*Clostridium pasteurianum*, *Cl. butyricum*.

БАКТЕРИИ МЕЗОФИЛЬНЫЕ – бактерии, для которых температурный оптимум для роста лежит в пределах 2°– 42 °С; большинство – почвенные и водные организмы.

БАКТЕРИИ МЕТАНОКИСЛЯЮЩИЕ – бактерии, использующие метан как источник энергии и углерода. Грамотрицательные, подвижные и неподвижные, сферической, палочковидной или вибриоидной формы. Имеют развитую систему внутриклеточных мембран. Аэробы. Окисляют метан до диоксида углерода по схеме— $\text{CH}_4 - \text{CH}_3\text{OH} - \text{НСОН} - \text{НСООН} - \text{CO}_2$. При этом часть формальдегида идет на биосинтез в результате функционирования особых циклов (серинового или рибулозомонофосфатного). Кроме метана, рост некоторых

М. б. поддерживает метанол. К М. б. относят 5 родов бактерий. Типовой вид – *Methylomonas methanica*. Метан окисляют также некоторые виды дрожжей. М. б. – обитатели почвы и воды, участвуют в деградации одноуглеродных соединений. Могут использоваться в пром. производстве кормовой биомассы на основе природного газа, содержащего метан, а также для борьбы с накоплением метана в шахтах.

БАКТЕРИИ МОЛОЧНОКИСЛЫЕ – бактерии родов *Lactobacillus*, *Streptococcus* и др., при сбраживании углеводов образуют молочную кислоту. Факультативные анаэробы, грамположительные палочки и кокки, спор не образуют. Растут только на сложных питательных средах. Ауксотрофы по большинству аминокислот и витаминов. Ацидофилы. Встречаются в молоке и молочных продуктах, на растениях и разлагающихся растительных остатках, в кишечнике человека и животных. Могут осуществлять гомоферментативное и гетероферментативное молочнокислое брожение (см. брожение молочнокислое). Участвуют в процессах силосования кормов, квашения капусты, используются в производстве молочнокислых продуктов, молочной кислоты, декстранов.

БАКТЕРИИ НИТЧАТЫЕ – бактерии, растущие в виде длинных нитей, состоящих из цепочек клеток. Нередко имеют общую слизистую капсулу. Типичный представитель – железобактерии *Leptothrix*. См. также трихомные бактерии.

БАКТЕРИИ ПАТОГЕННЫЕ – бактерии, вызывающие болезни человека, животных и растений.

БАКТЕРИИ ПРОПИОНОВОКИСЛЫЕ – бактерии рода *Propionibacterium* и др., сбраживающие углеводы с образованием пропионовой, уксусной кислот. Обитатели рубца и кишечника жвачных. Используются в производстве некоторых сортов сыра, а также как продуценты витамина В6. См. также брожение пропионовокислое.

БАКТЕРИИ ПРОСТЕКОВЫЕ, бактерии простекообразующие, бактерии простекатные – см. простекобактерии.

бактерии психрофильные, **БАКТЕРИИ КРИОФИЛЬНЫЕ** – бактерии, растущие с максимальной скоростью при температурах ниже 2° °С. Напр., некоторые морские светящиеся бактерии, железобактерии (*Gallionella*).

БАКТЕРИИ ПУРПУРНЫЕ – группа фототрофных бактерий. По морфологии – кокки, палочки и извитые формы, неподвижные и подвижные за счет жгутиков, грамотрицательные. Размножаются делением и почкованием. Содержат бактериохлорофилл а, реже – бактериохлорофилл b, каротиноиды (ликопин, спириллоксантин и др.). Культуры Б. п. имеют обычно розовую, кроваво-красную окраску, за счет чего получили свое название. Осуществляют анаэробный фотосинтез, в качестве донора электронов используют преимущест-

венно органические соединения (пурпурные несерные бактерии) или сероводород, тиосульфат, сульфит, серу, водород (пурпурные серные бактерии). Ассимилируют на свету углекислоту через цикл Кальвина, а также ацетат, пируват и др. органические соединения. Пурпурные серные бактерии (сем. Chromatiaceae и Ectothiorhodaceae) хорошо растут в фотоавтотрофных условиях, пурпурные несерные (сем. Rhodospirillaceae) предпочитают фотогетеротрофные условия. Анаэробы и факультативные анаэробы. Многие виды фиксируют молекулярный азот и выделяют водород. Некоторые растут в темноте. Известно более 5° видов Б. п. Распространены в пресных и соленых водоемах, некоторые виды – экстремальные галофилы. Роль в природе – создание органического вещества, участие в биогеохим. циклах серы, азота, углерода. Широко используются для изучения механизмов фотосинтеза.

БАКТЕРИИ САПРОТРОФНЫЕ (уст. сапрофитные) – бактерии, превращающие органические вещества отмерших организмов в неорганические, обеспечивая круговорот веществ в природе. Термин используется для противопоставления понятию «паразитическое существование бактерий» (см. паразитизм). Для обозначения типа питания бактерий чаще используют термин «гетеротрофные бактерии».

БАКТЕРИИ СВЕТЯЩИЕСЯ – хемоорганотрофные бактерии, способные к биолюминесценции (роды *Photobacterium*, *Venezkeia*) в присутствии кислорода. Обычно морские формы.

БАКТЕРИИ СПОРООБРАЗУЮЩИЕ – бактерии, обладающие способностью образовывать термоустойчивые споры при наступлении неблагоприятных для роста условий. Аэробные и факультативно аэробные Б. с. относят к родам *Bacillus*, *Sporosarcina*, *Sporolactobacillus*; анаэробные – к родам *Clostridium*, *Desulfotomaculum*. См. также эндоспоры.

БАКТЕРИИ «СТЕБЕЛЬКОВЫЕ» – бактерии, образующие выросты (стебельки), за счет которых они прикрепляются к субстрату. Водные формы. Примером служат представители рода *Caulobacter*.

БАКТЕРИИ СУЛЬФАТРЕДУЦИРУЮЩИЕ, бактерии сульфат-восстанавливающие, сульфатредукторы – физиологическая группа бактерий, восстанавливающих сульфат до сероводорода в анаэробных условиях (см. анаэробное дыхание). Сульфат используется ими как акцептор водорода, донором электронов служат органические соединения – лактат, ацетат, пропионат, бутират, формиат, этанол, высшие жирные кислоты, а также молекулярный водород. По степени усвоения органики различают две группы Б. с. Первые используют органические кислоты с выделением в среду ацетата (спорообразующие виды рода *Desulfotomaculum* и неспорообразующие рода *De-sulfovibrio*). Вторые способны полностью окислять органические соединения; некоторые даже способны к хемоавтотрофному существованию (*Desulfobacter*, *De-sulfococcus*, *Desulfosarcina*, *Desulfonema*). В природе Б. с. обитают в сероводородном иле,

где проходит анаэробный распад органики. Участвуют в формировании месторождений серы. Вызывая анаэробную коррозию железа, наносят существенный вред трубопроводному транспорту.

БАКТЕРИИ ТЕРМОФИЛЬНЫЕ – бактерии, хорошо растущие при температурах выше 40 °С; для большинства из них верхний предел температуры – 70 °С. В отличие от Б.т. термотолерантные бактерии растут до 50 °С, экстремально термофильные – при температурах выше 70 °С.

БАКТЕРИИ ТИОНОВЫЕ – серобактерии, получающие энергию за счет окисления серы и ее восстановленных неорганических соединений преимущественно до сульфатов. Обычно название Б. т. применяется к роду *Thiobacillus*. (Новое название для ряда видов – *Acidithiobacillus*.) Это мелкие подвижные грамотрицательные палочки. Строгие аэробы, за исключением *Th. denitrificans*, который может использовать в качестве терминального акцептора электронов нитраты. Способны расти в широком диапазоне рН (0,6–10), имеются галофильные штаммы. Среди Б. т. есть как облигатные, так и факультативные хемолитоавтотрофы. Широко распространены в водоемах, почве, рудных (сульфидных) месторождениях. Участвуют в круговороте серы и др. биоэлементов. Вызывают аэробную коррозию металлов, разрушение бетонных сооружений. Некоторые виды используются для бактериального выщелачивания металлов.

БАКТЕРИИ УКСУСНОКИСЛЫЕ – группа бактерий, способных образовывать органические кислоты путем неполного окисления сахаров или спиртов. В качестве конечного продукта образуют уксусную, гликолевую, глюконовую и др. кислоты. Подразделяются на две группы – «*peroxydans*» – накапливающие уксусную кислоту в качестве промежуточного продукта, но по мере исчерпания исходного субстрата окисляющие ее далее до углекислоты и воды (*Gluconobacter oxydans*), и «*suboxydans*», у которых далее уксусная кислота не окисляется (*Acetobacter aceti*, *A. pasteurianum*). Б. у. – грамотрицательные палочки, подвижны, живут обычно на растениях. Ацидофилы. Используются для получения пищевого уксуса на основе спиртосодержащих жидкостей, а также в процессе полусинтетического производства аскорбиновой кислоты из глюкозы.

БАКТЕРИИ ФОТОТРОФНЫЕ – бактерии, способные использовать свет как источник энергии для роста. К Б. ф. относят–пурпурные, зеленые бактерии, гелиобактерии, осуществляющие фотосинтез без выделения кислорода (аноксигенный фотосинтез), и цианобактерии, выделяющие на свету кислород (оксигенный фотосинтез).

БАКТЕРИИ ХЕМОЛИТОАВТОТРОФНЫЕ – бактерии, получающие энергию за счет окисления неорганических соединений (H_2 , S^0 , S_2n , S_2O_3 , eH_3 , Fe^{2+}) и ассимилирующие углекислоту в качестве единственного источника углерода. См. также литотрофы, хемосинтез.

БАКТЕРИИ ХЕМОЛИТОГЕТЕРОТРОФНЫЕ – бактерии, получающие энергию за счет окисления неорганических соединений, но в отличие от хемолитоавтотрофных бактерий использующие в качестве источника углерода органические соединения. См. также литотрофы.

БАКТЕРИИ ХЕМОЛИТОТРОФНЫЕ – см. литотрофы.

БАКТЕРИИ ХЕМОТРОФНЫЕ – бактерии, получающие энергию для роста (в отличие от фототрофных бактерий) за счет окисления хим. соединений. В зависимости от природы используемого субстрата различают хемоорганотрофные бактерии, окисляющие органические соединения, и хемолитотрофные бактерии, окисляющие неорганические соединения, напр. восстановленные соединения серы, ионы аммония, водород и др.

БАКТЕРИИ ЦЕЛЛЮЛОЗОРАЗРУШАЮЩИЕ – физиол. группа бактерий, включающая представителей разных таксонов: кластридии, ряд актиномицетов, миксобактерии, некоторые псевдомонады, представители коринеформных бактерий, постоянные обитатели желудка жвачных, относящиеся к родам *Ruminococcus*, *Bacteroides*, *Butyrivibrio* и др. Единственное общее свойство этих организмов – способность к ферментативному расщеплению целлюлозы. Ее разложение осуществляется комплексом ферментов Б. ц., которые могут выделяться в окружающую среду или оставаться связанными с клеточной поверхностью. Конечный продукт расщепления целлюлозы – глюкоза – утилизируется аэробными организмами по пути гликолиз – ЦТК, с дальнейшей утилизацией восстановителей в дыхательной цепи с кислородом в качестве терминального акцептора водорода. Анаэробное превращение глюкозы осуществляется броуидильщиками с образованием большого числа органических соединений. Участвуя в деградации самого масштабного природного соединения – целлюлозы, Б. ц. играют важнейшую роль в круговороте веществ в биосфере. бактериозы – обобщенное название болезней растений, вызываемых бактериями. К фитопатогенным бактериям относятся некоторые псевдомонады, бациллы, микобактерии и др.

БАКТЕРИОЛИЗ – разрушение клеток бактерий с выходом протоплазмы в среду. Может вызываться физ. и хим. агентами, ферментами (лизоцимом), антителами (бактериолизинами), фагами.

БАКТЕРИОЛИЗИНЫ – антитела, которые при участии комплемента разрушают клеточную стенку бактерий, вызывая бактериолиз. Б. специфически связываются с поверхностными антигенами живых бактерий, затем активируют комплемент, под действием которого в стенке бактериальной клетки образуются микроотверстия. Разрушение клеток происходит в результате осмотического шока. Грамотрицательные бактерии чувствительны к действию Б., грамположительные – нет. Б. – один из факторов иммунитета людей при холере и некоторых других заболеваниях. Неспецифический бактериолиз вызывает лизоцим, усиливающий бактерицидное действие Б.

БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ, БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ – бактерии, вирусы, грибы и токсические продукты их жизнедеятельности, используемые с помощью зараженных переносчиков заболеваний (насекомых, грызунов) или в виде суспензий и порошков в боеприпасах, приборах, с целью вызвать массовое заболевание людей, животных, растений. Запрещено Конвенцией ООН в 1972 г.

БАКТЕРИОЛОГИЯ – раздел микробиологии, исследующий бактерии.

БАКТЕРИОРОДОПСИН – мембранный белок галофильных архей (галобактерий) рода *Halobacterium*. Подобно зрительному пигменту сетчатки глаза, Б. содержит ретиналь, но в другой конфигурации. Находится в клетках в так называемых пурпурных мембранах, выполняя функцию протонного насоса, преобразующего энергию солнечного света в энергию, необходимую для жизнедеятельности галобактерий.

БАКТЕРИОСКОПИЯ – исследование бактерий с помощью микроскопа.

БАКТЕРИОСТАЗ – полная задержка роста и размножения бактерий, вызванная неблагоприятными факторами (физ., хим. и др.) среды. При прекращении действия таких факторов рост и размножение бактерий обычно возобновляются. При длительном влиянии или значительной дозе бактериостатического фактора бактерии могут погибать (бактериостатическое действие переходит в бактерицидное). Во время Б. бактерии обычно перестают вырабатывать токсические вещества; на этом основано лечебное действие некоторых лекарственных средств.

БАКТЕРИОТРОПИНЫ – антитела, образующиеся в крови животных и человека при инфекционной болезни и усиливающие фагоцитоз.

БАКТЕРИОФАГИ, ФАГИ – вирусы бактерий. Впервые описаны Ф. Турортом в 1915 г., термин введен Ф. Д'Эреллем в 1917 г. Характеризуются хим. и структурным разнообразием. Частицы сложно устроенных Б. (напр., фаг T2 *E. coli*) имеют головку и отросток. Головка состоит из белковой оболочки и заключенной в ней ДНК или РНК. Отросток представляет собой трубку, состоящую из сократительных белков, подобных мышечным. Находящаяся на дистальном ее конце базальная пластинка с шипами и нитями обуславливает специфичность адсорбции Б. на клетке-хозяине. После прикрепления фага к клеточной стенке бактерий она «прокалывается» (в этом процессе участвует специфический фермент лизоцим) и нуклеиновая кислота впрыскивается в клетку. Введенная внутрь клетки нуклеиновая кислота Б. управляет клеточными механизмами и программирует синтез фаговых белков и нуклеиновой кислоты. В результате самосборки из этого материала образуются зрелые фаговые частицы, которые, покидая клетку, приводят к ее гибели – вирулентные Б. Различают также умеренные Б., вызывающие лизогению. Наконец, существуют Б., кото-

рые не разрушают клетки бактерий после созревания новых вирусных частиц. Некоторые ДНК–содержащие Б. способны к генетической трансдукции и рекомбинации. Б. известны для всех культивируемых бактерий. Б. – классический объект мол. биологии.

БАКТЕРИОХЛОРОФИЛЛЫ – тетрапиррольные Mg–содержащие пигменты аноксигенных фототрофных бактерий, обеспечивающие (наряду с каротиноидами) их способность к фотосинтезу. Локализованы во внутрицитоплазматических мембранах. Пурпурные бактерии содержат Б. а или b, зеленые – Б. а вместе с Б. с, d или e.

ГЕЛИОБАКТЕРИИ содержат Б. g, локализованный в цитоплазматической мембране. Каждый Б. в зависимости от хим. природы замещающих групп имеет характерный спектр поглощения в клетках с максимумами в длинноволновой области $710\text{--}1040\text{ нм}$, что отличает Б. от хлорофиллов (а, b, с, d) растений, водорослей и цианобактерий, имеющих максимумы поглощения *in vivo* в области $645\text{--}783\text{ нм}$.

БАКТЕРИОЦИНЫ – антибактериальные вещества белковой природы, вырабатываемые бактериями и подавляющие жизнедеятельность других штаммов того же вида или родственных видов (активный антагонизм). Синтез Б. определяется специальными плазмидами. Называют Б. обычно в соответствии с видовым названием продуцента, напр., *E. coli* образует так называемые колицины, *Pasteurella pestis* – пестицины. Механизм действия Б. связан с повреждением цитоплазматических мембран, нарушением синтеза ДНК, РНК и белка. Спектр активности Б. в отличие от антибиотиков узок и определяется наличием у бактерий специальных рецепторов для адсорбции.

БАКТЕРИЦИДНАЯ ЛАМПА – см. лампа бактерицидная.

БАКТЕРИЦИДНОСТЬ – способность физ. (температура, ионизирующее излучение), хим. (спирты, фенол, соединения ртути и др.), биол. (напр., лизоцим) факторов вызывать гибель бактерий.

БАКТЕРОИДЫ – 1) специфические формы клубеньковых бактерий, образующиеся при их проникновении в корни бобовых растений (в клубеньках). Отличаются от бактерий, развивающихся вне растения, более крупными размерами, высоким содержанием гликогена, жира, волютина и активной азотфиксацией; 2) представители сем. *Bacteroidaceae*, включающего полиморфные (палочковидные, кокковидные, веретенообразные), аспорогенные, подвижные и неподвижные, грамотрицательные анаэробные бактерии. Обитают в полости рта, в кишечнике и половых органах человека. Патогенные виды вызывают острые воспалительные процессы.

БАЛЛ – единица, которой оценивается степень или интенсивность какого–либо явления. В микробиол. в баллах нередко дается визуальная оценка рос-

та микроорганизмов на разных средах или в разных условиях выращивания. При этом число баллов отмечают каким-либо значком, напр. знаком «+».

БАНК ГЕНЕТИЧЕСКИЙ – коллекция клеточных культур, семян, замороженной спермы и т. д., создаваемая с целью сохранения генотипов определенных организмов. Имеет большое практическое значение для селекции, сохранения ценных сортов сельскохозяйственных растений, пород скота, а также для воспроизводства исчезающих природных видов животных и растений.

БАНК ГЕНОВ – коллекция генов, набор фрагментов ДНК, в котором представлены все гены или часть генов организма. Б. г. представляет собой культуру микроорганизмов (бактерии, дрожжи), в каждую клетку которых введен вектор, несущий один из фрагментов этого набора. Б. г. можно длительное время хранить в замороженном состоянии и по необходимости выделять отдельные микроорганизмы, содержащие фрагменты ДНК с нужными генами, и размножить (клонировать) их. Клонированные гены выделяют из клеток и используют для решения различных задач генетики, мед., биотехнологии.

БАСТР – сахарный песок желтого цвета невысокого качества, получается как промежуточный продукт при производстве сахара-рафинада. Компонент питательных сред в биотехнологии.

БАТОМЕТР – прибор, с помощью которого берется проба воды с разных глубин моря, озера и др. водоемов с целью ее лаб. исследования, в том числе микробиол.

БАЦИЛЛЫ – 1) тривиальное название любых бактерий палочковидной формы; 2) представители рода *Bacillus*, включающего аэробные и факультативно анаэробные грамположительные палочковидные спорообразующие бактерии; 3) в ненаучном словоупотреблении различные болезнетворные бактерии.

БАЦИТРАЦИН – антибиотик пептидной природы, образуемый бактериями *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis* и др. Подавляет синтез клеточной стенки чувствительных к нему бактерий.

БВК (сокр. от белково-витаминный концентрат) – сухая биомасса микроорганизмов, используемая в качестве добавок в комбикорма для животных. В нашей стране было налажено производство БВК на основе дрожжей, выращиваемых на углеводородном сырье (отходах переработки нефти), на углеводном сырье (отходах переработки древесины, пищевой пром-ти). По своему составу дрожжевой БВК содержит до 60% белка, а также все витамины группы В, витамин За рубежом принято название SCP (Single cell protein) – белок одноклеточных. В ряде стран были разработаны технологии получения SCP как на основе дрожжей, так и на основе бактерий. В последнем случае в Великобритании применяют метилотрофные бактерии (см. метилотрофы) *Methylobacillus methylotrophus*, а в качестве сырья используют метанол, получаемый за счет хим. окисления метана.

БЕНТАЛЬ – дно и придонный слой воды водоема как среда обитания живых организмов.

БЕНТОС – совокупность организмов, обитающих на грунте и в грунте водоемов.

БЕШЕНСТВО – заболевание животных и человека, вызываемое вирусом из группы рабдовирусов. Возбудитель передается человеку через укусы больными животными (собаками, волками, лисами) и после инкубационного периода поражает клетки продолговатого мозга. Заболевание характеризуется тяжелой клинической картиной и высокой летальностью.

БИКС – металлическая коробочка небольшого размера для стерилизации и хранения мед. инструмента, перевязочного материала, хирургического белья и пр.

БИОГАЗ – смесь метана (5°—85 %), диоксида углерода (15– 5°%), водяных паров, получаемая из твердых и жидких отходов органической природы в анаэробных условиях за счет деятельности метаногенов. Используется в качестве топлива; теплотворная способность – 6°°° ккал/м3.

БИОГЕНЕЗ – концепция, утверждающая, что между живой и неживой материей лежит непреодолимая преграда, а, следовательно, все живое может происходить только от живого. Ср. абиогенез.

БИОГЕННЫЕ АМИНЫ – см. амины биогенные.

БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, БИОГЕНЫ – см. элементы биогенные.

БИОГЕОТЕХНОЛОГИЯ МЕТАЛЛОВ – технология извлечения металлов из руд, концентратов, горных пород и растворов с помощью микроорганизмов или продуктов их обмена веществ при нормальном давлении и температуре от 5 до 8° °С. См. также бактериальное выщелачивание металлов.

БИОДАТЧИК – чувствительный агент биол. происхождения, используемый в приборах для определения или выявления различных хим. соединений. В качестве Б. могут выступать иммобилизованные ферменты, органеллы или целые клетки, ткани, иммуносистемы.

БИОИНДИКАТОРЫ – группа особей одного вида или сообщество, по наличию (а также по поведению или состоянию) которых судят о естественных или антропогенных изменениях в среде. Так, лишайники являются Б. чистоты воздуха, по составу и численности микроорганизмов оценивают качество питьевой воды (коли–титр, коли–индекс). Ряд почвенных микроорганизмов и некоторые растения служат Б. при поиске полезных ископаемых.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД – процесс, основанный на способности микроорганизмов, главным образом бактерий, разрушать (минерализовать) в сточных водах любые органические вещества (загрязнения). Осуществляется в аэробных условиях (поля орошения, биофильтры, аэротенки) и в анаэробных условиях (метантенки). При полной Б. о. достигается удаление из воды окисляемых веществ, ионов тяжелых металлов, увеличивается ее прозрачность, снижается зараженность патогенными бактериями. Для разложения и детоксикации трудноразлагаемых («негниющих») синтетических веществ используются специальные штаммы микроорганизмов, полученные путем искусственного мутагенеза. Для Б. о. природных вод от пром. загрязнений используют также способность некоторых организмов накапливать (концентрировать) те или иные вещества (так, диатомеи применяются для удаления из воды кремния, железобактерии – железа и марганца). См. также ил активный.

БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ – видимое свечение живых организмов (бактерий, грибов, беспозвоночных и др.). В основе Б. лежит ферментативное окисление особых веществ – люциферинов. Для осуществления Б. (напр., у светляков) помимо люциферина и фермента люциферазы необходимы также кислород, АТФ и ионы магния. За счет АТФ образуется люциферинаденилат, который затем связывается люциферазой. При окислении кислородом происходит распад комплекса и продукт этой реакции – аденилат – испускает свет. Люциферины и люциферазы у различных биол. видов неидентичны. В некоторых случаях Б. не связана с люциферин–люциферазной реакцией.

БИОМАССА – общая масса особей одного вида, группы видов или сообщества (растений, микроорганизмов, животных) на единицу поверхности, объема местообитания или массы субстрата. Б. выражают в массе сырого или сухого вещества (г/л, кг/га, кг/м³ и т. д.).

БИОМЕТРИЯ – совокупность приемов планирования и обработки данных биол. исследований методами математической статистики.

БИОНТ – отдельно взятый организм, приспособившийся к обитанию в определенной среде. Термин употребляется в составе сложных слов, обозначающих организмы, существующие в той или иной среде–гидробионты – обитатели воды, педобионты – обитатели почвы, сапробионты – обитатели разлагающихся растений и трупов животных.

БИОПОЛИМЕРЫ – природные высокомолекулярные соединения (мол. масса 1⁰³—1⁰⁹ Да), являющиеся структурной основой всех живых клеток и играющие определяющую роль в процессах жизнедеятельности. К Б. относят белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды, липиды, а также их производные. Молекулы Б. состоят из большого числа повторяющихся групп атомов, звеньев одинакового или различного хим. строения. Уникальные биол. свойства Б. во многом определяются их существованием в растворах в упорядоченной кон-

формации. Это связано со слабыми внутримолекулярными воздействиями, среди которых первостепенную роль играют водородные и гидрофобные взаимодействия.

БИОРЕАКТОР – емкость для проведения биол. процессов. Термин применим как к аппаратам для лаб. или пром. выращивания микроорганизмов в жидкой среде (см. ферментер), так и к колонкам для проведения биотрансформаций веществ с помощью иммобилизованных ферментов и клеток.

БИОСИНТЕЗ, АНАБОЛИЗМ, АССИМИЛЯЦИЯ – образование органических веществ из более простых соединений, происходящее в живых организмах в процессе обмена веществ.

БИОСФЕРА – область существования живых организмов, охватывающая нижнюю часть атмосферы (аэробiosфера), всю гидросферу (гидробiosфера), поверхность суши (террабиосфера), верхние слои литосферы (литобiosфера). Б. является активной оболочкой Земли, в которой деятельность всех живых организмов проявляется как геохим. фактор планетарного масштаба. По В. И. Вернадскому, понятие Б. включает в себя как живые организмы, так и среду их обитания. При этом организмы, взаимодействуя друг с другом, составляют органически единую динамическую систему, объединенную, в свою очередь, системно в единое целое с атмосферой, литосферой и гидросферой.

БИОТА – совокупность видов растений, животных и микроорганизмов, объединенных общей областью распространения. В отличие от биоценоза может характеризоваться отсутствием экологических связей между видами.

БИОТЕХНОЛОГИЯ – совокупность пром. методов, использующих живые организмы (преимущественно одноклеточные) и биол. процессы для производства пищи, лекарственных средств и других полезных продуктов, а также для решения проблем охраны природы, связанных с очисткой сточных вод, воздуха, почвы и др.; в узком значении те же технологии, но только с использованием продуцентов, полученных методами генетической инженерии.

БИОТРАНСФОРМАЦИЯ ВЕЩЕСТВ – высокоспецифичные реакции, осуществляемые микроорганизмами как с естественными для них, так и с чужеродными веществами. Могут заключаться в окислении субстрата, его гидрировании, гидролизе, этерификации, конденсации, метилировании, дезаминировании и др. Эти превращения стереоспецифичны, не дают побочных продуктов, протекают при нормальной температуре, давлении. Б.в. способны осуществлять бактерии, «низшие» и «высшие» грибы. Она широко используется в производстве ряда витаминов, стероидных гормонов, лекарственных средств. Б. в. – одно из развивающихся направлений биотехнологии.

БИОФАБРИКА – предприятие, где изготавливаются биол. препараты (вакцины, сыворотки и др.) для диагностики, профилактики и лечения животных.

БИОФИЛЬТР – сооружение для биологической очистки сточных вод обычно с активной аэрацией. Представляет собой резервуар, наполненный крупнозернистым фильтрующим материалом (шлак, гравий, керамзит) или имеющий специальное подвижное устройство с множеством пластин, дисков и т. п. Сточная вода, проходя через фильтрующий материал, образует на его поверхности биопленку из скоплений микроорганизмов, минерализующих органические вещества сточных вод. Б. используется также для очистки газовых выбросов в пром-ти. В этом случае развитие микроорганизмов происходит на увлажненных камышовых или соломенных матах, уложенных в короба, через которые продуваются отработанные газы перед выпуском их в атмосферу.

БИОЦЕНОЗ – совокупность живых организмов (растений, животных, микроорганизмов), населяющих участок среды обитания с однородными условиями жизни и характеризующихся определенными отношениями между собой (напр., Б. конкретного типа почвы, водоема и т. п.). См. микробиоценоз.

БИОЦИДЫ – 1) вещества, способные убивать все живое; 2) хим. средства защиты различных материалов (древесины, текстиля, кожи, нефтепродуктов, пластиков, резины, лакокрасочных материалов и т. д.) от биоповреждений, вызываемых микроорганизмами, насекомыми, грызунами. В качестве Б. используется широкий спектр хим. веществ (неорганические соединения; спирты, фенолы и их производные; альдегиды, кетоны, органические кислоты и их производные; амины и соли аминов, четвертичные аммониевые соединения; элементоорганические соединения и др.). Выбор Б. определяется свойствами защищаемого материала.

БИФИДОБАКТЕРИИ (*Bifidobacterium*) – род бактерий актиномицетной линии. Грамположительные, неподвижные палочки, не образующие спор, часто ветвящиеся, с булавовидными утолщениями на концах. Анаэробы, но при высокой концентрации CO₂ (1%) толерантны к кислороду. Сбраживают углеводы по типу гетероферментативного молочнокислого брожения. Являются нормальной кишечной микрофлорой детей и молодняка сельскохозяйственных животных в период молочного вскармливания; подавляют развитие гнилостных и болезнетворных микробов, образуют витамины К и группы В, способствуют перевариванию углеводов.

БЛЕННОРЕЯ – острый гнойный конъюнктивит, вызываемый гонококками. Возникает чаще у новорожденных, которые заражаются во время родов от больной гонореей матери.

БОКС – камера для работы в стерильных или каких-либо специальных условиях.

БОЛЕЗНЬ ИНФЕКЦИОННАЯ – нарушение нормальной жизнедеятельности организма, обусловленное функциональными и (или) морфологическими изменениями, возникающими в результате проникновения в организм и последующего размножения болезнетворных микроорганизмов. См. также инфекционность.

БОТУЛИЗМ – болезнь человека, связанная с отравлением организма токсином анаэробных бактерий *Clostridium botulinum*, развивающихся на пищевых продуктах (чаще всего в некачественных мясных и рыбных консервах).

БПК (биохимическое потребление кислорода) – показатель загрязненности природных вод. Обусловлено жизнедеятельностью аэробных микроорганизмов, использующих органические вещества в качестве субстратов. Выражается в миллиграммах кислорода, необходимого для окисления органических веществ в 1 л воды в определенный отрезок времени. Различают БПК суточное – БПК₁, трехсуточное – БПК₃, пятисуточное – БПК₅ и полное БПК. Напр., полное БПК загрязненных стоков целлюлозно–бумажной пром–ти может составлять 22—4° мг/л.

БПЛ (сокр. от в–пропиолактон) – $(\text{CH}_2)_2\text{CO}$ – хим. вещество, используемое для стерилизации жидкостей, помещений, а также для стерилизации вакцин, различных трансплантатов тканей и др. нестойких биол. материалов. Вызывает гибель большинства микроорганизмов и их спор. Микробоцидный эффект БПЛ обусловлен хим. связыванием его с белками, жирными кислотами и углеводами клетки.

БРОЖЕНИЕ – анаэробный метаболический процесс превращения органических веществ, при котором АТФ образуется за счет субстратного фосфорилирования, а продукты расщепления субстрата могут одновременно служить как донорами, так и акцепторами водорода. К Б. способны животные, растения и многие микроорганизмы, для некоторых из них это единственный способ существования. Б. могут подвергаться спирты, органические кислоты, аминокислоты, но чаще всего – углеводы. В зависимости от сбраживаемого субстрата и путей его метаболизма (у разных организмов) продуктами Б. могут быть спирты, органические кислоты, ацетон, некоторые другие соединения, а также CO_2 и H_2 . В соответствии с конечными продуктами Б. различают Б. спиртовое, молочнокислое, маслянокислое, муравьинокислое, или смешанное, пропионовокислое и др. Б. – эволюционно более ранний энергетический процесс, нежели дыхание, играет большую роль в круговороте веществ в природе. Ряд Б. (спиртовое, молочнокислое и др.) имеют огромное практическое значение.

БРОЖЕНИЕ АЦЕТОНОБУТИЛОВОЕ – тип брожения, осуществляемый некоторыми клостридиями. Отличается от маслянокислого брожения субстратом и конечными продуктами. В качестве субстрата используется глюкоза, глицерин, пируват, причем глюкоза расщепляется по гликолитическому пути.

Процесс имеет двухфазный характер. Вначале при сбраживании глюкозы выделяются масляная и уксусная кислоты, по мере подкисления среды начинается синтез ацетона и бутанола, что и обусловило название данного типа брожения. Также образуется некоторое количество этанола, CO_2 и Б. а. используется для пром. получения органических растворителей ацетона и бутанола.

БРОЖЕНИЯ АЭРОБНЫЕ, БРОЖЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ (уст.) – условное название неполных окислений, поскольку их продукты (органические кислоты) сходны с продуктами, получаемыми при брожениях.

БРОЖЕНИЕ ГОМОАЦЕТАТНОЕ – тип брожения, осуществляемый некоторыми клостридиями. Гексоза окисляется по обычному для них гликолитическому пути до пирувата. Пируват при участии системы ферментов окисляется до ацетата и углекислоты с образованием АТФ и восстановленного ферредоксина. Акцептором водорода служит CO_2 . Часть молекул углекислоты восстанавливается до формиата и далее – до метильной группы, другая часть, восстанавливаясь, образует карбоксильную группу новой молекулы ацетата. Таким образом, при Б. г. из двух молекул пирувата образуется три молекулы ацетата, являющегося единственным продуктом этого типа брожения.

БРОЖЕНИЕ МАСЛЯНОКИСЛОЕ – тип брожения, осуществляемый сахаролитическими анаэробными клостридиями, расщепляющими крахмал, декстрин, инулин, маннитол, пектин и др. Расщепление гексоз идет по гликолитическому пути. Акцепторами водорода служат органические кислоты или кетоны, образующиеся из пирувата или ацетил-КоА. В результате доминирующими продуктами брожения являются бутират, ацетат, CO_2 , иногда H_2 . При этом ацетон и бутанол не образуются, что отличает этот тип брожения от брожения ацетоно-бутилового.

БРОЖЕНИЕ МОЛОЧНОКИСЛОЕ – тип брожения, осуществляемый молочнокислыми бактериями. В зависимости от того, какие продукты образуются при сбраживании глюкозы – только молочная кислота или вместе с ней также этанол, ацетат и углекислота, – принято различать гомоферментативное и гетероферментативное Б. м. При гомоферментативном Б. м. не менее 90% всех продуктов брожения составляет молочная кислота. Катаболизм глюкозы идет по гликолитическому пути, образующийся восстановитель расходуется на восстановление пирувата до лактата. Небольшая часть пирувата может декарбоксилироваться, превращаясь в уксусную кислоту, этанол и CO_2 . Бактерии, осуществляющие гетероферментативное Б.м., не имеют главных ферментов гликолитического пути – альдолазы и триозофосфатизомеразы. Начальное превращение глюкозы идет у них по пентозофосфатному пути с образованием акцепторов водорода – ацетилфосфата и глицеральдегидфосфата. В результате их восстановления образуются ацетат, этанол, молочная кислота. Гомоферментативное Б. м. осуществляют мезофилы – *Streptococcus lactis*, *S. faecalis*, *S. cremoris*, и др., термофилы – *Lactobacillus lactis*, *L. bulgaricus*, *L. delbrueckii* и др.; гетероферментативное – *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*,

Bifidobacterium bifidum и др. Б. м. широко используется в пищевой промышленности, в производстве кормов, молочной кислоты.

БРОЖЕНИЕ МУРАВЬИНОКИСЛОЕ, брожение смешанное – тип брожения, осуществляемый бактериями кишечной группы. Характерным, хотя не главным, продуктом Б. м. является муравьиная кислота. Наряду с ней образуются янтарная, молочная, уксусная кислоты, а также этанол, глицерин, бутадион, CO_2 , H_2 . Расщепление гексоз происходит преимущественно по гликолитическому пути, незначительной их части – по пентозофосфатному. Судьба пирувата бывает различной–он может расщепляться до ацетил–КоА и формиата; ацетил–КоА далее восстанавливается до этанола, формиат разлагается до CO_2 и H_2 . Образование других продуктов осуществляется в соответствии с типом конкретного брожения. По этой причине Б. м. называют также брожением смешанного типа.

В

ВАКЦИНА - препарат живых аттенуированных (см. аттенуация) или убитых микроорганизмов, отдельных антигенных компонентов микробных клеток, применяемый для иммунизации человека и животных.

ВАНКОМИЦИН - высокомолекулярный углеводсодержащий антибиотик, продуцируемый актиномицетами. Используется как лекарственное средство. Вызывает бактерицидный эффект в отношении грамположительных бактерий (кокков и палочек), блокируя синтез клеточной стенки. В отличие от пенициллина клинически устойчивые к В. штаммы микроорганизмов не возникают.

ВАРБУРГА АППАРАТ - прибор для изучения метаболизма живых организмов манометрическим методом. В основе В. а. - стеклянный реакционный сосудик, соединенный с точным манометром. Поместив в сосудик суспензию живых клеток, можно количественно оценивать интенсивность их дыхания по поглощению O_2 или измерять фотосинтез по его выделению. Изобретен нем. биохимиком О. Барбургом.

ВАРЕНЕЦ - кисломолочный напиток, получаемый заквашиванием топленого молока смесью культур молочнокислых бактерий *Streptococcus lactis* и *Lactobacillus bulgaricus*.

ВЕЗИКУЛЫ - образования в живой клетке, имеющие вид пузырьков различного размера, отграниченных от цитоплазмы мембраной.

ВЕКТОР - 1) в эпидемиологии организм, переносящий паразитов от одного хозяина к другому; переносчик инфекционных заболеваний; 2) самостоятельно реплицирующаяся молекула ДНК, способная включать чужеродную ДНК (гены) и переносить ее в клетки, наследственные свойства которых желают изменить. В генетической инженерии в качестве В. используют ДНК плазмид и вирусов (обычно бактериофагов).

ВЕРХОВЫЕ ДРОЖЖИ - см. дрожжи верховые.

ВИБРИОНЫ - 1) морфотип бактериальных клеток, имеющий вид изогнутых палочек с полярным жгутикованием; 2) род бактерий (*Vibrio*), включающий грамотрицательные, хемоорганотрофные факультативные анаэробы, обитающие в воде, почве, содержимом кишечника. Типичные представители В. - *Vibrio cholerae* - возбудитель холеры у человека и *Vibrio parvulus* - бактерия, паразитирующая на др. бактериях.

ВИД - основная таксономическая единица, совокупность особей одного генотипа, обладающих хорошо выраженным фенотипическим сходством. Строгое общепринятое определение В. до сих пор не разработано.

ВИД ТИПОВОЙ - хорошо известный, тщательно изученный, легко определяемый вид, являющийся характерным представителем рода или группы видов. Напр., *Escherichia coli* является В. т. сем. *Enterobacteriaceae* (бактерий кишечной группы).

ВИЛТ - болезнь растений, вызываемая фитопатогенными микроорганизмами. Поражается сосудистая система, растения увядают и, как правило, погибают. Наиболее вреден В. хлопчатника, вызываемый паразитическими грибами. Возбудителем В. тыквенных являются бактерии рода *Erwinia*, томатов - бактерии рода *Pseudomonas*.

Виремия - явление проникновения вируса в кровь в острый период инфекционной вирусной болезни.

Вирион - полностью сформированная вирусная частица, состоящая из нуклеиновой кислоты и капсида (белковой оболочки). Внеклеточная форма существования вируса.

Вирогения - форма сосуществования вируса с клеткой, при которой геном вируса включается в хромосому клетки (т. е. вирус находится в состоянии провируса). При В. не происходит автономной репродукции вируса, а его нуклеиновая кислота реплицируется совместно с ДНК клетки-хозяина. Вирусы, обуславливающие В., называются умеренными. К ним относятся бактериофаги, вызывающие лизогению, онкогенные вирусы (см. онкогены), вироиды - инфекционные агенты; состоят из кольцевой одноцепочечной молекулы РНК (содержат примерно 3×10^3 нуклеотидов, мол. масса 10^5 - 10^6 кДа). В. не имеют полной генетической информации для самовоспроизведения. Их размножение, по видимому, происходит за счет ферментов клетки-хозяина. Являются возбудителями болезней растений (веретеновидность клубней картофеля). В. рассматриваются как эволюционные реликты, у которых процесс репликации РНК без ДНК отражает очень ранний этап эволюции жизни, когда ДНК еще не утверди-

лась в качестве универсальной формы хранения и воспроизведения генетической информации в поколениях клеток.

Вирулентность - 1) сложное свойство болезнетворности данного микроорганизма, складывающееся из инфекционности, инвазивности, патогенности; о) количественное выражение болезнетворности данного микроорганизма в отношении определенного вида животного или растения. Измеряется в условных величинах-минимальная летальная доза (DLM), 5°%-ная летальная доза (LD 5°) для определенного вида экспериментального животного.

Вирусы - неклеточные формы жизни, способные проникать в определенные живые клетки и размножаться только внутри этих клеток. В. обладают собственным генетическим аппаратом, который кодирует синтез вирусных частиц из биохим. предшественников, находящихся в клетке-хозяине; при этом используются биосинтетические и энергетические системы этой клетки. Таким образом, В. являются внутриклеточными паразитами на генетическом уровне. Открыты Д. И. Ивановским в 1890 г., термин «В.» введен в 1899 г. М. Бейерингом. Поражают все группы живых организмов. В наст. время описано около 500 В. теплокровных животных и более 300 В. высших растений; некоторые виды раковых опухолей у животных, растений и, возможно, у человека имеют вирусную природу. В. существуют в двух формах-покоящейся, или внеклеточной (вирионы), и репродуцирующей, внутриклеточной (комплекс «В. - клетка»). Все В. условно делят на простые и сложные. Простые В. состоят из нуклеиновой кислоты и белковой оболочки - капсида; некоторые кристаллизуются; имеют палочковидную, нитевидную и сферическую форму. Сложные В. помимо белков капсида и нуклеиновой кислоты могут содержать липопротеидную мембрану, углеводы и неструктурные белки - ферменты. Размер вирионов - 15-350 нм, большинство видимы только в электронный микроскоп. Обладают только одним типом нуклеиновой кислоты (либо ДНК, либо РНК), являющейся носителем наследственной информации. Белки защищают нуклеиновую кислоту и обуславливают ферментативные и антигенные свойства В. Масса вирусной ДНК - 10^6 - $200 \cdot 10^6$, вирусной РНК - от 10^6 до $15 \cdot 10^6$ Да. Формы нуклеиновых кислот многообразны-наряду с двухцепочечными ДНК и одноцепочечными РНК встречаются одноцепочечные ДНК и двухцепочечные РНК; ДНК могут иметь линейную и кольцевую структуру, РНК, как правило, линейны. Все активные процессы В. протекают в клетках хозяина; некоторые размножаются в их ядре, другие - в цитоплазме, третьи - и в ядре, и в цитоплазме. Различают три основных типа взаимодействия В. и клетки-продуктивную инфекцию (нуклеиновая кислота вириона индуцирует в зараженной клетке вирусспецифичные синтезы, что приводит к образованию нового поколения инфекционных вирусных частиц), абортивную инфекцию (цикл репродукции прерывается на какой-либо промежуточной стадии, и потомство не образуется) и вирогению (нуклеиновая кислота встроена в геном клетки-хозяина и не способна к автономной репродукции), частным случаем которой является лизогения. Проникновение вирусной частицы в клетку начинается с ее адсорбции на клеточной поверхности (благодаря взаимодействию клеточных и вирусных рецепторов). Капсид пре-

терпеваает изменения, приобретает чувствительность к клеточным протеазам, разрушается, освобождая нуклеиновую кислоту. Нуклеиновая кислота многих В. животных высвобождается после проникновения в клетку путем пиноцитоза. У некоторых бактериофагов в клетку проникает свободная нуклеиновая кислота. Фитопатогенные В. проникают через повреждения в клеточной стенке. Сборка вирусных частиц после синтеза клеткой нуклеиновых кислот и белков В. происходит спонтанно по типу кристаллизации (самосборка). Из клеток вирусные частицы могут выходить одновременно (при разрушении клеток) или постепенно (без разрушения клеток), что способно приводить к различным патологическим явлениям в клетках и тканях организма-хозяина.

Существует много гипотез о происхождении В. Основные из них-В. - потомки древних форм жизни, основанных на РНК как носители наследственности; В. возникли из микроорганизмов в результате их паразитической дегенерации; В. развились из органоидов клеток - митохондрий, хлоропластов, эписом; В. - часть генома нормальных клеток. Поскольку для эволюционной классификации В. данных недостаточно, их группируют на основании хим. и морфологических свойств, выделяя более 7° семейств. В. человека и животных включены в 17 семейств. Виды В., как правило, имеют тривиальные названия-вирус табачной мозаики, вирус полиомиелита, бактериофаг Т₀ и т. д. В. - объект мол. биол., мол. генетики, широко применяются в работах по генетической инженерии, канцерогенезу.

Вирусы непersistентные - вирусы растений, передаваемые при механическом повреждении растения непосредственно ротовыми челюстями насекомого. В отличие от В. н. persistentные вирусы размножаются в пищеварительном тракте насекомого и заражают растение после некоторого инкубационного периода в нем.

Витальные красители - см. красители.

Витамин В - оротовая кислота, витамин В₁₃ - 2,4-диоксипиримидин-6-карбоновая кислота. Присутствует в тканях животных, растений, в микроорганизмах. Предшественник пиримидиновых оснований, необходимых для биосинтеза нуклеиновых кислот; стимулирует рост животных, растений, культур микроорганизмов.

Витамины - низкомолекулярные органические соединения различной хим. природы, необходимые в небольших количествах для нормального обмена веществ и жизнедеятельности живых организмов. Многие В. - предшественники коферментов, в составе которых участвуют в различных ферментативных реакциях. Животные и человек получают В. в готовом виде обычно из растительной пищи или за счет микрофлоры кишечника. В., используемые как лекарственные препараты (В[^], В₀, бета-каротин и др.), получают как хим., так и микробиол. путем.

Включения клеточные - непостоянные осмотически нейтральные (водонерастворимые) образования (гранулы, капли) в цитоплазме клетки. Являются продуктами обмена или запасными конструктивными и энергетическими веществами (крахмал, гликоген, жир, сера, волютин, соединения железа, пигменты и др.).

Водоросли - разнообразная группа эукариотных, фотосинтезирующих водных и почвенных организмов. Объектами микробиол. являются микроскопические, преимущественно одноклеточные формы.

Волютин - МЕТАХРОМАТИН - запасное вещество бактерий, дрожжей и зеленых микроводорослей, откладывается в клетках в виде гранул полифосфорной кислоты. При недостатке фосфора в среде используется как депо фосфатов. Впервые В. описан у бактерий *Spirillum volutans* (отсюда название). Выявляется в клетках при окрашивании их метиленовым синим. Гранулы В. окрашиваются при этом в красный цвет (явление метахромазии).

Время генерации - время, требующееся для одного цикла деления микробной клетки.

Время термической гибели - время, в течение которого погибают бактерии определенного вида в данной среде и при данной температуре. Определяется экспериментально, имеет практическое значение. Напр., установлено, что при 63 °С В. т. г. всех известных патогенных микроорганизмов, передающихся через молоко, менее 30 мин. Это позволило разработать режим пастеризации молока. Многие непатогенные бактерии выдерживают пастеризацию, поэтому пастеризованное молоко безопасно, но не обязательно стерильно.

Вторичные колонии - см. колонии вторичные.

Вторичные метаболиты - см. метаболиты вторичные.

Выход фага - число вирусных частиц (вирионов), образующихся в инфицированной вирусом клетке. Для определенной системы «вирус - клетка» эта величина более или менее постоянна. Так, при поражении *Escherichia coli* фагом T_0 образуется около 200 новых вирусных частиц.

Выщелачивание металлов - см. бактериальное выщелачивание металлов.

Газ - агрегатное состояние вещества, в котором энергия теплового движения его частиц (молекул, атомов, ионов) значительно превосходит энергию взаимодействия между ними, в связи с чем частицы движутся свободно и заполняют весь предоставленный им объем.

Газоанализатор - прибор для определения качественного и количественного состава газовой смеси. В экспериментальной биол. Г. используется для изучения обменных процессов (фотосинтез, дыхание), связанных с выделением или поглощением газов.

Газовая гангрена - см. гангрена газовая.

Газовые вакуоли - см. аэросомы.

Газон - метод посева микроорганизмов на твердую питательную среду (чаще всего в чашках Петри) сплошным слоем.

Газотрофы - группа бактерий, использующих в качестве источника энергии восстановленные газы. Большинство Г. - высокоспециализированные организмы-СН₄ окисляют метанотрофы, Н₂ - водородные бактерии, СО - карбокси-добактерии, NH₃ - нитрификаторы, Н₂S - серобактерии. При этом многие Г. способны окислять вещества в очень низкой концентрации, являясь, таким образом, олиготрофами. Г. являются составной частью «бактериального окислительного фильтра», их сообщество располагается в водоемах на границе раздела анаэробной и аэробной зон. Образование восстановленных газов происходит в анаэробной зоне водоемов при деградации органического вещества. Окисляя эти газы кислородом, Г. препятствуют их выходу в атмосферу.

Галлы - ТЕРАТОМЫ, «КОРОНЧАТЫЕ ГАЛЛЫ» - патологические разрастания на органах растений, вызываемые вирусами, бактериями, грибами, а также нематодами, клещами, насекомыми. См. агробактерии.

Галобактерии - класс архей, обитающих в средах с высокой концентрацией солей. Экстремально галофильные формы Г. относят к родам Halobacterium и Halococcus (15-32 % NaCl), менее галофильные - к родам Haloarcula, Natronobacterium, Natronococcus (5-20 % NaCl). За счет специфического пигмент-белкового комплекса бактериородопсина способны к осуществлению особого типа фотосинтеза. Обычны в соленых водоемах.

Галофилы - обобщенное название микроорганизмов, растущих на средах с повышенным содержанием минеральных солей. Обычно морские формы, обитатели соленых озер. Уровень галофилии определяется по количеству NaCl в питательной среде. Облигатные Г. способны расти на средах, содержащих не менее 12 % NaCl, экстремальные Г. (см. галобактерии) растут при концентрации NaCl в среде 20-30 %.

Гамма-глобулины - фракция белков плазмы крови человека или животных, обладающая наименьшей электро-форетической подвижностью и благодаря одинаковому заряду располагающихся в γ -области на электрофореграмме. Содержит как белки-антитела, так и иные белки; в мед. практике препараты с высоким содержанием антител против определенных возбудителей, получае-

мые фракционированием сыворотки крови человека или животных, иммунизированных соответствующими антигенами. Г. - г. используют для лечения многих бактериальных и вирусных инфекций.

Гамма-лучи - гамма-лучи (γ -лучи)

коротковолновое электромагнитное излучение с длиной волны менее 10-8 см. Активно поглощается органическими молекулами (в первую очередь нуклеиновыми кислотами) клетки, что приводит к ее гибели. Используется для полной или частичной стерилизации одноразового мед. инструмента (шприцы, системы переливания крови и т. п.), микробиол. посуды (чашки Петри и др.), пищевых продуктов.

Гангрена газовая - заболевание человека и животных, вызываемое действием токсинов, образующихся в результате развития в загрязненных ранах ассоциации бактерий, состоящей из клостридий, стафилококков, стрептококков, протей, синегнойной палочки и др. Использование бактериями отмирающих тканей в анаэробных условиях сопровождается обильным образованием газов, чем обусловлено название болезни.

Гастроэнтерит - пищевое отравление, связанное с развитием в организме человека бактерий *Salmonella typhimurium* после употребления некачественных продуктов.

Гелиобактерии - строго анаэробные фототрофные бактерии, содержащие специфический и единственный бактериохлорофилл *g*, отсутствующий у других фотосинтезирующих бактерий. Клеточная стенка Г. сочетает признаки грамположительных и грамотрицательных бактерий. Наряду с бактериохлорофиллом *g* Г. содержат небольшое количество каротиноидов, которые локализуются непосредственно в цитоплазматической мембране. В качестве источника углерода могут использовать некоторые органические кислоты, усвоение CO_2 возможно через неполный восстановительный ЦТК (цикл Арнона). Способны к азотфиксации. В наст. время описаны виды *Heliobacterium chlorum* и *Heliobacillus mobilis*. Предполагается, что Г. - древнейшие из фототрофных бактерий, высказывалось мнение, что они являются предками пластид ряда водорослей, содержащих хлорофилл *c* (бурые, диатомовые, золотистые и др.).

Гель - дисперсная система, обладающая некоторыми свойствами твердых тел (способность сохранять форму, прочность, упругость); обычно Г. имеет вид студенистого тела, напр. питательные среды с желатиной или агаром.

Гель-хроматография - гель-фильтрация - способ разделения веществ по размеру их молекул с использованием так называемых молекулярных сит (сефадексов).

Гель-электрофорез - метод анализа или разделения веществ под действием электрического поля, когда в качестве носителя используется гель.

Гемотоксины - вещества микробного (токсины стафилококков, стрептококков и др.), растительного или животного происхождения, вызывающие лизис клеток крови (гемолиз).

Ген - материальный носитель наследственности, единица наследственной информации, способная к воспроизведению и расположенная в определенном локусе хромосомы. Обеспечивает преемственность в поколениях того или иного признака или свойства организма. В химическом отношении Г. соответствует участку ДНК или РНК (у вирусов), включающему от нескольких десятков до 1-1,5 тыс. нуклеотидов и определяющему структуру одного белка или одной полипептидной цепи.

Генетическая инженерия - раздел молекулярной биологии, связанный с целенаправленным конструированием новых, не существующих в природе сочетаний генов с помощью генетических и биохим. методов. Используется в биотехнологии для получения продуцентов некоторых белков (в том числе гормонов человека - овальбумина, интерферона, инсулина) на основе кишечной палочки, дрожжей и др. микроорганизмов, а также для создания трансгенных растений.

Генетическая карта - схема, указывающая на число и последовательность расположения генов в хромосомах, сайтов рестрикции геномов. Знание Г. к. позволяет планировать работу по получению организмов с определенным сочетанием признаков, что используется в селекционной практике.

Геном - совокупность генов в гаплоидном наборе хромосом конкретной животной или растительной клетки. Соответственно диплоидные клетки эукариот имеют 2 Г., триплоидные - 3 Г. и т. д. У бактерий под Г. понимают генетическую информацию, заключенную в бактериальной хромосоме. В отличие от генотипа, Г. представляет собой характеристику вида, а не отдельной особи.

Генотип - совокупность всех генов организма (действующих и репрессированных), включая внеядерные (хлоропластов, митохондрий, плазмид). Каждый ген Г. находится в сложном взаимодействии с остальными, что определяет индивидуальность особи.

Генофонд - 1) в генетике общий состав и число генов всех особей, составляющих популяцию, вид микроорганизмов или других живых существ; 2) в экологии вся совокупность видов живых существ либо в масштабах планеты, либо в ее отдельных регионах, экосистемах.

Гепадновирусы - (Hepadnaviridae) - семейство сложных ДНК-геномных вирусов, паразитирующих в клетках млекопитающих, птиц, пресмыкающихся. Вместе с вирусом мозаики цветной капусты образуют группу ретроидных ви-

русов. Геном вируса представлен двунигчатой ДНК, одна из нитей которой имеет дефект. Капсид кубо-идального типа, окружен двухслойной липидной оболочкой с белковыми выростами. Репликация генома происходит через одноцепочечную РНК и с участием ревертазы через РНК-ДНК в двухцепочечную ДНК. Размножение вируса может происходить в клетках печени человека, что приводит к развитию гепатита В.

Гетеротрофная ассимиляция углекислоты - усвоение CO₂ организмами, не связанное с автотрофной ассимиляцией углекислоты при фотосинтезе и хемосинтезе. В отличие от нее усвоение углекислоты живой клеткой в этом случае происходит вне циклических механизмов (таких, как циклы Кальвина, Арнона). В биохимии прокариот и эукариот широко известны реакции Г. а. у., связанные с карбоксилированием ацетата, пирувата, α-кетоглутарата и др. органических кислот, которые обеспечивают синтез клетками предшественников аминокислот и др. соединений. Особое значение приобретает Г. а. у. при использовании микроорганизмами в качестве единственного источника углерода и энергии органических соединений с небольшой мол. массой.

Гетеротрофы - организмы, использующие для питания органические вещества; в узком смысле слова - организмы, использующие органические соединения в качестве источника углерода. Ср. автотрофы.

Гетероцисты - специализированные клетки нитчатых цианобактерий, способных к азотфиксации. От вегетативных клеток отличаются многослойной клеточной стенкой, отсутствием способности к оксигенному фотосинтезу, а также наличием нитрогеназы, обеспечивающей восстановление молекулярного азота до аммиака. Г. связаны с соседними вегетативными клетками многочисленными каналами, по которым осуществляется транспорт энергетических веществ в Г. и продуктов азотфиксации в вегетативные клетки. Для Г. характерно запасное вещество полипептидной природы цианофицин.

Гиббереллины - ростовые вещества растений, стимулирующие прорастание семян, рост и растяжение клеток. Известно более 60 различных Г. (дитерпеновые полициклические кислоты). Помимо растений, образуются многими микроорганизмами. Первый Г. (гибберелловая кислота) был выделен из культуральной жидкости фитопатогенного гриба *Gibberella fuyikuroi*, который в наст. время используется для пром. получения Г.

Гибридизация молекулярная - образование комплексов между цепями нуклеиновых кислот в результате взаимодействия комплементарных нуклеотидов. Метод Г. м. используется для идентификации микроорганизмов.

Гибридизация соматических клеток - слияние неполовых клеток в единое целое; в биотехнологии так получают гибридные клеточные линии для по-

вышения выхода целевого продукта (напр., у дрожжей). Имеют практическое значение и соматические гибриды растений.

Гибридомы - гибридные клетки, полученные путем слияния опухолевой (миеломной) клетки с нормальными, образующими антитела клетками животного или человека. В биотехнологии используются для получения моноклональных антител.

Гидрогеназы - ферменты класса оксидоредуктаз, катализирующие образование/потребление молекулярного водорода. Наиболее важный представитель Г. - ферредок-синдегидрогеназа; коферментом ее служит ферредоксин, претерпевающий обратимое окисление и восстановление. Осуществляя восстановление соединений за счет H_2 , этот фермент участвует в реакциях биол. фиксации азота и бактериального фотосинтеза.

Гидролизаты - продукты, получаемые в результате хим. или ферментативного расщепления органических полимеров или биомассы клеток. В микробиол. Г. нередко используются как компоненты питательных сред-дрожжевой Г. (источник витаминов, аминокислот), Г. казеина (источник аминокислот).

Гистоны - белки, содержащиеся в ядрах клеток эукариотных организмов. Богаты остатками аргинина и лизина, определяющими их щелочные свойства. Мол. масса - 11-10 тыс. Да. Присутствуют в ядрах в виде комплекса с ДНК, играют важную роль в ее упаковке-в хроматине Г. составляют 25-40 % сухого веса. Г. стабилизируют структурную организацию хроматина, служат одним из звеньев в регуляции синтеза нуклеиновых кислот (как ДНК, так и РНК). В ряду прокариотных организмов Г. обнаружены только у архей.

Гифомикробы - почкующиеся бактерии, у которых дочерняя клетка образуется на конце гифы (простеки). Отделившаяся почка подвижна благодаря одному или многим жгутикам; приступает к размножению только после остановки и образования новой гифы. Г. обладают сложной системой внутриклеточных мембран. Разнообразны по метаболизму: метилотрофы (*Nitrosomonas*), фототрофы (*Rhodospirillum rubrum*), органотрофы (*Nitrosomonas*). Обитатели почвы, водоемов.

Гифы - микроскопические ветвящиеся нити, образующие вегетативное тело гриба - таллом. Вся совокупность Г. грибного таллома называется мицелием. Толщина Г. от 0 до 30 мкм. Обладают верхушечным (апикальным) ростом. У «низших» грибов Г. не имеют поперечных перегородок и мицелий представляет собой одну крупную клетку. Хим. состав оболочек Г. различен в разных систематических группах-хитин, целлюлоза, глюкан. Среди прокариотных организмов Г. образуют гифомикробы и актиномицеты, у последних формируется субстратный или воздушный мицелий, подобный грибному.

Гликоген - разветвленный полисахарид, молекулы которого построены из остатков α -D-глюкозы. Мол. масса - 105-107 Да. Быстро мобилизуемый энергетический резерв многих живых организмов, накапливается у позвоночных в печени, мышцах. Нередко называется животным крахмалом. Г. - запасное вещество дрожжей, некоторых водорослей, редко бактерий. При обработке клеток раствором Люголя гранулы Г. окрашиваются в красновато-коричневый цвет.

Гликолиз - фруктозобисфосфатный путь, путь эмбдена-мейергофпарнаса, гликолитический путь - процесс анаэробного ферментативного расщепления углеводов (главным образом глюкозы) клетками растений, животных и микроорганизмов. Конечным продуктом у животных является молочная кислота, у растений и микроорганизмов - пировиноградная кислота. Г. сопряжен также с синтезом АТФ (субстратное фосфорилирование) и восстановительных эквивалентов (НАД Н₂). У аэробных организмов Г. - стадия, предшествующая полному разложению углеводов (при участии цикла Кребса и дыхательной цепи) до углекислоты и воды. У анаэробов, осуществляющих брожение, является единственным механизмом регенерации АТФ в клетке.

Гликолитический путь - см. гликолиз.

Глиоксилатный цикл - см. цикл глиоксилатный.

Глицерин - глицерол - простейший трехатомный спирт, структурный компонент жиров и др. липидов. В клетках образуется как при распаде жиров и глицерофосфолипидов, так и при анаэробном распаде глюкозы (напр., у дрожжей), являясь связующим звеном жирового и углеводного обмена. Г. применяется как криопротектор для сохранения живых систем в условиях низких температур, так как, проникая в клетку, ослабляет эффект кристаллизации воды.

Глобулины - белки глобулярной природы, в отличие от фибриллярных белков их полипептидные цепи свернуты в компактные сферические или эллипсоидные глобулы. Входят в состав растительных и животных тканей, составляют почти половину сывороточных белков крови животных. Определяют иммунные свойства организма (антитела, комплемент), свертываемость крови (протромбин, фибриноген), участвуют в транспорте железа, меди и т. д.

Глюкогенез - ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗ - процесс образования организмами глюкозы из соединений, отличных от углеводов. Обычно рассматривается при росте микроорганизмов на низкомолекулярных соединениях (напр., органических кислотах) в качестве единственного источника углерода. Г. реализуется путем обращения большинства стадий гликолиза.

Глюкоза - ВИНОГРАДНЫЙ САХАР - один из наиболее распространенных моносахаридов группы гексоз, важнейший источник энергии в живых клетках. Существует в двух основных формах- α -D-и β -D-глюкопираноза. Вхо-

дит в состав различных олигосахаридов (лактозы, мальтозы, сахарозы), многих полисахаридов (гликогена, крахмала, целлюлозы), некоторых гликопротеидов и т. д. В свободном виде Г. содержится в плодах, цветках и др. органах растений. Участвует во многих реакциях энергетического и конструктивного обмена веществ в клетке. У автотрофов образуется из CO₂ и H₂O в результате фотосинтеза и хемосинтеза, у других организмов - в процессе глюконогенеза.

Глюкозамин - аminosахар, производное глюкозы. В свободном виде не встречается. В виде N-ацетилглюкозамина широко распространен в природе, в частности входит в состав капсульных полисахаридов пневмококков, полисахаридов клеточной стенки (муреин) и тейхоевых кислот ряда бактерий. Полисахарид, содержащий N-ацетил-глюкозамин - хитин, образует наружный скелет насекомых и ракообразных, является важнейшим компонентом клеточной стенки грибов (базидиомицетов, аскомицетов и зигомицетов).

Глюконеогенез - см. глюкогенез.

Гниение - разложение азотсодержащих органических соединений (преимущественно белков) микроорганизмами. Осуществляется аэробными и анаэробными бактериями, некоторыми микроскопическими грибами. При участии протеолитических ферментов микроорганизмы расщепляют белки до аминокислот. Дезаминирование и декарбоксилирование аминокислот приводят к образованию NH₃, CO₂, органических кислот, аминов и др. соединений, среди которых имеются ядовитые (агматин, кадаверин, путресцин) и неприятно пахнущие (индол, скатол, меркаптаны). Г. происходит в почве, водоемах, в кишечнике человека и животных. Играет важную роль в круговороте биогенов в природе.

Гнили растений - обобщенное название болезней растений, вызываемых фитопатогенными грибами и бактериями. Поражаются все части растения, особенно сочные органы. Органические вещества клеток больных растений разлагаются и частично минерализуются.

Гноеродные бактерии - см. бактерии гноеродные.

Гной - масса желто-зеленого или сероватого цвета; образуется при гнойном воспалении тканей. Состоит из «гноевой сыворотки», содержащей растворенные в ней альбумины, глобулины, белки-ферменты микробного и лейкоцитарного происхождения, холестерин и др. соединения. Наряду с живыми (см. синегнойная палочка) и дегенерированными микроорганизмами массу Г. составляют также лейкоциты и продукты распада пораженных тканей. Нагноение вызывает большая группа гноеродных бактерий-стафилококки, стрептококки, кишечная палочка, протей, гнилостные анаэробные клостридии (*Clostridium perfringens*, *C. sporogenes*, *C. putrificum* и др.), а также сальмонеллы, шигеллы, бруцеллы, актиномицеты и др.

Гнотобиоты - животные, свободные от микроорганизмов, получаемые и выращиваемые в стерильных условиях для экспериментальной работы. Г. называют также стерильных животных, специально зараженных определенными видами микроорганизмов. Первые работы по получению Г. проводились еще Л. Пастером в 1885 г., но масштабные исследования начались только в 40-60-х гг. XX в. Трудности в получении Г. заключаются в сложности создания искусственных условий стерильного содержания животных (стерильные полноценные диеты, стерильный воздух и т. д.). Г. первого поколения получают путем стерильного извлечения плода из матки или путем инкубации обеззараженных яиц насекомых, птиц и др. с последующим выращиванием в специальных изоляторах. Они отличаются от обычных животных (с нормальной микрофлорой) характерными особенностями строения и функциональной активности некоторых органов и тканей, прежде всего тех, которые в естественных условиях находятся в прямом контакте с микроорганизмами. Знание особенностей Г. важно для изучения формирования иммунитета, механизмов взаимодействия микро-и макроорганизмов, физиологии пищеварения, инфекционной патологии и др. в строго контролируемых условиях. Использование Г. (морских свинок, мышей, кроликов, поросят, телят, овец и др. животных) в различных областях экспериментальной биол. и мед. привело к формированию самостоятельного направления - гнотобиологии. Гнотобиологические методы используют в клинической мед., микробиол., вирусологии, иммунологии, а также в производстве высокоспецифических диагностических сывороток. См. также аксеничная жизнь.

Голозойный тип питания - тип питания, при котором организм или клетка способны заглатывать плотные частицы пищи, переваривать их, превращая в растворимые вещества. Среди микроорганизмов характерен преимущественно для простейших. Ср. голофитный тип питания.

Голофитный тип питания - **ОСМОТРОФНЫЙ ТИП ПИТАНИЯ** - «растительный» способ питания, при котором организм поглощает растворимые питательные вещества. Данный тип питания характерен для растений, грибов и большинства микроорганизмов (исключение составляют простейшие). Использование микроорганизмами нерастворимых высокомолекулярных соединений (белки, целлюлоза и др.) связано с процессом выделения в среду специфических ферментов, разрушающих субстрат до низкомолекулярных растворимых соединений (аминокислоты, сахар и др.). гонококки (*Neisseria gonorrhoeae*) - бактерии сем. *Neisseriaceae*. Клетки 0,6-1,0 мкм в диаметре, парные, бобовидной формы, грамотрицательные, неподвижные, аэробы, гетеротрофы, температурный оптимум для роста - 37 °С, малоустойчивы к воздействиям внешней среды, содержат эндотоксин. Возбудители гонореи и бленнореи человека.

Гонорея - венерическая болезнь человека, вызываемая развитием на слизистых мочеполовых путях гонококков. См. также бленнорея.

Грама окраска - см. окраска бактерий по Граму.

Грамицидины - антибиотики циклической полипептидной природы с основными свойствами. Обладают широким спектром антибактериального действия. Лекарственные препараты на основе Г. используются для лечения гнойных ран, язв. Продуценты Г. - штаммы *Bacillus brevis*.

Гранулёза - иоген - крахмалоподобное запасное вещество микроорганизмов, напр. клостридий. Откладывается в клетках в виде многочисленных мелких гранул. Раствор Люголя окрашивает гранулы Г. в серо-синий цвет.

Грибы плесневые - см. плесени.

Грибы сумчатые - см. аскомицеты.

Гризеофульвин - антибиотик, образующийся грибами рода *Penicillium*. Относится к группе кислородсодержащих гетероциклических соединений. Подавляет рост мицелиальных грибов. Лекарственные препараты Г. применяются для лечения ряда кожных заболеваний животных (напр., стригущего лишая), болезней ногтей у человека, а также используются для борьбы с вызываемыми грибами болезнями растений (мучнистая роса клубники, огурцов и др.).

Гумус - органический компонент почвы, представляющий собой смесь сложных полимерных соединений (гуминовые и фульвокислоты, гумин, ульмин). Образуется при неполном разложении микроорганизмами растительных и животных остатков. Имеет темную окраску. Определяет плодородие почвы. Близким, но не тождественным Г. является понятие перегной. Перегной наряду с компонентами Г. содержит остатки растительного и животного материала, не утратившие тканевой структуры, а также не исключает наличия живых организмов, напр. микроорганизмов, личинок насекомых, многих видов червей и др.

Дальтон - Дальтон (Да) единица измерения массы атомов, молекул, а также вирусов, клеток и их структур (хромосом, рибосом, митохондрий и др.), равная 1/12 массы атома углерода (^{12}C), или $1,661 \cdot 10^{-24}$ г. Название дано в честь англ. физика и химика Дж. Дальтона (1766-1844).

Двухфазность роста - явление разобщения во времени формирования биомассы и синтеза метаболитов культурами микроорганизмов при их росте на несменяемых средах. Первая фаза характеризуется активным накоплением культурой биомассы, вторая - метаболитов. Знание параметров Д. р. имеет большое значение в биотехнологии для управления процессами получения различных соединений на основе микробного синтеза (антибиотиков, витаминов, органических кислот, спиртов и т. п.).

Де... - приставка, обозначающая-1) отделение, удаление, отмену; о) движение вниз, снижение.

Деаэрация - ДЕГАЗАЦИЯ - удаление из жидкости растворенных в ней газов (кислорода, углекислоты и др.). В микробиол. проводят Д. питательных сред (напр., нагреванием) перед посевом облигатно анаэробных микроорганизмов.

Девастация - комплекс мероприятий по полному освобождению больших территорий от возбудителей инфекционных заболеваний человека, животных, растений. Может включать такие специфические меры, как дезинфекция, дезинсекция, уничтожение гельминтов и т. п.

Дегенерация - вырождение, ухудшение из поколения в поколение ценных приспособительных или хозяйственных свойств (сортов, пород) растений или животных; в микробиологии Д. пром. штаммов микроорганизмов в связи с потерей ими ценных для производства свойств.

Дегидратация - 1) отщепление воды от молекул органического или неорганического соединения при хим. воздействии; 2) высушивание или удаление воды; используется для сохранения биол. материала, кормов, пищевых продуктов, а также коллекций культур микроорганизмов. См. также лиофилизация.

Дегидрогеназы - ферменты класса оксидоредуктаз, катализирующие реакции отщепления водорода от одного субстрата и переносящие его на другой. Участвуют в процессах катаболизма всех типов питательных веществ. Коферментами Д., которые являются акцепторами атомов водорода, служат обычно НАД, НАДФ, ФАД, ФМН. Реакции с участием Д. лежат в основе биол. окисления, тесно связанного с обеспечением клеток энергией. Реакции, катализируемые Д., как правило, обратимы, поэтому некоторые Д. участвуют в восстановительных биосинтетических процессах клетки. Наиболее широко распространена и подробно изучена алкогольдегидрогеназа, играющая важную роль в спиртовом брожении. Определение активности Д. обычно проводится при изучении метаболизма конкретного организма, в мед. оно используется для диагностики ряда заболеваний (инфаркт миокарда, некоторые виды опухолей и др.).

Дегидрогенизация - отщепление водорода от какого-либо соединения.

Деградация - 1) постепенное ухудшение, вырождение (см. дегенерация); 2) распад соединения, образование в сравнении с исходным более простых по структуре продуктов (напр., Д. белков до аминокислот).

Дезаминирование - процесс отщепления аминогруппы ($-NH_2$) от молекулы органического соединения. Играет важную роль в процессах обмена веществ, в частности в катаболизме аминокислот. Основной и наиболее важный путь Д. аминокислот в тканях животных, растений и у микроорганизмов - окислительное Д. с образованием α -кетокислот и аммиака. Большинство аминокислот подвергается непрямому Д. - после переаминирования с α -кетоглутаровой кислотой образуется глутаминовая кислота, которая дезаминируется при уча-

стии глутамат-дегидрогеназы. У микроорганизмов также широко представлены др. типы Д. - восстановительное, гидролитическое и внутримолекулярное.

Дезинсекция - уничтожение насекомых (вшей, блох, тараканов и др.) - потенциальных переносчиков возбудителей инфекционных заболеваний (брюшного тифа, чумы и др.). Обычно осуществляется с помощью пестицидов.

Дезинтегратор - машина для измельчения материалов; вбиол. - аппарат для разрушения клеток и тканей. В зависимости от принципа, на котором работает прибор, различают Д. баллистические, вибрационные, бисерные, ультразвуковые, экструзионные и др.

Дезинтеграция - 1) процесс необратимого нарушения анатомической целостности клеток; 2) измельчение, раздробление, разложение на составные части.

Дезинфекция - комплекс мер по уничтожению возбудителей инфекционных заболеваний человека и животных с применением антимикробных средств. Термин употребляется главным образом в гигиене, санитарии.

Дезоксирибонуклеиновые кислоты - **ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ (ДНК)** нуклеиновые кислоты, содержащие в качестве углеводного компонента дезоксирибозу, а в качестве азотистых оснований аденин, гуанин, цитозин и тимин. Присутствуют в клетках любого организма, а также входят в состав многих вирусов. Первичная структура молекулы ДНК (последовательность нуклеотидов в неразветвленной полинуклеотидной цепи) строго индивидуальна и специфична для каждой природной ДНК и представляет кодовую форму записи биол. информации (генетический код). Нуклеотидный состав ДНК, выделенных из организмов разных видов, сильно различается, но является характерным для каждого вида. Видоспецифичность ДНК - основа геносистематики и используется для установления филогенетической близости организмов. Большинство природных ДНК имеет двухцепочечную структуру, линейную или кольцевую форму. Исключением являются некоторые вирусы, в составе которых обнаружены одно-цепочечные ДНК, также линейные или кольцевые. В клетках прокариот ДНК организована в одну хромосому - нуклеоид - и представляет единую макромолекулу с молекулярной массой более 10^9 Да и длиной около 1 мм, упакованную в виде суперспирализированных петель; небольшие циклические молекулы ДНК присутствуют в плаزمиде.

Декантация - сливание жидкости с отстоявшегося осадка. Лаб. и пром. способ промывания осадков, в том числе клеток, а также извлечения растворимых соединений из твердых веществ.

Декарбоксилирование - отщепление CO_2 от карбоксильной группы карбоновых кислот обычно при участии ферментов декарбоксилаз. Ферментативное Д. может быть обратимым (Д. оксалоацетата до пирувата) и необратимым

(окислительное Д. аминокислот). Особое значение в клетке имеют реакции окислительного Д. пирувата (с образованием ацетил-КоА) и α -кетоглутарата (с образованием сукцинилкоэнзима А), что определяет функционирование цикла Кребса.

Декстраны - полисахариды на основе α -D-глюкозы с молекулярной массой 107-108 Да. Различаются степенью ветвления и соотношением типов связей в цепях. Синтезируются бактериями (*Leuconostoc*, *Acetobacter* и др.), дрожжами на средах с сахарозой. Образуют вязкие растворы. Частично гидролизованные Д. применяют в качестве кровезаменителей. Поперечносшитые Д. - сефадексы - используются для гельхроматографии.

Декстрины - продукты частичного расщепления полисахаридов (крахмала, гликогена). В организме образуются под действием амилаз и гликогенфосфорилазы. Обладают более высокой усвояемостью по сравнению с полисахаридами, из которых образуются. В микробиол. практике используют декстрин, получаемый путем термической обработки крахмала, как компонент некоторых питательных сред.

Денатурат - ДЕНАТУРИРОВАННЫЙ СПИРТ - этиловый спирт-сырец, содержащий краситель, окрашивающий его в сине-фиолетовый цвет, и специальные вещества, придающие неприятные запах и вкус, что исключает его пищевое применение. Растворитель лаков и политуры, горючее для спиртовых горелок. Ядовит.

Денатурация - изменение природной структуры молекулы белка, нуклеиновой кислоты и других биополимеров, не сопровождающееся разрывом прочных ковалентных хим. связей. Д. ведет к изменению свойств биополимера, может быть полной и частичной, обратимой и необратимой.

Денитрификация - микробиол. процесс восстановления окисленных соединений азота (нитратов, нитритов) до газообразных продуктов (обычно до N_2 , иногда до N_2O , редко до NO). Происходит в результате жизнедеятельности бактерий родов *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Paracoccus* и др. - факультативных анаэробов, использующих в отсутствие кислорода нитраты и нитриты в качестве конечных акцепторов электронов (анаэробное дыхание, нитратное дыхание). При этом бактерии окисляют органические и неорганические вещества. В ходе Д. связанный азот удаляется из почвы и воды с освобождением N_2 в атмосферу. Процесс активно протекает в затопляемых почвах и может служить причиной потерь азота в земледелии. Д. замыкает цикл азота в биосфере и препятствует накоплению оксидов азота, которые в высоких концентрациях токсичны. Важный процесс в очистке сточных вод от нитратов, обеспечивает также постоянное содержание NO в атмосфере Земли.

Денсиметрия - измерение относительной плотности жидкостей и твердых тел. Производится с помощью специальных приборов - денситометров.

Дератизация - истребление грызунов (крыс, мышей и др.), являющихся источниками или переносчиками возбудителей инфекционных болезней, а также наносящих экономический ущерб.

Десиканты - 1) хим. вещества, используемые для поддержания сухости воздуха в ограниченном объеме (герметичной упаковке). В качестве Д. используют гидроксид натрия, прокаленный диоксид кремния (силикагель), концентрированную серную кислоту и др.; 2) хим. препараты из группы пестицидов, вызывающие обезвоживание тканей растений, что ускоряет их созревание и облегчает уборку урожая (хлопчатника, риса, клещевины, картофеля и др.).

Десорбция - процесс, обратный адсорбции.

Деструкция - нарушение, разрушение нормальной структуры.

Детергенты - синтетические моющие средства и эмульгаторы. Являясь поверхностно-активными веществами (ПАВ), после использования в быту, пром-ти выступают как хим. загрязнители водоемов, где плохо разлагаются микроорганизмами. См. также поллютанты.

Детрит - мелкие органические частицы (остатки разложившихся животных, растений и грибов с содержащимися в них бактериями), осевшие на дно водоема или взвешенные в толще воды.

Дефосфорилирование - отщепление остатка фосфорной кислоты от молекулы фосфорсодержащего соединения. Д. осуществляется главным образом фосфатазами, при действии которых образуется свободная фосфорная кислота. В результате Д. АТФ энергия ее макроэргических связей используется для активного транспорта веществ через мембрану, активацию соединений, вступающих в реакции, и др. Являясь процессом, обратным фосфорилированию, Д. играет важную роль в обмене веществ и энергетике живой клетки.

Диазотрофность - АЗОТФИКСАЦИЯ - способность прокариотных микроорганизмов фиксировать атмосферный азот. Соответственно азотфиксирующие прокариоты называют также diaзотрофами.

Диализ - разделение растворенных веществ разной мол. массы с помощью селективно проницаемой мембраны. Применяется для очистки биохим. препаратов, растворов биологически активных веществ и др.

Диатомеи - ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ - одноклеточные или колониальные водоросли. Клетки имеют твердый кремневый панцирь. Размножаются делением и половым путем. Преимущественно фотоавтотрофы. Около 300 родов и свыше 12 тыс. видов. Обитатели водоемов, почвы. Важнейшие продуценты первичной биомассы.

Диауксия - явление двуциклического роста микробной популяции на несменяемой среде, содержащей смесь питательных веществ. Вследствие поочередного использования субстратов кривая роста при этом имеет две и более начальные фазы (лаг-фазы), что отражает индуцибельный характер синтеза ферментов микроорганизмами.

Дизентерия - острое кишечное заболевание человека, вызываемое бактериями рода *Shigella*. Наиболее тяжелые формы Д. вызываются *Sh. dysenteriae*. Патогенез этого вида определяется экзотоксином с выраженным действием на нервную систему и слизистую оболочку кишечника.

Дизентерия бактериальная - ряд форм кишечных расстройств, вызываемых бактериями рода *Shigella*. Наиболее тяжелое заболевание вызывает *Sh. dysenteriae*.

Дикий тип - организм, характерный для природных популяций данного вида; в селекции микроорганизмов - штамм, выделенный непосредственно из природного субстрата.

Диплококки - морфотип бактерий кокковидной формы, клетки которых располагаются в культуре парами. См. также кокки.

Дисахариды - БИОЗЫ - олигосахариды, молекулы которых построены из двух моносахаридных остатков, связанных гликозидной связью. В невосстанавливающих Д. (сахароза, трегалоза) в образовании связи между моносахаридами заняты оба гликозидных гидроксила, в восстанавливающих (мальтозе, лактозе) связь осуществляется между гликозидным гидроксилом одного остатка и спиртовым гидроксилом другого остатка - в последнем случае в молекуле сохраняется одна полуацетальная группировка и такие вещества во многом напоминают моносахариды. Д. встречаются в природе в свободном виде, а также являются структурными компонентами молекул гликозидов, олиго- и полисахаридов.

Дисбактериоз - изменение видового и количественного состава нормальной микрофлоры органа (обычно кишечника) человека или животного с развитием нежелательных микроорганизмов. Возникает в результате применения антибиотиков, действия конкурентных организмов, изменения питания.

Диссимиляция - процесс расщепления в организме сложных органических соединений с высвобождением энергии, низкомолекулярных соединений, что обеспечивает жизнедеятельность организма. Вместе с ассимиляцией Д. составляет обмен веществ организма.

Диссоциация бактерий - ВАРИАЦИЯ фаз - расщепление однородной популяции бактерий на варианты. От случайных мутаций Д. б. отличается высокой частотой возникновения и реверсии вариантов, составляющей 10^{-2} - 10^{-4}

на одно клеточное деление, а также постоянным характером изменений генетических, физиол. - биохим. и морфологических свойств. Наиболее известна S-R-диссоциация, когда при пересевах культур на плотных средах вместо колоний гладкого типа (smooth) - S-форм - характерных для исходного варианта (I фаза), образуются шероховатые, с неровным краем колонии (rough) - R-формы (II фаза). Явление Д. б. необходимо учитывать при диагностических исследованиях, в микробиол. производстве.

Дистилляция - перегонка, разделение жидких смесей на отличающиеся по составу фракции; основана на различии в температурах кипения компонентом смеси.

Дифтерия - заболевание человека, обусловленное действием экзотоксина бактерий *Corynebacterium diphtheriae*, развивающихся на миндалинах. После всасывания в кровь токсин вызывает поражение сердца, почек, надпочечников и нервов, иногда с летальным исходом.

Дифференциальная окраска - см. окраска дифференциальная.

Диффузия - 1) проникновение молекул одного вещества (газа, жидкости, твердого тела) в другое при их непосредственном соприкосновении или через пористую перегородку. Обусловлено тепловым движением молекул; 2) способ транспорта веществ в клетку, при котором наблюдается пассивное проникновение соединения в клетку (простая Д.) или проникновение вещества в клетку по градиенту концентрации с участием субстратспецифичной пермеазы (облегченная Д.). В отличие от активного транспорта облегченная Д. не требует затраты АТФ.

ДНК - см. дезоксирибонуклеиновые кислоты.

Донор электронов - окисляемое вещество; восстановительный агент. В качестве Д. э. микроорганизмы способны использовать как органические (органотрофы), так и неорганические (литотрофы) соединения.

Древесный спирт - уст. название метанола.

Дрожжевой автолизат - см. автолизат дрожжевой.

Дрожжевой экстракт - см. экстракт дрожжевой.

Дрожжи - сборная группа микроскопических грибов (размеры 1,5-2,0 до 10-12 мкм), не имеющих типичного мицелия. Размножаются делением или почкованием. Известно около 500 видов. Д. - гетеротрофы с окислительным или бродильным типом метаболизма. Обычны на плодах, ягодах растений, в почве. Широко используются в науке как модели эукариотических клеток, а также в

пищевой (пивоварение, хлебопечение, виноделие и др.) и в микробиол. пром-ти (производство БВК, этанола, глицерина и др.).

Дрожжи верховые - специальные штаммы дрожжей, преимущественно рода *Saccharomyces*, отличающиеся активным брожением с обильным образованием углекислоты и этанола. При этом на поверхности бродящей жидкости образуется пена, содержащая большое количество клеток дрожжей (отсюда название). Используются Д. в. в хлебопечении, спиртовом производстве, в приготовлении светлых сортов пива.

Дрожжи винные - природные консорциумы дрожжей, обитающих на винограде. Участвуя в сбраживании сахаров виноградного сока, в биохим. процессах, сопровождающих созревание вина, Д. в. наряду с качеством виноградного сырья определяют все многообразие вин. Имеют место попытки выделения чистых культур Д. в. в виноделии для проведения процесса брожения в строго контролируемых условиях.

Дрожжи жировые - дрожжи липидные - представители видов дрожжей, сухая биомасса которых содержит свыше 40 % липидов при нормальных условиях выращивания. Типичные представители Д. ж. относятся к родам *Cryptococcus*, *Lipomyces*, *Rhodotorula* и др. В микробиол. пром-ти применяются как продуценты нейтральных жиров. Дрожжевые липиды используются в производстве мыла, олиф, фармацевтических и косметических препаратов. Сухая биомасса Д. ж. применяется в качестве добавок к кормам животных и птиц.

Дрожжи кормовые - дрожжи, выращиваемые на пентозах, остающихся при производстве этанола из гидролизатов древесины. Биомасса Д. к. содержит большое количество белков (около 60 % на сухую биомассу). В широком смысле слова Д. к. - сухая биомасса любых дрожжей, используемая в производстве кормов, как получаемая специально (БВК), так и являющаяся отходами производств (дрожжи пивоваренного производства, спиртового производства и др.).

Дрожжи низовые - специальные штаммы и расы дрожжей *Saccharomyces cere/isiae*, отличающиеся медленными процессами дыхания и брожения, в результате чего их клетки оседают на дно бродильных чанов. (Ср. верховые дрожжи.) Применяются для производства ряда сортов пива.

Дрожжи пекарские - дрожжи пекарные - специальные расы дрожжей *Saccharomyces cere/isiae*, используемые в хлебопечении. Отличаются энергичным брожением. В результате обильное образование CO₂ приводит к поднятию теста. Кроме того, Д. п. должны обладать приятным вкусом и запахом.

Дрожжи пивные - специальные штаммы дрожжей *Saccharomyces cere/isiae*, используемых в производстве пива. В ряде стран в качестве Д. п. применяются *Saccharomyces carlsbergensis*. В зависимости от свойств различают также верховые и низовые Д. п.

Дрожжи флокулирующие - дрожжи, способные образовывать скопления (хлопья) клеток при выращивании в жидкой культуре. Удобны технологически, поскольку легко отделяются от среды осаждением и не требуют дорогостоящего центрифугирования.

Дыхание анаэробное - способ получения энергии микроорганизмами в бескислородных условиях, при котором осуществляется фосфорилирование в дыхательной цепи, но в качестве терминального акцептора электронов (водорода) микроорганизмы используют нитрат-ион, сульфат-ион, S^0 , CO_2 , Fe^{3+} , фумарат. В зависимости от природы акцептора электронов (водорода) различают нитратное, сульфатное, серное и др. типы Д. а.

Дыхание аэробное - тип энергетического метаболизма, при котором осуществляется фосфорилирование в дыхательной цепи и в качестве терминального акцептора электронов (водорода) организмы используют молекулярный кислород (ср. анаэробное дыхание). Д. а. осуществляют аэробные организмы.

Дыхание карбонатное - один из видов анаэробного дыхания, при котором в качестве терминального акцептора водорода выступает CO_2 , который восстанавливается до метана или уксусной кислоты; осуществляют, соответственно, метаногены и ацетогенные бактерии (ацетогены).

Дыхание нитратное - см. денитрификация.

Дыхание серное - восстановление серы до сероводорода некоторыми бактериями (род *Desulfuromonas*) и археями (род *Sulfolobus*), способными расти в присутствии элементарной серы и использующими ее в качестве акцептора водорода при анаэробном окислении H_2 или органических соединений.

Дыхание сульфатное - см. бактерии сульфатредуцирующие.

Дыхание (у микроорганизмов) - процесс биол. окисления органических и неорганических соединений, сопряженный с синтезом АТФ. Предполагает функционирование дыхательной цепи. В зависимости от конечного акцептора электронов различают аэробное и анаэробное Д. При аэробном Д. терминальный акцептор водорода - кислород, при анаэробном - нитрат-ион, сульфат-ион и др.

Дыхательная цепь - система связанных с мембранами переносчиков белковой (флавопротеиды, FeS-белки, цитохромы) или небелковой (хиноны) природы, осуществляющих транспорт электронов (водорода) от НАД(Ф) H_2 , ФАД(H_2) или сукцината на кислород. Перенос электронов в Д. ц. приводит к значительному изменению свободной энергии в системе, что обуславливает

синтез АТФ. У эукариот Д. ц. локализована во внутренней мембране митохондрий. Прокариотные Д. ц. отличаются разнообразием переносчиков, их числом, нередко обеспечивают меньший энергетический выход. Д. ц. прокариот локализована на внутрицитоплазматических мембранах; в качестве терминальных акцепторов электронов прокариоты могут использовать кроме кислорода сульфат- и нитрат-ионы, CO_2 , S_0 , что определяет тип анаэробного дыхания (сульфатное, нитратное, карбонатное, серное).

Жгутик - органелла движения у прокариот и ряда водорослей, простейших. Основание Ж. (блефаропласт - у прокариот, кинетосомы - у простейших) располагается на внешней стороне плазматической мембраны. Ж. простейших состоит из 9 пар периферийных белковых микротрубочек (аксонем) и пары микротрубочек в центре (структура 9 + 2). Снаружи аксонема одета плазматической мембраной. Диаметр Ж. простейших - 0,2 мкм, длина - до 150 мкм; число Ж. на клетку - от 1 до 4. Ж. прокариот (диаметр 12-18 нм, длина до 20 мкм) состоят из пучка белковых (белок флагеллин) нитей, закрученных вокруг внутреннего пространства, образующих таким образом микротрубочку. Внешняя оболочка отсутствует. Число белковых нитей (3-11) различно у разных видов. Ж. обладают антигенными свойствами (H-антигены). Количество Ж. на клетку может колебаться от 1 (монотрихи) до сотен (перитрихи). Движение клетки обеспечивается вращением Ж. в ту или иную сторону. В зависимости от числа и расположения Ж. на поверхности микробной клетки различают монотрихи, перитрихи, лофотрихи, амфитрихи.

Желатина - ЖЕЛАТИН - продукт денатурации белка коллагена. Получают Ж. вывариванием костей, хрящей, копыт животных. В микробиол. практике применяется для приготовления твердых сред, добавляется к ним в количестве 10-15 %. Такие среды плавятся при 25-30 °С, застывают при 23 °С. Среды с Ж. используются для определения протеолитической активности микроорганизмов, что в мед. микробиол. используется при идентификации ряда бактерий - рост бактерий, обладающих протеолитической активностью, сопровождается разжижением среды.

Железобактерии - сборная группа прокариотных микроорганизмов, способных отлагать (обычно в слизистой капсуле) оксид железа (III). Истинные Ж. - обитатели кислых вод, типичные литотрофы (*Thiobacillus ferro-oxidans*, *Leptospira ferrooxidans*) - получают энергию для автотрофной ассимиляции CO_2 за счет окисления двухвалентного железа до трехвалентного. Другие Ж. - органотрофные организмы с различным таксономическим положением. Процесс отложения ими оксидов железа связан с разрушением органического вещества среды обитания. Нитчатые Ж. (*Leptothrix*, *Sphaerotilus*, *Gallionella*) участвуют в образовании болотных железных руд; некоторые приносят вред, засоряя водопроводные трубы. Благодаря способности разлагать сульфиды металлов Ж. используются при выщелачивании руд. Некоторые Ж. (*Metallogenium*) способны отлагать в капсуле также оксиды марганца.

Желтуха инфекционная - ЛЕПТОСПИРОЗ - острое инфекционное заболевание человека, возбудителем которого является аэробная спирохета *Leptospira canicola*. Заражение происходит через воду или контакт с мочой больных животных. Картина болезни полиморфна-от легкого лихорадочного состояния до тяжелого поражения почек, головного мозга, печени. В последнем случае нарушается образование или выделение желчи, желчные пигменты накапливаются в крови и отлагаются в коже, слизистых оболочках и др. тканях, придавая им желтый оттенок.

Жировые дрожжи - см. дрожжи жировые.

З

Закваски - чистые и смешанные культуры молочнокислых бактерий (нередко вместе с дрожжами), используемые в качестве стартовых культур при приготовлении кисломолочных продуктов (напр., ацидофилина, кефира) из пастеризованного молока. Сохраняют З. в виде растущих, лиофилизированных или замороженных культур. В пром-ти термин используется как синоним инокулята.

Запасные вещества - осмотически инертные включения клеток микроорганизмов (полисахариды, жиры, полифосфаты и др.), образующиеся при ограничении роста клеток из-за недостатка отдельных компонентов питания или наличия ингибиторов. Полисахариды, жиры могут продлевать жизнь клетки в отсутствие внешних источников энергии (эндогенный метаболизм). За счет З. в. может происходить образование спор у спорообразующих бактерий.

Затор - в пром. микробиол. среды, приготовленные для сбраживания путем осахаривания крахмального сырья. Осахаривание проводится амилазами солода или плесневых грибов. Напр., картофельный З. в спиртовом производстве.

Зелёные бактерии - см. бактерии зеленые.

Зимаза - совокупность ферментов спиртового брожения, образуемых дрожжами. Обнаруживается в бесклеточном дрожжевом экстракте, вызывает распад углеводов с образованием этанола и углекислоты. В наст. время термин почти не употребляется.

Зимофаги - вирусы дрожжей рода *Saccharomyces*. Поражая винные, пекарские, спиртовые дрожжи наносят существенный вред дрожжевому производству, виноделию.

Зола - масса, остающаяся после сжигания образца материала, в том числе биомассы, при температуре 45°-600° С.

Зооглея - скопление клеток микроорганизмов, окруженных единой слизистой массой, часто образованной бактериями *Zoogloea ramigera*. См. также ил активный.

Зоонозы - инфекционные и паразитарные болезни животных, но передающиеся и человеку (бешенство, бруцеллез и др.).

Зооцид - вещество (пестицид), используемое для уничтожения нежелательных позвоночных животных, напр. вредителей, возбудителей болезней-грызунов (родентицид), птиц (авицид) и т. п.

И

Идентификация - определение таксономического положения организма (микроорганизма) на основании его морфологических, культуральных, биохим. и др. свойств.

Изомеразы - класс ферментов, катализирующих внутримолекулярные реакции перестройки органических соединений, в том числе взаимопревращения изомеров. Широко распространены у микроорганизмов, обуславливают их возможность использовать для роста различные органические субстраты. известно свыше 50 И.

Изомеры - хим. соединения, одинаковые по составу и мол. массе, но различающиеся по строению.

Изотонический раствор - раствор, имеющий одинаковое осмотическое давление со сравниваемым раствором.

Изотопы - атомы одного и того же хим. элемента, ядра которых содержат одинаковое число протонов, но различное число нейтронов; имеют разные атомные массы, обладают одними и теми же хим. свойствами, но различаются по своим физ. свойствам, в частности устойчивости. Неустойчивые (радиоактивные) И. (^{14}C , ^{32}P , ^{15}N и др.) широко используются при изучении метаболизма микроорганизмов.

Изоэлектрическая точка - значение рН, при котором заряд амфотерной молекулы вещества равен нулю.

Икосаэдр - многогранник с 20 треугольными гранями, имеющий кубическую симметрию. Форма, свойственная вирионам многих вирусов.

Ил активный - масса, образующаяся в аэрируемых сточных водах. Представляет собой суспензию твердых веществ с огромным количеством аэробных микроорганизмов, способных энергично окислять растворенные органические вещества. Микробное население И. а. - естественно формирующиеся ассоциации микроорганизмов разных видов, заключенные в общую слизистую полиса-

харидную массу, образуемую бактериями *Zoogloea ramigera*. Помимо образующих слизь бактерий, в И. а. обычно присутствуют представители родов *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Alcaligenes*, а также различные простейшие. Слизистое вещество И. а. обеспечивает его высокую адсорбирующую способность, в результате чего из проходящих через И. а. сточных вод быстро удаляются коллоидные вещества, бактерии (в том числе болезнетворные), красящие вещества, летучие ароматические соединения, соли тяжелых металлов и происходит осветление жидкости. Масса И. а. в процессе очистки стоков постоянно нарастает, поэтому проводится его удаление из аэраторов. Часть И. а. оставляют в качестве «закваски» для поддержания непрерывности процесса очистки.

Иммерсионное масло - кедровое масло с показателем преломления, близким к стеклу ($n = 1,5$). Используется в микроскопии с целью увеличения числовой апертуры объектива за счет уменьшения потерь света при преломлении и отражении.

Иммобилизация - процесс, используемый для закрепления ферментов, клеток или их фрагментов на твердом носителе. И. достигается заключением в полупроницаемые мембраны; заключением в полимерный материал; адсорбцией на заряженные или пористые носители; ковалентным присоединением к активированному носителю. Иммобилизованные ферменты, клетки или их органеллы, фрагменты используются в биотехнологии, исследовательской работе.

Иммобилизованные ферменты - препараты ферментов, искусственно получаемые путем иммобилизации. Применяются в аналитических исследованиях (созданные на их основе ферментные электроды позволяют определять в биол. пробах очень малые количества - до 1° -8 г различных веществ), в тонком органическом синтезе, в пром-ти (для получения аминокислот, антибиотиков, продуктов питания).

Иммунизация - создание искусственного иммунитета (активного или пассивного) путем введения в организм вакцин, анатоксинов или сывороток. Лечебное и профилактическое средство.

Иммунизация пассивная - искусственное введение в организм готовых антител (сывороток) для обеспечения его защиты от заражения инфекционной болезнью или действия яда (напр., змеиного).

Иммунитет - невосприимчивость, резистентность, сопротивляемость, способность организма защищать собственную целостность и биол. индивидуальность. Частное проявление И. - невосприимчивость или малая реактивность организма к инфекционным агентам (микроорганизмам, вирусам), а также их токсинам или веществам с антигенными свойствами. Основан на способности организма распознавать и разрушать проникшие в него чужеродные элементы. Существуют понятия клеточного и гуморального И. Клеточный И. (на основе фагоцитоза) открыт И. Мечниковым в 1882 г. Примерно в то же время Э. Бух-

нером и Э. Берингом открыт гуморальный И., основанный на синтезе организмом специфических антител. Гуморальный И. подразделяется на естественный (врожденный) И., обусловленный генетической природой организма, и приобретенный, возникающий после перенесенного заболевания, введения вакцины (активный И.) или специфических сывороток (пассивный И.) См. также иммунизация.

Иммунная реакция - взаимодействие антитела с соответствующим антигеном. Происходит в организме при внедрении в него антигенных веществ. Воспроизведение И. р. в пробирке позволяет решать такие задачи, как выявление возбудителей болезни (иммунодиагностика, серодиагностика), идентификация белков в биохимии и др.

Имуногенетика - раздел иммунологии, изучающий генетическую обусловленность факторов иммунитета, внутривидовое разнообразие и наследование тканевых антигенов, генетические и популяционные аспекты взаимоотношений макро-и микроорганизмов, тканевую несовместимость.

Имуноглобулины - антитела, сложные белки (глико-протеиды), которые специфически связываются с чужеродными веществами - антигенами; главные эффекторные молекулы гуморального иммунитета. Содержатся в глобулиновой фракции сыворотки крови, в лимфе, в слюне и на поверхности клеток.

Имунодепрессивные вещества - вещества, подавляющие иммунные реакции организма. Как лекарственные препараты применяются при пересадке органов для предупреждения их отторжения. В качестве И. в. могут выступать некоторые антибиотики, напр. циклоспорин - пептид, выделенный из плесневого гриба *Trichoderma polysporum*.

Имунодиагностика - диагностика инфекционных, иммунных и др. болезней, основанная на выявлении различий в гуморальном иммунитете у больного человека по сравнению с нормой. Ведется в следующих направлениях-1) идентификация возбудителей болезней или их антигенов по реакции агглютинации с применением ранее полученных растворов антител (сывороток) - серодиагностика; 2) выявление и оценка активности агентов гуморального иммунитета (комплемента, лизоцима, интерферонов, иммуноглобулинов, гемагглютининов и др.) обычно в крови, что свидетельствует о развитии заболевания в организме (напр., раннее определение раковых образований). Методы И. отличаются высокой чувствительностью, специфичностью и информативностью, что определяет их успешное применение в практической медицине.

Имунология - наука о защитных свойствах организма. Изучает биол. основы иммунитета, его происхождение, эволюцию, а также хим. строение и свойства антигенов, антител и закономерности их взаимодействия.

Иммунотерапия - лечение (и профилактика) инфекционных и некоторых др. заболеваний с помощью вакцин, анатоксинов, сывороток.

Иммунофлуоресценция - метод идентификации белков, заключающийся в связывании флуоресцентного красителя специфичным антителом, которое, в свою очередь, образует комплекс с соответствующим белком. Образовавшийся флуоресцирующий комплекс регистрируется при микроскопировании объекта.

Иммунохимия - раздел иммунологии, изучающий хим. основы иммунитета - строение, свойства и взаимодействие иммуноглобулинов (антител) и антигенов.

Импетиго - инфекционное гнойничковое кожное заболевание, вызываемое стрептококками и стафилококками.

Инвазивность - свойство паразитического микроорганизма активно размножаться в организме хозяина (прежде всего в лимфатических пространствах) и распространяться от ворот инфекции по всем тканям. Возможно попадание паразита в кровь (см. вирусемия, бактериемия), в результате чего могут возникать вторичные очаги инфекции в различных органах. В зависимости от природы паразита и устойчивости хозяина И. не всегда сопровождается развитием заболевания. См. также инфекционность, патогенность.

Инвертаза - САХАРАЗА - фермент, катализирующий гидролиз сахарозы на глюкозу и фруктозу. Широко распространен у микроорганизмов, обнаруживается также у растений и в кишечном соке животных. ингибиторный анализ - см. анализ ингибиторный.

Ингибиторы - хим. вещества, снижающие скорость биохим. реакций или подавляющие их путем воздействия на соответствующие ферменты. И. используют в качестве лекарственных средств (напр., сульфамиды), пестицидов, а также при изучении метаболизма живых организмов (анализ ингибиторный).

Индекс токсичности - показатель «вредности» (по отношению к животным, человеку) антимикробных веществ, используемых в качестве дезинфицирующих средств, лекарственных препаратов и т. п. Выражается отношением минимальной токсической дозы вещества для испытуемых животных к минимальной микробоцидной дозе.

Индикаторы - вещества, изменяющие или приобретающие окраску при изменении параметров среды (чаще всего рН), в том числе в результате развития микробной культуры. В последнем случае введенные в питательную среду И. позволяют визуально оценивать рост культуры по синтезу каких-либо специфичных соединений. Напр., фенолфталеин при переходе от нейтральной среды к щелочной из бесцветного становится красным, что указывает на синтез

организмом щелочных продуктов. В микробиол. практике И. часто используются для контроля рН среды непосредственно перед посевом культуры.

Индукция профага - явление перехода профага в активное состояние, ведущее к образованию и выделению инфекционного фага. Вызывается мутагенами, повышением температуры и др. факторами.

Индуцибельные ферменты - индуцируемые ферменты - см. ферменты индуцибельные.

Инкубация - выдерживание микробной культуры при определенных параметрах (температурных, кислородных и т. д.) в течение фиксированного времени. Используется, напр., в исследовательской работе для адаптации культур к условиям эксперимента, которые могут отличаться от условий их выращивания.

Инокулят - ПОСЕВНОЙ МАТЕРИАЛ - суспензия живых клеток, вводимая в питательную среду с целью получения новой культуры микроорганизма. Для получения жидких культур объем И. составляет обычно 4-10 % от объема питательной среды.

Инокуляция - введение живых организмов в среды, организмы растений и животных; в микробиол. практике чаще употребляют термин посев, в мед. - заражение.

Интермедиат - вещество, являющееся промежуточным соединением какого-либо метаболического процесса (механизма, цикла). Напр., сукцинат, фумарат, малат, др. органические кислоты являются И. цикла Кребса.

Интерференционный микроскоп - см. микроскоп интерференционный.

Интерференция вирусов - тип взаимодействия между вирусами, при котором наблюдается подавление репродукции одного вируса другим в клетках, зараженных двумя вирусами. Проявляется на разных стадиях вирусной инфекции и может быть обусловлена конкуренцией за клеточные рецепторы при адсорбции вируса на клеточной поверхности, за участки репликации нуклеиновой кислоты и трансляции, истощением метаболитов в клетке, индукцией интерферона и др. причинами. И. в. используется для обнаружения, идентификации и определения титра нецитопатогенных вирусов.

Интерферон - белок, синтезируемый клетками животных (мол. масса 25-110 кДа) в ответ на проникновение в них двухцепочечной РНК вируса. Является неспецифичным фактором противовирусного иммунитета, вызывает синтез клеточных продуктов, затрудняющих образование вирусспецифичных белков. Образование И. кодируется животными клетками, но синтез индуцируется

РНК вирусов, синтетическими полирибонуклеотидами и др. так называемыми интерферогенами. Препараты И. применяют для профилактики и лечения вирусных и опухолевых заболеваний. Получают пром. методом на основе кишечной палочки (*Escherichia coli*), в геном которой встроен ген И.

Интрон - участок гена, не несущий информации о первичной структуре белка. Заключен между кодирующими участками - экзонами. И. обнаружены главным образом у эукариот, некоторых вирусов (аденовирусы), содержатся также в генах тРНК архей. В геноме бактерий И. отсутствуют.

Инфекционная единица вируса - наименьшее количество вирусных частиц (вирионов), способное вызывать у чувствительного организма проявление инфекции (заболевание или локальное поражение).

Инфекционная нить - слизистый тяж в корневом волоске, в который погружены размножающиеся клетки клубеньковых бактерий. Достигнув основания корневого волоска и клеток эпидермиса, И. н. начинают разрастаться, в результате чего происходит формирование клубенька.

Инфекционность - свойство паразитического микроорганизма выживать в организме хозяина, преодолевая неспецифичные защитные механизмы (напр., фагоцитоз). В сочетании с др. свойствами паразита (инвазивность, патогенность) И. может определять развитие инфекционного заболевания, однако чаще способствует возникновению в организме хозяина иммунитета к данному паразиту.

Инфекционность вирусных нуклеиновых кислот - свойство позитивных вирионных однонитчатых РНК и ДНК одновременно выполнять функцию матрицы синтеза новых геномов и функцию иРНК. Попадание таких нуклеиновых кислот в клетку приводит к развитию инфекции и образованию новой генерации вирусов.

Ионизирующее излучение - см. гамма-лучи.

Иридовирусы - (*Iridoviridae*) - семейство крупных (125-200 нм) ДНК-содержащих вирусов. Капсид икосаэдрический, у И. позвоночных имеется липопротеидная оболочка. ДНК двухцепочечная с молекулярной массой 100-250 10⁶ Да. И. имеют более 20 структурных и ферментных белков. Суперкапсид отсутствует. Паразиты насекомых, морских беспозвоночных, рыб, лягушек; возбудители африканской чумы свиней. Патогенных для человека И. не обнаружено.

Йогурт - кисломолочный продукт, получаемый с применением культур молочнокислых бактерий *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus*.

К

Кадаверин - продукт декарбоксилирования лизина. Кадаверин образуется в результате разложения белков микроорганизмами. См. также биогенные амины, гниение.

Казеин - белок, образующийся при створаживании молока под действием протеолитических ферментов или кислот. В микробиол. К. или его гидролизат используется как компонент питательных сред.

Калибровка - настройка прибора по стандартам или с помощью известных методов для получения абсолютных результатов при последующих измерениях.

Калориметр - прибор для определения количества теплоты, выделяемой или поглощаемой при каком-либо физ., хим. или биол. процессе.

Калориметрия - методы измерения количества теплоты, выделяемой организмом (культурой микроорганизмов) в процессе жизнедеятельности за определенный промежуток времени. К. позволяет определять общий уровень энергетических затрат организма.

Кальвина цикл - см. цикл Кальвина.

Канамицин - антибиотик из группы аминогликозидов (аминозидов), к которым относится широко известный стрептомицин и более 100 других антибиотиков. Продуцируется актиномицетами (*Streptomyces kanamyceticus*). Ингибитор синтеза белка, используется в качестве противотуберкулезного препарата, для лечения стафилококковых инфекций, сибирской язвы, гонореи и др.

Кандидозы - КАНДИДАМИКОЗЫ - заболевания кожи, слизистых у животных, человека, вызываемые дрожжами рода *Candida*.

Канцерогены - хим. вещества, физ. факторы (напр., ионизирующее излучение) или вирусы, вызывающие раковое заболевание. Многие К. являются мутагенами.

Капсид - белковая оболочка вирусной частицы. Морфологические субъединицы К. - капсомеры - состоят из нескольких молекул структурного белка, образуя упорядоченные спиральные или многогранные (икосаэдрические) структуры. У просто устроенных вирусов К. - внешняя оболочка вириона, у сложно организованных имеется еще одна липопротеидная оболочка, называемая суперкапсидом. К. и суперкапсид обеспечивают адсорбцию вирусных частиц на рецепторах восприимчивых клеток. Геометрия К. - один из главных критериев при классификации вирусов.

Капсомеры - см. капсид.

Капсула - слой слизи вокруг клеток микроорганизмов. Состоит из оводненного материала, в основном полисахаридной (или более сложной) природы. В зависимости от толщины слоя различают микро-и макрокапсулы, а также слизистые слои. К. выступает как защитное приспособление организмов к неблагоприятным условиям; в мед. микробиол. К. обычно рассматривается как признак патогенности, агрессивности, поскольку повышает резистентность бактерий к защитным силам макроорганизма. Материал К. обладает свойствами антигена (капсульные антигены).

Капсульные антигены - см. антигены бактериальные, капсула.

Каротиноиды - пигменты алифатического или ациклического строения, состоящие из изопреновых остатков, обычно желтого или оранжевого цвета. Наиболее многочисленная и широко распространенная группа микробных пигментов. Функции К. - а) предохранение клеток от гибели в результате фотосенсибилизированного действия кислорода; б) у фототрофов дополнительно к этому - поглощение света ($400-450$ нм) и передача его энергии на хлорофилл, обеспечение фототаксиса микроорганизмов.

Катаболизм - ДИССИМИЛЯЦИЯ - совокупность реакций метаболизма, приводящих к расщеплению сложных органических веществ. Сопровождается синтезом АТФ (по этой причине под К. понимают обычно энергетический обмен клетки), низкомолекулярных соединений, восстановительных эквивалентов, которые используются клеткой в биосинтезе (анаболизме).

Каталаза - фермент, катализирующий разложение перекиси водорода, образующейся в процессе биол. окисления, на воду и молекулярный кислород:
 $2H_2O_2 - 2H_2O + O_2$

Обнаруживается у большинства аэробов и некоторых анаэробов.

Катализатор - вещество, ускоряющее или замедляющее реакцию, но остающееся при этом неизменным. Биол. К. являются ферменты.

Качалка - лаб. приспособление для механического встряхивания колб с целью лучшего перемешивания реакционных смесей. В микробиол. практике К. обычно используются для улучшения аэрации среды при выращивании аэробных микроорганизмов. кдфг-путь - см. Энтнера-Дудорова путь.

Кефир - кисломолочный продукт, получаемый путем засева пастеризованного молока смешанной культурой дрожжей и молочнокислых бактерий родов *Streptococcus* и *Lactobacillus*. См. также кефирные зерна.

Кефирные зёрна - плотные комочки свернувшегося казеина, содержащие специфические микроорганизмы (см. кефир). Используются в качестве закваски

при приготовлении кефира. Обнаруживаются обычно на дне сосудов, в которых готовится этот продукт.

Кинетосома - см. жгутик.

Кислотоустойчивость - КИСЛОТОУПОРНОСТЬ - способность микобактерий удерживать красители после обработки фиксированных окрашенных препаратов соляной или серной кислотой. Обусловлена высоким содержанием восков у этих организмов. Свойство К. используется для диагностики патогенных микобактерий.

Кишечная палочка - (*Escherichia coli*) - колибактерия, грамотрицательная бактерия семейства энтеробактерий. Палочка со слегка закругленными концами (0,4-0,8 x 1-3 мкм), спор не образует, подвижна, факультативный анаэроб. Сбраживает глюкозу, лактозу и др. углеводы (см. муравьинокислое брожение). К. п. - один из наиболее обычных представителей нормальной кишечной микрофлоры млекопитающих. Выделяется с фекалиями в окружающую среду. Присутствие К. п. в исследуемых пробах почвы, воды свидетельствует об их фекальном загрязнении (см. колититр). Классический объект микробиол. и молекулярно-генетических исследований. Используется в биотехнологии для получения интерферона, инсулина и как продуцент некоторых ферментов.

Класс - один из высших систематических таксонов, объединяющий родственные отряды или порядки.

Классификация естественная - см. классификация.

Классификация искусственная - см. классификация.

Клебсиеллы - (*Klebsiella*) - род энтеробактерий. Грамотрицательные, неподвижные, неспорообразующие палочки (0,3-1,5 x 0,6-6,0 мкм), факультативные анаэробы. Сбраживают сахара с образованием 2,3-бутандиола, этанола и органических кислот. Наиболее изучен вид *K. pneumoniae*. Бактерия обитает на слизистых оболочках носа, рта и кишечника здоровых людей. Условно патогенна, может вызывать воспаление легких. Некоторые виды К. фиксируют N₂.

Клетка - основная структурная и функциональная единица всех живых организмов. У одноклеточных, т. е. у большинства микроорганизмов, существует как отдельный организм.

Клетка вегетативная - 1) клетка, не принимающая участия в половом размножении; 2) активно растущая (делящаяся) клетка микробных культур, находящихся в оптимальных для данного вида условиях (ср. клетка покоящаяся); 3) неспециализированная клетка многоклеточных микроорганизмов (в отличие от гетероцисты цианобактерий, спорообразующей клетки мицелиальных грибов и др.).

Клетка дочерняя - клетка, образующаяся при делении или почковании исходной (материнской) клетки.

Клетка материнская - 1) клетка, при делении дающая две дочерние; 2) почкующаяся К.; 3) бактериальная К., образующая споры.

Клетка покоящаяся - форма клетки, обеспечивающая переживание вида в случае неблагоприятных внешних условий. Отличается отсутствием размножения, замедлением метаболизма, накоплением запасных веществ, образованием специфических структур и соединений.

Клетка прокариотическая - см. прокариоты.

Клетка эукариотическая - см. эукариоты.

Клеточная инженерия - метод конструирования клеток нового типа на основе их культивирования, гибридизации и реконструкции; в узком значении - слияние протопластов. Один из разделов биотехнологии.

Клеточная стенка бактерий - специфическая по хим. составу оболочка, окружающая протопласт и тесно связанная структурно-функциональными взаимоотношениями с цитоплазматической мембраной. Толщина К. с. - 150 нм; составляет 10-5% сухой массы клеток. У большинства бактерий в состав К. с. входит структурный полимер пептидогликан (муреин), у грамположительных бактерий он может составлять до 95 % ее массы. В качестве матрикса в состав К. с. этих бактерий входят тейхоевые и тейхуроновые кислоты, полисахариды и белки. Микобактерии в составе К. с. содержат липиды. Полисахариды и тейхоевые кислоты обладают антигенными свойствами. К. с. грамотрицательных бактерий содержит более тонкий пептидогликановый слой (толщина 3-8 нм, 5-10 % от сухой массы К. с.). Кроме одинарной муреиновой сети, она имеет снаружи трехслойную липопроteidную мембрану, компоненты которой обуславливают антигенные свойства клетки. Муреин К. с. может быть разрушен лизоцимом или другими агентами, что приводит к образованию сферопластов и протопластов. Микоплазмы полностью лишены К. с. К. с. выполняет защитную, опорную функции, придает клеткам определенную форму, а у грамотрицательных бактерий вместе с цито-плазматической мембраной обеспечивает избирательную проницаемость для веществ, поступающих внутрь клетки. В отличие от бактерий (эубактерий) археи (архебактерии) содержат в К. с. иной структурный компонент, получивший название псевдомуреин. У многих архей К. с. образована белковыми глобулами. Поэтому на археи не действуют антибиотики, подавляющие синтез муреиновой клеточной стенки эубактерий (пенициллин, ванкомицин и др.).

Клон - культура микроорганизма (популяция клеток), полученная из одной (родительской) клетки путем бесполого размножения.

Клостридии - (*Clostridium*) - род спорообразующих палочковидных бактерий; обычно подвижны; грамположительные; при спорообразовании клетка раздувается в месте залегания споры. Анаэробы. Сбраживают углеводы (сахаролитические *K.* - возбудители маслянокислого и ацетонобутилового брожения), азотистые вещества (пептоллитические *K.*). Мезофилы и термофилы. Обитатели воды, почвы, илов, пищевых продуктов. Ряд видов патогенны - *S. botulinum* - возбудитель ботулизма; *S. perfringens* и *S. histolyticum* - возбудители газовой гангрены; *S. tetani* - возбудитель столбняка. Некоторые *K.* фиксируют молекулярный азот. Сахаролитические *K.* применяются в пром-ти для получения ацетона и бутанола.

Клубеньки - корневые утолщения на корнях бобовых растений, содержащие азотфиксирующие симбиотические бактерии рода *Rhizobium* (см. бактерии клубеньковые). У тропических растений (*Pavetta*, *Psychotria*) обнаружены листовые *K.*, содержащие азотфиксирующие бактерии *Klebsiella rubiacearum*.

Книжка - третий отдел многокамерного желудка жвачных животных.

Кокки - бактерии, клетки которых имеют шаровидную форму. В большинстве не обладают подвижностью. Спор, как правило, не образуют (за исключением рода *Sporosarcina*). Могут формировать достаточно устойчивые скопления клеток, что является диагностическим признаком - диплококки, стрептококки, сарцины, стафилококки. Обычные обитатели почвы, воды, воздуха. Сапротрофы, имеются патогенные виды. Термин таксономического значения не имеет.

Коли-индекс - количество клеток *Escherichia coli* в литре воды или килограмме твердого субстрата (напр., почвы). Показатель загрязнения водоемов, почв хозяйственно-бытовыми сточными водами. Обратная величина *K.* - и. - коли-титр. По действующему в нашей стране стандарту на питьевую воду ее *K.* - и. должен составлять не более 3, а коли-титр соответственно - не менее 300.

Коли-титр - см. коли-индекс.

Колифаг - вирус, поражающий клетки кишечной палочки (*Escherichia coli*).

Колициногенность - способность некоторых штаммов энтеробактерий продуцировать высокоспецифические антибиотики - белки (колицины), подавляющие жизнедеятельность др. штаммов того же вида или родственных видов. Определяется присутствием в клетках особых плазмид, называемых *Col*-факторами.

Колицины - см. колициногенность.

Коллаген - фибриллярный белок, составляющий основу коллагеновых волокон соединительной ткани (кость, сухожилие, хрящ, связки и др.). При длительном нагревании в воде и органических растворителях К. денатурирует и превращается в желатин.

Колонии - видимые невооруженным глазом скопления клеток или мицелия, образуемые в процессе роста и размножения микроорганизмов на (или в) плотном питательном субстрате. Различаются у разных организмов по величине, характеру поверхности, консистенции, окраске, что, в свою очередь, зависит от размеров клеток, наличия жгутиков, спор, капсулы. В естественных условиях К. возникают на поверхности пищевых продуктов, на почве, гниющих остатках растений и т. п. В лаб. условиях К. получают при посеве микроорганизмов на агаризованные и др. твердые питательные среды. Характеристика К. учитывается при определении вида микроорганизма.

Колонии вторичные - небольшие выросты, бугорки, наросты, появляющиеся на старых, закончивших рост, колониях микроорганизмов. Клетки К. в. существенно отличаются от исходных по морфологическим и физиол. признакам.

Колориметр - прибор для определения концентрации веществ в растворах. Позволяет устанавливать оптическую плотность окрашенных растворов, которая зависит от концентрации в них вещества. С известными ограничениями К. используются в микробиол. практике для определения числа клеток в микробных культурах. К., имеющие устройство для плавного изменения длины волны, при которой измеряется оптическая плотность раствора, носят название спектрофотометры. Спектрофотометры позволяют замерять оптическую плотность растворов в широком диапазоне длин волн (от 100 до 1200 нм).

Кометаболизм - СООКИСЛЕНИЕ - расщепление некоторых соединений микроорганизмами только совместно с хорошо утилизируемыми субстратами (косубстратами). Напр., обезвреживание вредных пром. соединений на очистных сооружениях проводят смешиванием их с хозяйственно-бытовыми сточными водами, содержащими большое количество доступных микроорганизмам органических веществ.

Комменсализм - сотрапезничество. Форма взаимоотношений между видами в природе, при которой один из участников симбиоза живет за счет другого, не причиняя ему вреда. Метаболические взаимодействия и антагонизм между партнерами в такой системе обычно отсутствуют.

Комплемент - белковый комплекс свежей крови, фактор естественного иммунитета у животных и человека. С действием К. связана устойчивость организма к болезнетворным микроорганизмам.

Консерванты - антимикробные вещества, используемые для предохранения от микробного разложения пищевых продуктов, кормов, пром. изделий из древесины, текстиля, кожи и др. Пищевые продукты консервируют, применяя сахар, соль, кислоты (сорбиновую, бензойную, уксусную и др.). Консервацию древесины, напр., ведут с применением бихромата натрия, сульфата меди, фтористого калия или аммония и др.

Консервы - пищевые продукты, обычно герметически упакованные и термически обработанные автоклавированием (см. автоклав). Изобретены франц. предпринимателем Ш. Аппером в 1810 г.

Консорция - КОНСОРЦИУМ - совокупность различных взаимозависимых организмов, выступающих как единое целое при использовании определенного субстрата. По существу, все естественные сообщества микроорганизмов воды, почвы являются К. конститутивные ферменты - см. ферменты конститутивные.

Консументы - организмы, являющиеся в трофической цепи потребителями органического вещества. Все К. - гетеротрофы; в экологии термин используется преимущественно по отношению к макроорганизмам.

Контаминация - попадание загрязнителей в образец или культуру; в микробиол. - засорение (загрязнение) чистой культуры посторонними микроорганизмами.

Копиотрофы - микроорганизмы, растущие на средах, богатых питательными веществами (концентрация углерод-содержащих соединений исчисляется граммами в литре). К К. принадлежит большинство бактерий, культивируемых в лаб. условиях. Ср. олиготрофы.

Коринебактерии - группа родов бактерий актиномицетной линии, не имеющих таксономического статуса. Включает роды *Corynebacterium*, *Arthrobacter*, *Cellulomonas*, *Brevibacterium* и др. Искривленные и булавовидные палочки. Неподвижны. Аэробы и факультативные анаэробы. После деления дочерние клетки остаются соединенными и образуют угловидные и палисадные скопления. Обитатели почвы и воды. Сапротрофы; продуценты аминокислот, витаминов. Патогенные виды вызывают болезни человека (дифтерия и др.), животных, растений.

Коронавирусы - (*Corona/iridae*) - семейство РНК-содержащих вирусов. Диаметр вирионов - 80-120 нм, нуклео-капсид спиральный, заключен в липопротеидную оболочку. Содержат одноцепочечную РНК. Размножаются в цитоплазме клеток птиц, млекопитающих (в том числе человека), поражают дыхательные, пищеварительные и другие системы организма. Распространяются без переносчиков.

«Корончатый галл» - см. тератома.

Коферменты - органические соединения небелковой природы, входящие в состав активного центра некоторых ферментов. Соединяясь с апоферментом, К. образует каталитически активный комплекс. Многие К. легко отделяются от белковой молекулы и служат переносчиками отдельных атомов или групп атомов, отщепляемых ферментом от субстрата. Прочно связанные с белком К. называются простетической группой. Большинство К. - производные витаминов.

Коха постулаты - условия, при которых данный микроорганизм может быть признан возбудителем определенного заболевания-1) микроорганизм должен обнаруживаться у всех заболевших, но не должен встречаться ни у здоровых людей или животных, ни при других болезнях; 2) микроорганизм должен быть выделен из организма больного в чистой культуре; 3) при заражении подопытного животного чистой культурой микроорганизма должна быть получена картина болезни или в его крови обнаружены специфические антитела. Для доказательства вирусной природы заболевания его возбудитель должен соответствовать постулатам Риверса.

Красители - хим. вещества, окрашивающие различные структурные компоненты клеток. Используются для микроскопического изучения морфологии и цитологии микроорганизмов. Обычно К. представляют собой соли двух типов-1) кислые К. (напр., эозин), у которых ион, придающий окраску, является анионом и взаимодействует с основными (цитоплазматическими) структурами клетки; 2) основные К., взаимодействующие с кислыми (преимущественно ядерными) структурами клетки. Перед окрашиванием клетки обычно убивают (фиксируют). В микробиол. практике чаще всего применяют основные анилиновые красители-метиленовый синий, кристаллический фиолетовый, основной фуксин и др.

Крахмал - основной резервный углевод растений, состоящий из линейной амилозы (около 25 %) и разветвленного амилопектина (около 75 %). Запасное вещество некоторых микроорганизмов; наличие его в клетках выявляется раствором Люголя, при этом К. окрашивается в синий цвет. Как легко утилизируемый и богатый энергией субстрат, К. и крахмалсодержащее сырье (картофель, кукуруза, рис и др.) широко применяются в бродильной пром-ти, в производстве антибиотиков и т. п.

Кребса цикл - см. цикл Кребса.

Кривая роста - кривая, описывающая зависимость логарифма числа живых клеток от времени при росте культуры на несменяемой среде (см. культивирование периодическое). Типичная К. р. (для периодической микробной культуры) - имеет S-образную форму и состоит из нескольких фаз, сменяющих друг друга в определенной последовательности-1) начальная (или лаг-) фаза; 2) экспоненциальная (или логарифмическая); 3) стационарная; 4) фаза отмирания.

Криобанк - см. криопрезервация.

Криопрезервация - способ сохранения клеток живых организмов путем охлаждения до низких температур (напр., жидким азотом до -196 °С). В коллекциях культур (они называются криобанками) таким способом сохраняют длительное время бактерии, грибы. В биотехнологии К. применяется для сохранения соматических клеток и спермы животных, культур клеток и меристем растений.

Криопротекторы - вещества, добавляемые к суспензии клеток перед замораживанием (напр., жидким азотом или сухим льдом) с целью сохранения их в жизнеспособном состоянии. Применяются К. для предотвращения повреждения клеток в результате образования кристаллов льда при замерзании протоплазмы. В качестве К. используют глицерин, сахарозу, диметилсульфоксид (ДМСО) и др.

Криостат - прибор для поддержания низкой температуры с помощью сжиженных газов (азота, гелия). Представляет собой, по существу, термос значительных размеров. Используется в криопрезервации.

Криптограмма вируса - запись структуры и свойств вируса в виде четырех пар символов - 1-я пара символов - тип нуклеиновой кислоты (R - РНК, D - ДНК) и число цепей нуклеиновой кислоты (1, 2); 2-я пара - молекулярная масса нуклеиновой кислоты (в млн Да) и процентное содержание ее в вирионе; 3-я пара - форма вирусной частицы и форма нуклеокапсида (S - сферическая, U - удлиненная с параллельными сторонами и закругленным концом или концами, E - удлиненная с параллельными сторонами и незакругленными концами, X - сложная); 4-я пара - тип хозяина (A - актиномицеты, B - бактерии, F - грибы, I - беспозвоночные, S - семенные растения, V - позвоночные) и тип переносчика (O - без переносчика, Ac - клещи, A1 - белокрылки, Ai - цикадки ит. д.). Звездочка (*) для всех пар означает, что данное свойство неизвестно. Пример-К. в табачной мозаики - R/1; 2/5; E/E; S/*. Используется в мед. вирусологии.

Ксенобиотики - чужеродные для живых организмов хим. вещества, естественно не входящие в круговорот биогенов и, как правило, прямо или косвенно порожденные деятельностью человека. К. являются некоторые пестициды, минеральные удобрения, моющие средства, препараты бытовой химии, хим. лекарственные средства и др. Попадая в воду, почву, могут нарушать естественный ход природных процессов. См. также поллютанты.

Кукурузный экстракт - густая непрозрачная жидкая масса, получаемая вакуум-выпариванием замочных вод, являющихся отходом кукурузно-крахмального производства. В пром. микробиол. используется как компонент сред для выращивания актиномицетов, грибов.

Культивирование - обеспечение условий для размножения микроорганизмов в искусственных условиях (*in vitro*).

Культивирование глубинное - выращивание микроорганизмов в жидкой или агаризованной среде ниже ее поверхности.

Культивирование непрерывное - выращивание микроорганизмов с постоянным обновлением среды (турби-достат, хемостат).

Культивирование периодическое - выращивание микроорганизмов на несменяемой среде от инокуляции до окончания роста клеток вследствие исчерпания питательных субстратов или накопления вредных веществ.

Культура аксеничная - культура, содержащая только один вид микроорганизмов; то же, что и культура чистая.

Культура естественно-чистая (ЕЧК - общепринятое сокращение) - культура, представляющая собой природную устойчивую ассоциацию различных микроорганизмов, возникшую в определенных условиях среды. Характеризуется стабильным составом видов и установившимися взаимоотношениями между ними (обычно синтрофия, комменсализм). В пром-ти ЕЧК применяются в производстве пекарских дрожжей (дрожжи + молочнокислые бактерии), кисломолочных продуктов, напр. кефира (кефирные зерна) и др.

Культура лиофилизированная - культура микроорганизма, высушенная под вакуумом из замороженного состояния. Применяется для сохранения чистых культур как в пром-ти, так и в исследовательских лабораториях. Сохраняют К. л. в запаянных стеклянных ампулах при 4 °С в течение года и более.

Культура микроорганизмов - культура микробная - клетки определенного вида (видов) микроорганизма, выращенные *in vitro* на питательной среде.

Культура накопительная - начальный этап получения чистой культуры микроорганизма из природных субстратов. Заключается в создании селективных (избирательных) условий для роста организма определенного вида или группы сходных видов, при которых он (они) преодолевает(ют) конкуренцию других микроорганизмов. В качестве селективных факторов могут выступать-кислая реакция питательной среды (для получения культуры ацидофилов), отсутствие источника азота в среде (выделение азотфиксаторов), предварительное прогревание культуры (выделение спорообразующих бактерий) и др.

Культура непрерывная - прием культивирования микроорганизмов, сопровождающийся постоянной подачей в культиватор свежего питательного раствора и отбором из него равного объема суспензии клеток. В результате этого удается длительное время поддерживать культуру в состоянии экспоненци-

ального роста. В зависимости от принципа управления подачей свежей среды различают культиваторы: хемостат и турбидостат.

Культура синхронная - культура, содержащая клетки, находящиеся в одной стадии развития. К. с. получают экспериментально для изучения «возрастных» особенностей клеток конкретного вида.

Культура чистая - культура, состоящая из микробных клеток одного вида. По способу получения представляет собой потомство (клон) одной клетки. То же, что и культура аксеничная.

Кумыс - кисломолочный продукт, получаемый обычно из кобыльего молока при участии сложного природного комплекса микроорганизмов: лактобацилл, стрептококков и дрожжей. Обладает лечебными свойствами.

Л

Лаг-фаза - начальная фаза периодической микробной культуры, охватывающая промежуток времени между инокуляцией и достижением максимальной скорости роста (см. также культивирование периодическое). Продолжительность Л. - ф. зависит от состояния инокулята, а также от того, насколько пригодна для роста клеток питательная среда.

Лактаза - фермент, гидролизующий лактозу с образованием глюкозы и галактозы. Встречается в растениях, в кишечнике млекопитающих, выделяется многими микроорганизмами. Препараты Л. применяются в пищевой промышленности для получения безлактозного молока, а также в медицине.

Лактобациллин - смешанная культура молочнокислых бактерий (закваска), в которую входит также и болгарская палочка (*Lactobacillus delbrueckii* var. *bulgaricus*), применяемая по предложению И. И. Мечникова для закваски молока или приема внутрь с лечебными целями. Л. называли и кислое молоко, получаемое на основе этой культуры.

Лактобациллы - (*Lactobacillus*) - род молочнокислых бактерий. Палочковидные, грамположительные, не образуют спор, обычно неподвижны. Осуществляют гомо-и гетероферментативное молочнокислое брожение. Обитают в молоке, мясных и растительных продуктах, на слизистых человека и животных. Некоторые виды Л. используют для пром. получения молочной кислоты, кисломолочных продуктов. За редким исключением непатогенны.

Лактоза - МОЛОЧНЫЙ САХАР - дисахарид, образованный остатками D-галактозы и D-глюкозы. Образуется в молочной железе и присутствует в молоке всех млекопитающих в свободном виде (2-8,5 %). Ферментативный гидролиз Л. происходит под действием лактазы.

Ламинарный - слоистый, плоский. Ламинарное течение жидкости - течение, при котором слои жидкости перемещаются параллельно, не перемешиваясь.

Ламинарный бокс - ЛАМИНАР - устройство для обеспечения асептических условий, необходимых для микробиол. работ. Представляет собой, по существу, вытяжной шкаф, но работающий «наоборот», т. е. создающий в камере большего или меньшего объема поток стерильного воздуха, выдуваемого наружу со всей площади стенки, противоположной экспериментатору. Стерилизация воздуха в Л. б. осуществляется путем механического фильтрования, а также применением электрофильтров.

Лампа бактерицидная - газоразрядный источник УФ-излучения, используемый для стерилизации воздуха и некоторых жидкостей. Наполнена инертным газом (напр., ксеноном) с небольшим количеством паров ртути или кадмия. Мощность - до 90 Вт.

Лампа ртутная - газоразрядный источник света, в котором при электрическом разряде в парах ртути возникает оптическое излучение, главным образом в УФ и видимой областях спектра. Используется для индукции мутаций и уничтожения микроорганизмов, а также стерилизации воздуха, жидкостей. См. также лампа бактерицидная.

Леггемоглобин - гемопротеид, обуславливающий красную окраску клубеньков бобовых растений, активно фиксирующих молекулярный азот. Гем молекулы Л. синтезируется клубеньковыми бактериями, живущими в симбиозе с бобовыми растениями; белковая часть (глобин) вырабатывается клетками растений. Как и гемоглобин крови, Л. обратимо связывается с кислородом, регулируя концентрацию свободного O₂ в клетке, что, в свою очередь, создает условия для работы нитрогеназы азотфиксирующих бактерий-симбионтов.

Лектины - ФИТОАГГЛЮТИНИНЫ - гликопротеины, специфически связывающие полисахариды. Найдены у многих видов растений (в семенах, листьях). Выполняют функцию узнавания патогенных организмов, агглютинируют вирулентные штаммы бактерий, останавливают рост патогенных грибов, участвуют в узнавании бобового растения-хозяина клубеньковыми бактериями. Являются фактором неспецифической защиты растений от фито-патогенных организмов.

Лепра - ПРОКАЗА - хроническое инфекционное заболевание, вызывающее поражение кожи, нервной системы, глаз и некоторых внутренних органов. Возбудителем является облигатный внутриклеточный паразит *Mycobacterium leprae*.

Лептоспиры - (*Leptospira*) - род мелких спирохет, обитателей воды. Сапротрофы и паразиты. Некоторые виды вызывают болезни человека и животных (лептоспирозы).

Либиха закон - правило минимума, один из принципов, определяющих роль экологических факторов в распространении и количественном развитии организмов. Сформулирован Ю. Либихом в 1840 г. в применении к сельскохозяйственным культурам. Согласно Л. з. вещество, находящееся в минимуме, определяет урожай культур. Л. з. является частным случаем одного из основополагающих принципов экологии - принципа лимитирующих факторов.

Лизаты - продукты лизиса различных органов, тканей, клеток, полученные под действием их собственных ферментов (автолизаты), кислот, щелочей и солей (гидролизаты) или бактериофага (фаголизаты).

Лизин - диаминомонокарбоновая кислота, незаменимая аминокислота. Входит в состав почти всех белков, в том числе и микробных. Ограниченное содержание Л. в белках растительного происхождения существенно снижает их пищевую и кормовую ценность. Для обогащения пищи и кормов используют Л., получаемый микробиол. синтезом.

Лизис - разрушение и растворение клеток, в том числе и микроорганизмов, под действием ферментов или др. агентов. См. также лизаты.

Лизогения - своеобразный симбиоз бактерий с некоторыми умеренными бактериофагами, присутствующими в клетке в виде особой, неинфекционной формы - профага. Клетки, содержащие профаг, называются лизогенными. Лизогенные клетки могут с определенной частотой или под воздействием определенных факторов продуцировать зрелые фаговые частицы, при этом подвергаясь лизису. Отсюда их название и название самого явления. Лизогенные клетки приобретают ряд новых признаков, определяемых присутствием профага, напр. устойчивость к повторному заражению родственным фагом, способность образовывать токсины (напр., дифтерийный токсин, кодируемый профагом). Л. используется для изучения многих вопросов генетики бактерий.

Лизогенная конверсия - явление изменения генетических свойств бактериальной клетки, обусловленное присутствием в ней вирусной нуклеиновой кислоты, когда вирус находится в состоянии профага. См. также лизогения, профаг.

Лизогенные клетки - см. лизогения.

Лизоцим - антибиотик, обнаруживаемый в слезной жидкости, слюне человека и животных, в яичном белке, а также у фагов, бактерий и растений. Обладает свойствами фермента мурамидазы. Катализирует гидролиз связи между N-ацетилглюкозамином и N-ацетилмурамовой кислотой, что приводит к раз-

рушению муреина. В организме растений и животных выполняет функцию неспецифического антибактериального барьера. Открыт А. Флемингом в 1922 г. Один из наиболее изученных ферментов.

Ликопин - дополнительный пигмент пурпурных бактерий. Вместе с другими каротиноидами участвует в фотосинтезе как светособирающий пигмент, а также предохраняет бактериохлорофиллы от фотоокисления.

Лимонит - БУРЫЙ ЖЕЛЕЗНЯК - собирательное название для минеральных агрегатов ржаво-бурого цвета, представляющих собой гидроксид трехвалентного железа; скопления Л. различного происхождения (в том числе за счет деятельности железобактерий) образуют месторождения железных руд.

Линия - в генетике и селекции животных и растений группа родственных особей, характеризующаяся определенными признаками, постоянно воспроизводимыми в ряду поколений. При этом подразумевается генотипическая однородность Л. по генам, контролирующим эти признаки; в генетике и селекции микроорганизмов для Л. принят термин штамм.

Лиофилизация - способ сушки влагосодержащих материалов, продуктов, культур микроорганизмов при низкой температуре (из замороженного состояния) в вакууме. Используется при хранении и консервации продуктов, пром. штаммов микроорганизмов (культура лиофилизированная), для получения сухой плазмы крови, сывороток, вакцин. Лиофилизированные материалы, культуры восстанавливают свои исходные свойства при добавлении к ним воды. (Происхождение термина связано со свойством лиофильности высушенных таким способом материалов и культур.)

Лиофильность - свойство веществ интенсивно взаимодействовать с граничащими с ними растворителями (если растворитель - вода, говорят о гидрофильности).

Липополисахариды - сложные углеводсодержащие биополимеры, структурные компоненты клеточной стенки грамотрицательных бактерий. Состоят из липида, олигосахаридного остова и полисахаридной цепи. Структура этой цепи определяет специфичность иммунного ответа высшего организма на инфекцию данным штаммом микроорганизма.

Листерии - (*Listeria*) - род бактерий с неясным систематическим положением. Полиморфные палочки (0,5-2,0 x 0,4-0,5 мк), одиночные или парные, подвижные, грамположительные, факультативные аэробы, спор и капсул не образуют. Растут на мясопептонных средах. Некоторые являются возбудителями листериоза человека и животных.

Литотрофы - ЛИТОТРОФНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ - организмы, использующие неорганические вещества в качестве окисляемых субстратов (до-

норов электронов). Различают фото-и хемолитотрофы. Фотолитотрофы используют молекулярный водород, соединения серы (пурпурные и зеленые бактерии, некоторые цианобактерии), воду (цианобактерии, водоросли) в качестве донора водорода, но энергию получают в результате поглощения света. Хемолитотрофы окисляют неорганический субстрат с целью получения энергии. При этом они могут использовать молекулярный водород (водородные бактерии), оксид углерода (карбоксидобактерии), восстановленные соединения серы (тионовые бактерии), соединения азота (нитрифицирующие бактерии). В качестве акцептора электронов они используют молекулярный кислород. В анаэробных условиях терминальным акцептором водорода может быть нитрат, нитрит и оксиды азота (денитрифицирующие бактерии), сера и (или) сульфат (сульфатредуцирующие бактерии), углекислота (метаногены, ацетогены) и некоторые др. соединения. Л. играют существенную роль в природе, являясь продуцентами органического вещества, участвуя в замыкании циклов биогенных элементов. Большое значение

Л. имеют в геологических процессах, обуславливая выщелачивание металлов из горных пород, участвуя в формировании осадочных пород.

Лишайники - организмы, представляющие собой симбиоз гриба (микобионт) и водоросли (фикобионт). В Л., по-видимому, не существует строгой избирательности между партнерами-гриб может существовать с разными видами водорослей, а водоросли - с разными грибами. Взаимоотношения гриба и водоросли в Л. рассматривали как пример мутуализма. В действительности они в значительной мере характеризуются паразитизмом со стороны гриба, который получает от водоросли не только продукты ее обмена, но и использует ее отмершие клетки.

Лофотрихи - бактерии с монополярным расположением пучка жгутиков (*Pseudomonas*, *Chromatium* и др.).

Лучистые грибки - (уст.) - см. актиномицеты.

Люголя раствор - краситель, содержащий 1 г металлического иода и 2-5 г иодистого калия на 3° мл дистиллированной воды. Используется для дифференциальной окраски бактерий по Граму, для выявления в клетках микроорганизмов запасных веществ (крахмала, гликогена).

Люминесцентный микроскоп - см. микроскоп.

Люминесценция - свечение веществ (люминофоров), возбуждаемое каким-либо источником энергии (напр., ультрафиолетовым излучением).

Люциферазы - ферменты класса оксидоредуктаз, катализируют аэробное окисление люциферинов в процессе билюминесценции. Находятся в фотогенных клетках или специализированных органах светящихся живых организмов.

Люциферин - гетероциклический фенол, участвующий в биолюминесценции многих организмов. Образует комплекс с АТФ (люциферил-аденилат), окисление которого с участием люциферазы приводит к испусканию света. Благодаря прямой зависимости между количеством вступившей в реакцию АТФ и интенсивностью свечения, эта реакция используется для количественного определения АТФ.

Лярд - ЛЯРДОВОЕ МАСЛО - топленое свиное сало. Длительное время использовалось в пром. микробиол. в качестве пеногасителя (см. пеногашение).

М

Макролиды - антибиотики актиномицетного происхождения со слабощелочной реакцией и большой молекулярной массой. Характеризуются наличием в их молекуле макроциклического лактонного кольца, связанного содним или несколькими углеводными остатками (обычно аминсахарами). Обладают высокой активностью по отношению к грамположительным бактериям, а также грибам. Из известных антибиотиков к М. относится эритромицин.

Макроэргические соединения - высокоэнергетические соединения - соединения, содержащие богатые энергией (макроэргические) связи. К ним относят АТФ и вещества, способные образовывать АТФ в ферментативных реакциях переноса преимущественно фосфатных групп. М. с. занимают центральное положение в обмене веществ клетки.

Малоновая кислота - $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ - метандикарбоновая кислота. В свободном виде присутствует во многих растениях. В метаболизме растений и животных участвует в виде солей - малонатов. Малонаты конкурентно тормозят фермент сукцинатдегидрогеназу, катализирующую в цикле трикарбоновых кислот обратимое окисление янтарной кислоты до фумаровой, и поэтому являются ингибиторами клеточного дыхания. В экспериментальной микробиол. малонат натрия вместе с фторацетатом используется для обнаружения цикла трикарбоновых кислот (цикла Кребса) у бактерий методом ингибиторного анализа.

Мальтоза - СОЛОДОВЫЙ САХАР - дисахарид, состоящий из двух остатков глюкозы. Основной структурный элемент крахмала и гликогена. Образуется в прорастающих семенах злаков под действием фермента α -глюкозидазы, или мальтазы. Этот фермент обнаруживается также в пищеварительном соке кишечника животных, у дрожжей и плесневых грибов.

Маннит - МАННИТОЛ - $\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{CH}_2\text{OH}$ - шестиуглеродный сахароспирт, запасное вещество лишайников, водорослей, грибов; побочный продукт некоторых брожений, входит в состав ряда тейхоевых кислот. Приме-

няется в пищевой и фармацевтической пром-ти. В микробиол. практике используется как энергетический субстрат в лаб. питательных средах.

Манометрия - метод изучения метаболизма живых организмов, основанный на точном измерении количества поглощенного или выделенного газа суспензией клеток. Проводится с использованием аппарата Варбурга для изучения фотосинтеза и дыхания.

Маслянокислое брожение - см. брожение маслянокислое.

Маслянокислые бактерии - см. бактерии маслянокислые.

Масштабирование - создание производственной технологической установки на основе лабораторного эксперимента.

Матрикс - 1) мелкозернистое, неструктурированное, часто полужидкое вещество, заполняющее внутриклеточные структуры (ядро, митохондрии, пластиды); 2) неструктурированный компонент клеточной стенки.

Мезосомы - внутриклеточные структуры бактерий, образованные впячиванием цитоплазматической мембраны внутрь клетки. Функции М. окончательно не выяснены. Предполагается, что они ответственны за специализированные процессы обмена веществ и репликацию ДНК.

Мезофилы - микроорганизмы, температурный оптимум которых лежит в пределах от 20 до 42 °С. К М. относится большинство почвенных и водных микроорганизмов. Свободноживущие М. в холодные сезоны года неактивны.

Меласса - мелясса - побочный продукт сахарного производства. Содержит свыше 60 % сахаров, главный из которых - сахароза. В пром. микробиол. используется в качестве основного компонента питательных сред для выращивания дрожжей (БВК, пекарские дрожжи), а также является сырьем для производства этанола.

Меркаптоэтанол - монотиоэтиленгликоль - реагент (антиоксидант), используемый при исследовании ферментов для защиты их сульфгидрильных групп от окисления, а также в других случаях для предохранения легкоокисляемых соединений от действия кислорода.

Метабиоз - характер взаимоотношений между микроорганизмами, при котором продукты жизнедеятельности одного организма служат источником питания для другого (напр., нитрификаторы 1-й и 2-й фазы).

Метаболизм - обмен веществ - совокупность процессов катаболизма и анаболизма, обеспечивающих развитие, жизнедеятельность и самовоспроизведение организмов, их связь с внешней средой.

Метаболиты - вещества, образующиеся в клетке в процессе метаболизма.

Метаболиты вторичные - соединения, часто сложного состава, не являющиеся основными промежуточными соединениями метаболизма клетки, образуются в его тупиковых ветвях. М. в. растений являются, напр., алкалоиды. Микроорганизмы образуют М. в., как правило, в период замедления или прекращения активного роста и размножения культур. В качестве М. в. микроорганизмы образуют некоторые пигменты, антибиотики, витамины. Большое значение имеет синтез М. в. микроорганизмами в процессе формирования гумуса почвы.

Метаногены - метанобразующие археи, получающие энергию за счет восстановления углекислоты молекулярным водородом. При этом CO_2 , являясь терминальным акцептором водорода, восстанавливается до метана (отсюда название группы). Помимо углекислоты, М. могут восстанавливать до CH_4 муравьиную кислоту, метанол, уксусную кислоту и некоторые др. соединения. Строгие анаэробы. Морфологически весьма разнообразны. Являясь хемолитоавтотрофами, осуществляют фиксацию углекислоты с помощью ацетил КоА-пути (без участия рибулозобисфосфаткарбоксылазы). Весь биогенный метан на Земле образуется только М. Для М. метаногенез является облигатным процессом, поэтому они могут существовать только в сообществе с другими микроорганизмами, поставляющими им молекулярный водород и органические кислоты, образуемые при разложении органических веществ. М. - обитатели затопляемых почв, болот, ила водоемов, очистных сооружений (метантенков), рубца жвачных. Используются в производстве биогаза из различных органических отходов.

Метанооксиляющие бактерии - см. бактерии метан-оксиляющие.

Метанол - метиловый спирт, древесный спирт - CH_3OH . Как и многие спирты, обладает антимикробными свойствами, но в силу высокой токсичности в жидкой и газообразной среде (смертельная доза для человека - 3° мл) в мед. не используется. В пром. микробиол. применяется как энергетический субстрат для выращивания метилотрофов.

Метантенк - метантанк - резервуар большой емкости, сооружаемый на станциях биологической очистки сточных вод. Служит для переработки в анаэробных условиях при оптимальной температуре 25-27 °С органических осадков сточных вод, биомассы активного ила. В результате деятельности анаэробного метаногенного микробного сообщества происходит деградация органического вещества с образованием метана. Образующийся осадок после обезвоживания может использоваться как удобрение.

Метахромазия - изменение цвета красителя при окраске некоторых биол. структур. Примером М. является изменение цвета метиленового синего при окраске гранул полифосфатов (волютина). На этом основании гранулы волютина называют также метахроматическими гранулами.

Метахроматические гранулы - см. волютин, метахромазия.

Метилотрофы - обобщенное название микроорганизмов (метанооксиляющие бактерии, некоторые дрожжи), способных использовать С1-соединения (метан, метанол, формиат и др.) в качестве источника энергии и углерода. К М. относят также организмы, способные использовать соединения, содержащие больше одного углеродного атома, но не имеющие С-С связей (напр., метилированные амины). Различают облигатные и факультативные М. Первые могут использовать только С1-соединения, вторые наряду с ними - С2-, С4-кислоты, этанол, глюкозу. В 9-м издании Определителя бактерий Берги облигатные и факультативные М. выделены в сем. *Methylo-soccaseae*. Основным признаком этого семейства является способность организмов использовать метан в качестве единственного источника углерода и энергии в аэробных или микроаэрофильных условиях. М. применяются в пром-ти для получения белка одноклеточных (аналог БВК) на средах с метанолом.

Меш - единица, характеризующая в проволочных ситах число отверстий, приходящихся на один дюйм (25,4 мм). В М. выражают крупность зернистых материалов.

Микобактерии - (*Mycobacteriaceae*) - семейство бактерий актиномицетной линии. Клетки палочковидные, часто искривленные и ветвящиеся, некоторые виды образуют легко распадающийся мицелий. Грамположительные, характеризуются высоким содержанием восков, что обеспечивает их кислотоустойчивость. Сапротрофы. Обитатели почвы, участвуют в минерализации органических остатков, в том числе окисляют жиры, воска, парафины и др. углеводороды. Патогенные виды вызывают болезни человека (*M. tuberculosis* - туберкулез, *M. leprae* - проказу), животных, растений. микобионт - гриб-симбионт водорослей (цианобактерий) в лишайниках. Чаще в состав лишайников входят аскомицеты, реже - базидиомицеты и «низшие» грибы. Считается, что в отличие от фикобионта (водоросли) М. не встречаются в природе в свободноживущем состоянии.

Микозы - заболевания человека и животных, вызываемые паразитическими грибами. Наиболее часто повреждению грибами подвергаются кожа, волосы, ногти (дерматофитии), легкие (кандидоз, бластомикоз), слизистые оболочки (кандидоз, риноспориоз). Некоторые виды патогенных грибов продуцируют экзотоксины (напр., афлатоксины), но большая часть - эндотоксины.

Микоплазмы - (Mollicutes) - класс бактерий, лишенных клеточной стенки и отграниченных только плазматической мембраной. Клетки мелкие (диаметр 125-25° нм), изменчивой формы, неподвижные. Растут на сложных средах с высоким осмотическим давлением, факультативные и облигатные анаэробы. М. - сапротрофы и паразиты, чаще всего размножаются в межклеточных пространствах тканей многоклеточных организмов. Многие патогенны для человека, животных, растений, некоторые способны лизировать анаэробные бактерии.

Микориза - симбиоз гриба и корней высшего растения (дословно «грибокорень»). М. образуют некоторые зиго-мицеты, аскомицеты и главным образом базидиомицеты. Гифы гриба могут опутывать корни наподобие чехла - эктотрофная М. древесных пород. В случае проникновения гиф внутрь первичной коры корня говорят об эндотрофной М. (корни орхидных, бобовых и др.). М. рассматривают либо как мутуалистический симбиоз (см. мутуализм), от которого выгоду получают и гриб, и растение, либо как ограниченный паразитизм со стороны гриба. Грибы-микоризообразователи, вероятно, разлагают некоторые недоступные растению органические соединения почвы, способствуют усвоению фосфатов, соединений азота, вырабатывают витамины, факторы роста, а сами используют вещества, извлекаемые ими из корня растения.

Микотоксины - вторичные метаболиты некоторых видов грибов, токсичные для животных и человека. Примером М. могут служить алкалоиды, синтезируемые *Claviceps purpurea*, афлатоксины аспергиллов.

Микотрофия - тип питания растений, осуществляемый с помощью грибов, поселяющихся на корнях. См. также микориза.

Микро... - часть сложных слов, указывающая на малые размеры или малую величину чего-либо.

Микроаэрофилы - микроорганизмы-аэробы, но растущие в присутствии низких концентраций молекулярного кислорода в среде (напр., *Beggiatoa*).

Микробиология - наука о микроорганизмах. Впервые микроорганизмы описаны А. Левенгуком в 1683 г., но как наука М. сформировалась во второй половине XIX в. под влиянием работ Л. Пастера. Он впервые установил биол. природу ряда хим. процессов (брожения), отстаивал теорию микробного происхождения инфекционных болезней, открыл возможность жизни без воздуха (анаэробноз), опроверг гипотезу самозарождения. Работы Р. Коха и его сотрудников по созданию приемов культивирования микроорганизмов, получению чистых культур позволили в течение короткого времени открыть возбудителей многих болезней (см. Коха постулаты) и послужили началом мед. М. С именами С. Н. Биноградского, М. Бейеринка связаны классические исследования различных физиологических групп микроорганизмов, что окончательно выдвинуло М. в начале XX в. в ряд экспериментальных наук. Кроме бактерий, объектами М. являются и др. живые существа малых размеров-грибы, микроводоросли,

простейшие. Методы М. применяются также для культивирования клеток высших организмов. Общая М. изучает морфологию, биохимию, физиологию, генетику, систематику микроорганизмов, их роль в природе. В соответствии со средами обитания микроорганизмов общая М. разделяется на почвенную, водную, геологическую, которые составляют часть экологии микроорганизмов. Кроме этого, существует целый ряд разделов М., отличающихся объектами исследований и методологией. Медицинская и ветеринарная М. уделяют преимущественное внимание микроорганизмам, значимым для здоровья человека и животных. Микробиол. объекты и процессы широко применяются в биотехнологии. Современная М. использует достижения и методы физ. - хим. биологии, цитологии, генетики, мол. биологии и представляет собой вполне сложившуюся науку с выработанной методологией и развитыми техническими приемами.

Микробиота - микробиота (микрофлора) совокупность различных видов микроорганизмов, населяющих определенную среду обитания (М. почвы, воды, воздуха, горных пород и др.). По происхождению различают автохтонную М. и аллохтонную М., по типу питания - эвтрофную, представляющую комплекс микроорганизмов, разлагающих органические вещества; олиготрофную М., или М. рассеяния, завершающую минерализацию органического вещества; литотрофную М., трансформирующую минеральные соединения горных пород, газы. Микроорганизмы, развивающиеся на поверхности растений (эпифитная М.), метаболизируют выделения из тканей. Кожа, слизистые оболочки, кишечник и др. органы человека и животных имеют постоянную, так называемую нормальную М. В значении М. использовался и используется термин «микрофлора», что не совсем корректно, поскольку бактерии, микроскопические грибы не относят в наст. время к царству растений.

Микробиота автохтонная - см. микрофлора автохтонная.

Микробиота аллохтонная - см. микрофлора аллохтонная.

Микробная трансформация веществ - преобразование веществ микроорганизмами, основанное на высокоспецифичных процессах окисления, гидрирования, гидролиза, этерификации, аминирования, декарбоксилирования и др. К осуществлению М. т. в. способны живые и мертвые клетки бактерий, грибов, их споры и даже фрагменты клеток (напр., фракция клеточных стенок). М. т. в. используется в биотехнологии для получения витаминов, гормонов и целого ряда др. соединений, хим. синтез которых затруднен.

Микробостаз - явление прекращения роста микроорганизмов под воздействием хим. веществ или физ. факторов. М. вызывается, напр., лекарственными препаратами при лечении больных; использованием консервирующих веществ или высушиванием при хранении продуктов питания и т. п.

Микробоценоз - микробная ассоциация, микробное сообщество - совокупность популяций разных видов микроорганизмов, обитающих в определен-

ном биотопе. Примерами М. могут служить микробное население ила водоемов или почвы определенного типа, микробиота здорового человека, животных и др. М., как правило, состоит из большого числа видов (сотни и тысячи). Количественный и качественный состав М. зависит от абиотических факторов биотопа, миграционного потока соседних биотопов, изменчивости микроорганизмов, а также от типа и выраженности внутривидовых взаимоотношений. В биотопах, не подвергающихся резким изменениям условий, состав М. относительно специфичен, стационарен и способен к самовоспроизведению. В формирующихся биотопах или в случае изменения условий обитания резко обостряются конкурентные взаимоотношения между членами ассоциации, при этом М. может утратить свою специфичность и способность к самостоятельной стабилизации. Нарушение постоянного состава М. имеет обычно отрицательное значение. Напр., изменение целостности М. активного ила снижает качество очистки сточных вод; вследствие применения антибиотиков может происходить разрушение нормального М. кишечника человека, приводящее к явлению дисбактериоза.

Микробы - то же, что и микроорганизмы.

Микрококки - морфотип грамположительных бактерий, имеющих шаровидную форму. После деления материнской клетки дочерние расходятся, не образуя групп сцепления, как это наблюдается у диплококков, стрептококков, сарцин или стафилококков.

Микроорганизмы - МИКРОБЫ - обобщенное название организмов, размеры которых не превышают 1 мм. Обычно видны только с помощью микроскопа. К М. относят как прокариот - бактерии, археи, - так и эукариот - дрожжевые и плесневые грибы, микроводоросли, простейшие. М. - объекты микробиологии.

Микроскоп - оптический прибор для получения увеличенного изображения объектов, не различимых невооруженным глазом. В микробиол. используется световой и электронный М. Один из основных показателей М. - разрешение - возможность различать два соседних объекта или точки. Теоретический предел разрешения М. - половина длины волны излучения; чем короче волна излучения, тем выше разрешение М. Лучшие световые М. дают увеличение в 1500 раз при разрешении 200 нм, электронные М. благодаря более короткой длине волны электронов - в 250 000 при разрешении 0,5 нм. Существует множество приемов, позволяющих улучшить качество изображения как светового, так и электронного М. См. также микроскопия.

Микроскоп интерференционный - сочетание двухлучевого интерферометра и поляризационного микроскопа. Предназначен для изучения живых клеток. В М. и. объект виден как в фазово-контрастном микроскопе, но поляризация и интерференция лучей обуславливают больший контраст, а также возможность видеть цвет объекта.

Микроскопия - совокупность методов изучения малых объектов с помощью микроскопов. К традиционным видам М. относятся люминесцентная М. - основана на явлении фотолюминесценции, возникающей при окраске препаратов специальными люминесцентными красителями; светлорольная М. - основана на изучении объекта в проходящем свете, используется в основном для изучения морфологии микроорганизмов; темнорольная М. - основана на изучении объекта при сильном боковом освещении; фазово-контрастная М. - позволяет значительно повысить контрастность изображения за счет изменения фазы световой волны при прохождении света через объект; электронная М. - использует поток электронов высокой энергии, что позволяет значительно повысить увеличение объекта по сравнению со световым микроскопом. См. также микроскоп.

Микросомы - 1) субмикроскопические частицы цитоплазмы, содержащие РНК и фосфолипиды (сын. - сферосомы); 2) часть эндоплазматической сети с рибосомами; 3) клеточные гранулы, содержащие ферменты.

Микротом - инструмент для нарезания тонких «срезов» тканей, клеток для последующего изучения с помощью микроскопа (светового или электронного).

Микрофлора - см. микробиота.

Микрофлора автохтонная - микробиота (микрофлора) автохтонная микроорганизмы, типичные для конкретной экосистемы и постоянно в ней присутствующие. М.а. почвы - природное сообщество микроорганизмов неудобренной почвы. Количество организмов и их разнообразие определяются естественным содержанием в ней органического вещества.

Микрофлора аллохтонная - микробиота (микрофлора) аллохтонная микроорганизмы, наличие которых в определенной экосистеме обусловлено случайным повышением концентрации питательных веществ или появлением новых. В известной мере представители М.а. являются чуждыми данной экосистеме, присутствуют в ней временно, нередко в состоянии покоя. Частный случай М. а. - зимогенная микрофлора почвы, формирующаяся при внесении в нее органических веществ.

Микрофлора литотрофная - см. микробиота.

Микрофлора нормальная - см. микробиота.

Микрофлора олиготрофная - см. микробиота.

Микрофлора рассеяния - см. микробиота.

Микрофлора эвтрофная - см. микробиота.

Микрофлора эпифитная - см. микробиота.

Микроцисты - МИКСОСПОРЫ - покоящиеся клетки миксо-бактерий. Образуются из вегетативных клеток, обладают слизистой капсулой.

Микроэлементы - хим. элементы, содержащиеся в живых организмах в очень малых количествах (10^{-2} - 10^{-6} весового процента). Входят в состав ферментов, витаминов, гормонов, пигментов и др. биол. активных соединений. К М. относят более 30 элементов (В, F, Cr, Mn, Co, Ni, Си и др.). Микроорганизмы получают М. как примеси компонентов сред, воды. При выращивании их на синтетических питательных средах необходимо специальное внесение М.

Миксобактерии - (Mucosocates) - порядок граммотрицательных бактерий, содержащий 4 семейства. Обладают скользящим движением, образуют плодовые тела и микроцисты (миксоспоры). Вегетативные клетки палочковидные, размножаются поперечным делением. Характерной особенностью М. является образование ими слизистых колоний и яркоокрашенных плодовых тел. Строго аэробные хемогетеротрофы, обитатели почвы, ила, навоза и др. По пищевым потребностям М. разделяют на бактериолитические и целлюлозолитические. Бактериолитические М. наряду со скользящими флексибактериями называют «бактериальными хищниками».

Миксомицеты - СЛИЗЕВИКИ - группа организмов, относящихся к царству Protozoa. С представителями простейших их объединяет способ питания. Эта группа включает эукариотные гетеротрофные организмы, вегетативная (трофическая) стадия которых представлена голым многоядерным протопластом, способным к амeboидному движению по субстрату - плазмодием. Реже вегетативное тело М. - одноядерная амeba (амeboид) или псевдоплазмодий, в котором амeboиды не теряют своей обособленности. Размер М. - от нескольких микрометров до нескольких сантиметров. Репродуктивная стадия - простой или сложный спорангий. У М. сложный цикл развития, включающий зооспоры с двумя гладкими жгутиками, гаплоидные и диплоидные миксоамебы. У представителей двух отделов - Dictyosteliomycota и Acrasiomycota - жгутиковая стадия отсутствует. В большинстве М. - сапротрофы, живущие в гнилой древесине и листовом опаде, немногие - внутриклеточные паразиты растений. Группа включает около 500 видов и подразделяется по уровню организации плазмодия, особенностям цикла развития и способу питания (сапротрофному или паразитному) на 4 отдела и 6 классов.

Миксотрофы - микроорганизмы, способные сочетать одновременно различные типы питания (обмена веществ). Так, пурпурные бактерии могут ассимилировать CO₂ по автотрофному пути и использовать органические вещества; некоторые хемолитотрофные бактерии способны одновременно окислять как неорганические, так и органические соединения.

Минерализация - превращение (расщепление, окисление) органических веществ в неорганические. Обычно происходит при участии микроорганизмов, обеспечивающих круговорот биогенных элементов в природе.

Митомицины - группа антибиотиков, продуцируемых актиномицетами. М. подавляют синтез нуклеиновых кислот.

Мицелий - вегетативное тело, или таллом (трофическая стадия), большинства грибов и актиномицетов. Представляет собой систему ветвящихся трубок - гиф с апикальным (верхушечным) ростом и боковым ветвлением. М. грибов может быть клеточным и неклеточным. Неклеточный М. лишен перегородок. В течение его роста деления ядер в нем происходят без образования клеточных перегородок. Неклеточный М. - это фактически одна гигантская многоядерная клетка. Он характерен для ряда представителей оомицетов и зигомицетов. Клеточный М., разделенный перегородками на одно-, двух-или многоядерные клетки, свойствен аскомицетам, базидиомицетам и анаморфным грибам. Перегородки (септы) могут формироваться и на неклеточном мицелии, обычно при образовании репродуктивных органов или при его повреждении. М., пронизывающий субстрат, поглощающий из него питательные вещества всей поверхностью и выделяющий продукты своего обмена, называют субстратным М. Часть М., располагающаяся на поверхности, составляет поверхностный, или воздушный, М., на котором обычно образуются органы размножения грибов. У некоторых грибов, напр. дрожжей, относящихся в основном к аскомицетам, вегетативное тело представлено одиночными почкующимися или делящимися клетками. Если такие почкующиеся клетки не расходятся, то образуется псевдомицелий. Вегетативный М. грибов может образовывать разнообразные, часто довольно сложные структуры, выполняющие различные функции. Широко распространены среди грибов склероции - плотные переплетения М., служащие для перенесения неблагоприятных условий. Близки к склероциям стромы - менее плотные сплетения мицелия, обычно защищающие плодовые тела сумчатых грибов. У многих грибов есть структуры, выполняющие проводящие функции. Это мицелиальные тяжи. Они состоят из гиф, расположенных параллельно и местами плотно прижатых друг к другу. На мицелиальных тяжах, находящихся в почве, формируются зачатки, а затем и плодовые тела шляпочных грибов. При плотном переплетении гиф у грибов образуется ложная ткань - плектенхима, из которой образованы плодовые тела большинства грибов.

Мицеллы (в коллоидных системах) - частицы малых размеров, окруженные жидкой средой.

Молекулярная биология - раздел биол., который исследует основные свойства и проявления жизни на молекулярном уровне. Выясняет, каким образом и в какой мере рост и развитие организмов, хранение и передача наследственной информации, превращение энергии в живых клетках и др. явления обусловлены структурой и свойствами биол. важных макромолекул (главным об-

разом нуклеиновых кислот и белков). Тесно ассоциирована с биохим. и биофиз., генетикой и микробиол. Возникновение М. б. обычно связывают с именами Дж. Уотсона и Ф. Крика, предложивших в 1953 г. модель двойной спирали ДНК. Отечественная М. б. сформировалась благодаря трудам научных школ А. Н. Белозерского и Б. А. Энгельгардта.

Молочная кислота - $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ - монокарбоновая оксикислота. Обнаружена в тканях животных, растений, а также в микроорганизмах. В значительных количествах образуется в результате молочнокислого брожения (скисание молока, квашение капусты, приготовление силоса). Соли М. к. - лактаты - конечные продукты анаэробного распада гликогена или глюкозы; образуются при восстановлении пирувата, катализируемого ферментом лактатдегидрогеназой.

Молочнокислые бактерии - см. бактерии молочнокислые.

МОЛЬ (М) - единица количества вещества, определяемая количеством содержащихся в физ. системе тождественных структурных элементов (атомов, молекул, ионов). В 1 М содержится столько же структурных элементов, сколько атомов в нуклиде углерода ^{12}C массой 0,012 кг, т. е. $6,022 \cdot 10^{23}$.

Молярность - МОЛЛЬНОСТЬ - число молей растворенного вещества в 1 л раствора. Напр., одномолярный раствор содержит 1 моль вещества на 1 л.

Монокультура - то же, что и чистая культура. Термин используется преимущественно в пром. микробиол. для характеристики производств на основе чистых культур микроорганизмов в отличие, напр., от культур естественно-чистых.

Мономеры - низкомолекулярные соединения, служащие исходным материалом для синтеза полимеров.

Монотрихи - палочковидные бактерии, имеющие единственный жгутик, расположенный терминально или латерально. Типичными М. являются вибрионы.

МПБ - см. мясопептонный бульон.

Мукоровые плесени - см. зигомицеты, плесени.

Муравьинокислое брожение - см. брожение муравьинокислое.

Мурамидаза - фермент мукопептидгликогидролаза, лизоцим.

Муреин - гетерополимер, состоящий из остатков N-ацетилглюкозамина и N-ацетилмурамовой кислоты, соединенных между собой 1,4-гликозидными

связями. Через лактильные группы и тетрапептидные мостики гетерополимерные цепи М. связаны между собой и образуют муреиновый мешок - опорный каркас клеточной стенки бактерий.

Мускарин - токсин ядовитых видов базидиомицетов.

Мутагенез - искусственное получение мутаций с помощью физ. или хим. мутагенов. Один из важнейших приемов экспериментальной генетики. В селекции микроорганизмов М. используют для получения высокопродуктивных пром. штаммов.

Мутагены - хим. вещества (этилендиамин, колхицин и др.), физ. (рентгеновские и гамма-лучи, нейтроны, ультрафиолетовое излучение) и биол. (напр., старение) факторы, способные увеличивать частоту мутаций в 10^4 - 10^6 раз. М. нередко являются канцерогенами.

Мутант - наследственно измененная форма организма, отличающаяся от исходного типа большим или меньшим количеством признаков, возникших в результате мутации. М. бактерий, грибов широко используются при биохим. исследованиях и в селекции пром. штаммов микроорганизмов.

Мутация - естественно возникающие или вызываемые мутагенами изменения наследственных свойств организма, происходящие в результате нормальных перестроек (естественные М.) и нарушений (искусственные М.) в генетическом материале организма.

Мутуализм - 1) форма симбиоза, при которой оба партнера получают пользу, причем относительно равную; 2) форма совместного сосуществования организмов, когда оба партнера или один из них не могут жить без другого (напр., термиты и живущие у них в кишечнике микроорганизмы).

Мясопептонный бульон - мясопептонный бульон (МПБ) среда для культивирования гетеротрофных микроорганизмов. Помимо экстрактивных веществ из говяжьего мяса, содержит 0,5 % поваренной соли и 1 % пептона. Должен иметь слабощелочную реакцию.

Н

Накопительная культура - см. культура накопительная.

Нанометр - нанометр (нм) единица длины, равная 10^{-9} м, 10^{-3} мкм, или 10 ангстрем (А).

Нативный - естественный, натуральный, неповрежденный при исследовании; в мол. биологии термин используется для описания молекул белка, нуклеиновых кислот в естественном состоянии для противопоставления денатурированному состоянию.

Незаменимые аминокислоты - см. аминокислоты незаменимые.

Нейраминидаза - ферментный белок вирусного происхождения. У вируса гриппа Н. обнаруживается в шипах оболочки, которые обеспечивают адсорбцию вируса на поверхности клетки-хозяина.

Нейтрализм - тип взаимоотношений организмов, при котором партнеры не оказывают друг на друга никакого влияния.

Неомицин - антибиотик актиномицетного происхождения. Представляет собой комплекс соединений (неомицины А, В, С, D, Е, F). Блокирует синтез белка клеткой, связываясь с рибосомами. Обладает более высокими антимикробными свойствами, чем стрептомицин, но в силу токсичности применяется в качестве местного препарата в дерматологии, хирургии, при борьбе со стафилококковыми инфекциями в родильных домах.

Неперсистентные вирусы - см. вирусы неперсистентные.

Неполные окисления - см. окисления неполные.

Несовершенные грибы - см. грибы анаморфные.

Нефелометр - прибор для измерения степени мутности суспензии клеток или взвешенных частиц. В микробиологии Н. используется для количественного учета микроорганизмов.

Ниацин - НИКОТИНОВАЯ КИСЛОТА, ВИТАМИН РР - водорастворимый витамин, производное пиридина. Как составная часть коферментов НАД и НАДФ участвует в окислительно-восстановительных реакциях в клетках. Содержится в отрубях, дрожжах, печени и др.

Нигеран - запасное вещество полисахаридной природы, накапливающееся в мицелии некоторых видов аспергиллов и пенициллов.

Низовые дрожжи - см. дрожжи низовые.

Нитрагин - почвоудобрительный препарат, состоящий из живых клеток симбиотических азотфиксаторов рода *Rhizobium*. Используется для инфицирования семян бобовых растений перед посевом. Обеспечивает прибавку урожая культур в зависимости от почвенных условий от 7 до 20 %. Аналогичный препарат выпускается под названием «ризоторфин». См. также бактериальные удобрения.

Нитратное дыхание - см. дыхание нитратное.

Нитратредуктаза - молибденсодержащий фермент, катализирующий восстановление нитрата до нитрита в процессе ассимиляции нитрата (ассимиляционной нитрат-редукции) растениями, грибами, бактериями. Фермент находится в цитоплазме клетки, его синтез индуцируется в том случае, если нитрат оказывается единственным источником азота в питательной среде. Н. имеется также у анаэробных и факультативно анаэробных бактерий, осуществляющих нитратное дыхание (диссимиляционную нитратредукцию). См. также нитрат-редукция.

Нитратредукция - восстановление нитратов до аммиака или N_2 в процессе жизнедеятельности организмов. Ассимиляционная Н. осуществляется прокариотами, эукариотами в процессе усвоения нитрата в качестве источника азота для синтеза азотсодержащих клеточных компонентов и требует затраты энергии и восстановителя. Протекает как в аэробных, так и анаэробных условиях. Диссимиляционная Н. осуществляется в анаэробных условиях денитрифицирующими бактериями (см. нитратное дыхание). При этом нитрат, который служит конечным акцептором водорода, восстанавливается обычно до N_2 , N_2O , NO_2 , реже - до NH_3 . Н. связана с последовательным функционированием двух ферментов-нитратредуктазы, восстанавливающей нитрат до нитрита, и нитритредуктазы, катализирующей восстановление нитрита. Донорами электронов при восстановлении нитрата и нитрита являются НАД(Ф) H_2 и восстановленный ферредоксин.

Нитритредуктаза - см. нитратредукция.

Нитриты - соли азотистой кислоты. Могут образовываться микроорганизмами (напр., *Micrococcus denitrificans*, *Thio-bacillus denitrificans*) при восстановлении нитратов.

Нитрификация - процесс биол. окисления аммиака, образующегося при деградации органических веществ до нитрата. Происходит в аэробных условиях в воде и почве. Автотрофная Н. осуществляется последовательно двумя группами нитрифицирующих бактерий-нитрификаторы 1-й фазы (роды *Nitrosomonas*, *Nitrospira*, *Mitrosococcus*, *Nitroso-lobus*) окисляют аммиак до нитрита- $NH_4 + 2O_2 = NO_2 + + 2H_2O$; затем нитрификаторы 2-й фазы (роды *Nitrobacter*, *Nitrospira*, *Nitrococcus*) нитрит-ион окисляют в нитрат-ион- $2NO_2 + O_2 = 2NO_3$.. Нитрифицирующие бактерии (выделены и описаны в 1890 г. С. Н. Биноградским) - облигатные автотрофы, органические вещества не поддерживают их рост. Гетеротрофная Н. осуществляется различными организмами, включая грибы, связана с окислением не только аммиака, но и органических соединений азота. Н. - основной путь образования нитрата в природе, играет важную роль в круговороте азота в биосфере.

Нитрогеназа - ферментный комплекс, катализирующий процесс восстановления N_2 до аммиака; образуется у азотфиксирующих прокариотных микроорганизмов. Состоит из двух компонентов-белка, содержащего молибден,

железо и серу, и белка, содержащего железо и серу. Крайне чувствителен к молекулярному кислороду, что объясняет наличие у азотфиксаторов особых механизмов защиты Н. от высокого парциального давления O₂ (напр., леггемоглобин клубеньков) или проявление азотфиксации у строгих анаэробов (кlostридии). Н. восстанавливает не только азот, но и ацетилен, азид, оксид азота (I), цианид, нитриты, а также протоны, т. е. обладает свойствами гидрогеназы. На восстановлении ацетилена до этилена основан наиболее распространенный метод определения Н.

Нитчатые бактерии - см. бактерии нитчатые.

Нм - см. нанометр.

Новобиоцин - антибиотик актиномицетного происхождения, относящийся к группе кислородсодержащих гетероциклических соединений. Активен в отношении грамположительных форм бактерий, которые приобрели устойчивость к пенициллинам, стрептомицину и др. антибиотикам. Успешно применяется при лечении различных форм пневмонии, энтероколитов, ангин, раневых инфекций. Используется также в селекции микроорганизмов для отбора ауксотрофных мутантов.

Нокардии - группа актиномицетов, относящихся к роду *Nocardia*. Способны образовывать субстратный и воздушный мицелий. Настоящих спор не образуют, размножение происходит с помощью клеток, на которые распадается мицелий в старых колониях.

Номенклатура - 1) перечень названий, терминов, употребляющихся в какой-либо отрасли; 2) в биол. сборник правил наименования таксонов, дополненный их списком.

Номенклатура бинарная - частное правило биол. номенклатуры, согласно которому названия видов составляют из двух слов-первое обозначает род (по-латыни пишется с заглавной буквы), второе - вид (пишется со строчной буквы, если не обозначает собственное имя). Введена шведским естествоиспытателем К. Линнеем.

Нониус - дополнительная шкала измерительного инструмента, позволяющая повысить точность отсчета по основной шкале в несколько раз.

Носитель - в биотехнологии структурированный материал (пластмассовые пластинки, пористый керамический материал, стеклянные шарики и т. п.), помещаемый в биореактор или культуральную среду для выращивания и иммобилизации на нем клеток.

Нуклеоид - 1) ДНК-содержащая зона клетки прокариот, не ограниченная мембранами (нуклеоплазма). Выявляется методом специального окрашива-

ния после удаления из клеток РНК (см. окрашивание по Фельгену); 2) бактериальное «ядро», представляющее собой у прокариот нить ДНК, погруженную в цитоплазму, замкнутую в кольцо и не связанную с гистонами. Кольцо ДНК закреплено в одной точке на внутренней стороне клеточной мембраны. Деление Н. происходит после репликации нити ДНК; расхождение дочерних Н. обеспечивается ростом клеточной мембраны. Это образование называют также бактериальной хромосомой. В функциональном отношении Н. аналогичен клеточному ядру эукариот. См. также прокариоты.

Нуклеокапсид - структурная единица простого вируса, состоящая из нуклеиновой кислоты и капсида. То же, что и вирион.

Нуклеоплазма - см. нуклеоид.

Нуклеосомы - структурные субъединицы хромосом, состоящие из ДНК и белков-гистонов, ассоциированных друг с другом упорядоченным образом. Обнаружены у всех эукариот и некоторых вирусов.

О

Обессоливание - удаление солей из смешанного раствора биол. молекул большой массы (чаще всего структурных белков и ферментов). Для О. используют гель-фильтрацию, диализ, ультрафильтрацию.

Облегчённая диффузия - см. транспорт, диффузия.

Облигатный - термин, определяющий состояние или условие, обязательное для данного организма. Напр., О. аэроб или О. анаэроб.

Обмен веществ - см. метаболизм.

Обрастание - 1) в биотехнологии рост клеток плотным слоем в нежелательном месте (теплообменнике, датчике) биореактора, что нарушает нормальный режим его работы; 2) в общебиол. смысле - перифитон - поселение водных организмов на природных и искусственных твердых поверхностях-скалах, камнях, подводных частях судов и гидротехнических сооружений. Основу О. составляют бактериальная пленка и прикрепленные растения и животные. О. способствуют снижению скорости судов, развитию коррозии металлических и бетонных подводных сооружений. Борьба с О. ведется механическим путем и с применением ядовитых веществ.

Одноклеточные организмы - организмы, тело которых состоит из одной клетки. Существует два уровня организации О. о. - прокариоты и эукариоты. Эукариотические О. о. по общему плану строения и набору органоидов сходны по строению с клетками многоклеточных организмов, но в функциональном отношении несравнимы с ними, поскольку сочетают в себе свойства клетки и

целого организма. Одноклеточность - одно из основных свойств микроорганизмов. Многие О. о. образуют колонии.

Озвучивание - разрушение клеток, денатурация белков с применением ультразвука. Проводится с помощью специальных приборов - ультразвуковых дезинтеграторов.

Оидии - см. артроспоры.

Окисление биологическое - совокупность реакций окисления, протекающих во всех живых клетках. Основная функция О. б. - обеспечение организма энергией. Оно связано с передачей так называемых восстанавливающих эквивалентов (ВЭ) - атомов водорода или электронов - от донора к акцептору. У аэробов конечным акцептором ВЭ служит кислород. Поставщиками ВЭ могут выступать как органические, так и неорганические соединения (соответственно, у хемоорганотрофов, хемолитотрофов). Основным путем использования энергии, освобождающейся при О. б., - накопление ее в молекулах АТФ и др. макроэнергетических соединений. О. б., сопровождающееся синтезом АТФ из АДФ и неорганического фосфата, происходит при гликолизе (субстратное фосфорилирование), а также при переносе ВЭ в дыхательной цепи - окислительное фосфорилирование. Возможен перенос электронов при О. б. и без накопления энергии - это необходимые процессы при биосинтезе различных соединений, обезвреживании чужеродных и ядовитых для организма веществ. О.б., не связанное с образованием энергии, называют свободным окислением. Энергетический эффект такого окисления - образование тепла. Древней формой О. б. является передача ВЭ некоторыми современными микроорганизмами через дыхательную цепь на Fe^{3+} («железное» дыхание), на нитрат или сульфат (анаэробное дыхание, нитратное и сульфатное, соответственно).

Окисления неполные - тип дыхания аэробных организмов, при котором субстрат не окисляется до CO_2 и H_2O (полное окисление), а в качестве продуктов обмена в среду выделяются частично окисленные органические соединения (уксусная, глюконовая, фумаровая и др. кислоты). К О. н. способны, напр., уксуснокислые бактерии, плесневые грибы. К О. н. относят и др. метаболические процессы микроорганизмов, связанные с выделением в среду различных соединений при микробной трансформации веществ, синтезе вторичных метаболитов (антибиотиков, витаминов, токсинов и др.). О. н. играют важнейшую роль в биотехнологии.

Окислительное фосфорилирование - см. фосфорилирование окислительное. окислительные брожения - см. брожения окислительные.

Окраска бактерий по Граму - метод дифференциальной окраски клеток прокариот, разработанный датским микробиологом Х. Громом в 1884 г. Заключается в последовательной обработке мазка клеток основными красителями (напр., кристаллическим фиолетовым) и иодом и последующем отмывании его в эта-

ноле или ацетоне. В зависимости от свойств клеточной стенки бактерий красители могут удерживаться ими в разной степени. Бактерии, сохраняющие окраску после обработки растворителями, получили название грамположительных (Гр+), а обесцвечивающиеся - грамотрицательных (Гр-). О. б. Г. - систематический признак. Разделение бактерий по этому признаку, как стало известно позднее, указывает на филогенетические взаимоотношения между разными группами прокариот, поскольку отражает различия не только в строении клеточной стенки бактерий, но и в структуре мембранного аппарата, составе рибосомальных белков, чувствительности к антибиотикам, а также частично согласуется с дифференцировкой по функциям (фототрофия, хемоавтотрофия и др.). Встречаются организмы с вариабельной реакцией на О. б. Г.

Окраска дифференциальная - специальные приемы окраски, позволяющие различать микроорганизмы сходной формы, размеров, но относящиеся к различным видам. Напр., окраска по Граму.

Окрашивание - способ подготовки образца для исследования под микроскопом, усиливающий контрастность изображения. Заключается в использовании красителей, окрашивающих клетки или их определенные структуры (селективное О.).

Окрашивание витальное - прижизненное окрашивание клеток микроорганизмов (обычно анилиновыми красителями) для изучения морфологии, подвижности.

Окрашивание негативное - способ окрашивания, при котором приобретает цвет и делается непрозрачным фон, но не сам образец (клетки).

Окрашивание по Фельгену - метод выявления ДНК в клетке бактерий, заключающийся в удалении из нее РНК и последующем окрашивании ее фуксинсерной кислотой или основным красителем Гимза.

Оксибионты - то же, что и аэробы.

Октаэдр - одна из форм структурной организации вирусов (бактериофагов), вирионы которых представляют собой правильный многогранник с 8 гранями и 6 вершинами.

Олиго... - первая часть сложных слов, указывающая на малое количество, немногочисленность чего-либо.

Олигомеры - полимеры сравнительно низкой молекулярной массы, обычно жидкости; О. являются многие синтетические смолы, напр. фенолформальдегидные, эпоксидные и др.

Олигонитрофилы - бактерии, способные развиваться на средах, содержащих следовые количества связанного азота в виде аммиака воздуха или др. его загрязнителей. Существует мнение о возможности фиксации ими молекулярного азота.

Олигопептиды - продукты расщепления белков неклеточными протеазами; состоят из нескольких аминокислотных остатков.

Олигосахара - ОЛИГОСАХАРИДЫ - сахара, распадающиеся при гидролизе на несколько (от 2 до 10) моносахаров; к О. относят, напр., дисахаро-сахарозу (глюкоза + фруктоза), лактозу (глюкоза + галактоза).

Олиготрофы - микроорганизмы, развивающиеся на средах с низкой концентрацией питательных веществ. О. чаще всего обитают в водоемах с невысоким уровнем первичной продуктивности. Это обычно озера и горные реки с холодной и насыщенной кислородом водой, бедной биогенными элементами (олиготрофные водоемы). Максимальная первичная продуктивность их не превышает 0,1-0,3 г/м² в сутки. В почве О. занимают место в конце пищевых цепей, представляя микрофлору рассеяния (диссипотрофы). Ср. копиотрофы.

Омыление - щелочной гидролиз липидов. При О. триглицеридов образуется глицерин и соли жирных кислот.

Онкогены - гены, обуславливающие превращение нормальных клеток эукариот в злокачественные. Действие О. реализуется посредством кодируемых ими онкобелков. О. присутствуют в вирусах ДНК-содержащих (аденовирусы, паповавирусы и др.) и РНК-содержащих (ретровирусы), а также в геноме опухолевых клеток. Известно около 30 О., кодирующих соответствующие онкобелки.

Онтогенез - индивидуальное развитие организма от оплодотворенной яйцеклетки до конца жизни особи. Для организмов, размножающихся простым делением, это понятие обычно не применяется.

Оомицеты - группа видов отдела Оомикота (Oomycota) в царстве Хромиста (Chromista). По современным представлениям в это царство включены организмы, имеющие своеобразную структуру митохондрий, перистые жгутики с трехчленными жгутиковыми волосками, или мастигонемами, и отличающиеся от грибов по структуре ДНК. Их клеточная стенка чаще содержит целлюлозу и β-глюкан, в ней отсутствует хитин. Виды отдела Оомикота, ныне трактуемые как грибоподобные организмы, или псевдогрибы, помещены в царство Chromista наряду с бурыми, золотистыми и желтозелеными водорослями, а также некоторыми протистами. «Грибы», входящие в эти отделы, интерпретируются как вторично бесцветные, потерявшие хлорофилл организмы. Большинство представителей Оомикота адаптированы к существованию в водной среде. Они характеризуются наличием спор полового размножения, называемых оос-

порами, и подвижных спор бесполого размножения - зооспор - с одним или двумя жгутиками. Хотя многие оомицеты относятся к агрессивным патогенам высших растений (возбудитель фитофтороза картофеля и томатов *Phytophthora infestans*), по происхождению и особенностям развития они более близки к водорослям, чем к грибам.

Оперон - группа генов, функционально связанных между собой. Белки, кодируемые генами одного О., - это, как правило, ферменты, катализирующие отдельные этапы одного метаболического пути.

Опсонины - БАКТЕРИОТРОПИНЫ - факторы сыворотки крови, взаимодействующие с поверхностью чужеродных частиц (микроорганизмы, пыльца растений и др.), облегчающие их захват фагоцитами. В зависимости от устойчивости О. к нагреванию различают термолабильные и термостабильные О.

Органеллы - постоянные дифференцированные участки клеток одноклеточных или многоклеточных эукариот, выполняющие определенные функции (ядро, митохондрии, хлоропласты и др.).

Органогенные горные породы - БИОЛИТЫ - горные породы, состоящие из остатков вымерших животных, микроорганизмов (известняки) или продуктов их жизнедеятельности (горючие сланцы, нефть, оксиды железа).

Органотрофы - микроорганизмы, использующие органические вещества в качестве доноров водорода для получения восстановителя (фотоорганотрофы - несерные пурпурные бактерии), а также энергии (хемоорганотрофы - большинство бактерий, грибов, простейших). Значительная часть О. использует органические вещества и как источник энергии, и как источник углерода. Термин О. употребляют иногда как синоним термина гетеротрофы.

Орнитозы - инфекционные заболевания птиц, животных, человека, вызываемые хламидиями *Ch. psittaci* (порядок *Chlamydiales*). Заболевание человека протекает по типу пневмонии, гриппа, брюшного тифа. Заражение происходит от птиц при вдыхании высохшего помета, пуха, при разделке тушек.

Оротовая кислота - см. оротовая кислота.

Ортомиксовирусы - (*Orthomyxoviridae*) - семейство РНК-содержащих вирусов. Нуклеокапсид спиральный, заключен в липопротеидную оболочку. Содержит 7 фрагментов одноцепочечной линейной РНК (молекулярная масса 5 млн Да). Размножаются в клеточном ядре и цитоплазме клеток птиц, млекопитающих; созревают путем почкования на плазматической мембране клеток. Поражают дыхательные органы. Типичный представитель О. - вирус гриппа.

Осахаривание - гидролиз крахмала зерна, картофеля до сбраживаемых дрожжами сахаров; операция в технологиях производства пива (осолаживание зерна), этанола.

Осветление - удаление взвешенных частиц из растворов. Прием, использующийся в производстве пива, вина, при приготовлении ряда питательных сред. Достигается фильтрованием, отстаиванием, центрифугированием и др.

Осмоз - явление переноса растворителя через непроницаемую для растворенных веществ мембрану, разделяющую два раствора разной концентрации. Играет большую роль в жизнедеятельности живых организмов, используется при исследовании полимеров, биол. структур.

Осмотический потенциал - максимальное осмотическое давление раствора относительно чистого растворителя.

Осмотический шок - 1) нарушения в клетке, возникающие при переносе ее в гипертонический или гипотонический раствор; 2) метод разрушения клеток микроорганизмов, основанный на погружении их (обычно после удаления клеточной стенки) в дистиллированную воду или буфер низкой концентрации. В результате насыщения клетки водой происходит разрыв цито-плазматической мембраны и ее содержимое выходит вводу или буфер.

Осмотическое давление - избыточное давление, которое надо приложить к концентрированному раствору, чтобы в него не поступал растворитель из менее концентрированного раствора. Растворы должны быть разделены мембраной, непроницаемой для растворенного вещества.

Осмотрофное питание - см. голофитный тип питания.

Осмофильный - термин, определяющий способность организма расти на средах с высоким содержанием растворенных веществ. Напр., О. дрожжи растут на средах с высоким содержанием сахаров. Микроорганизмы, развивающиеся на средах с повышенной концентрацией минеральных солей, получили название галофилы.

Оспа натуральная - острое, особо опасное эпидемическое заболевание человека и ряда животных, характеризующееся высокой летальностью. Возбудитель О. н. - ДНК-геномный ортопоксвирус. При О.н. поражаются кожа и слизистые оболочки больного. Благодаря разработанной англ. врачом Э. Дженнером методике прививки от оспы (1796), международным усилиям под эгидой Всемирной организации здравоохранения О. н. как болезнь ликвидирована в конце 70-х гг. XX в. осушители - см. десиканты.

П

ПАВ - см. поверхностно-активные вещества.

Палочка - в микробиол. вытянутая цилиндрическая бактерия; любой организм, имеющий палочковидную форму.

Палочка болгарская - тривиальное название молочнокислых бактерий *Lactobacillus delbrueckii* var. *bulgaricus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Bacillus bulgaricus*, используемых в молочной пром-ти для получения молочнокислых продуктов (см. лактобациллы).

Палочка сенная - тривиальное название аэробной спорообразующей бактерии *Bacillus subtilis*, продуцента полипептидных антибиотиков.

Пангамовая кислота - витамин В15 - 6-О-диметилглициновый эфир D-глюконовой кислоты. Присутствует в растениях, животных тканях, микроорганизмах (дрожжи). Стимулирует окислительные превращения в организме, может служить донором метильных групп в реакциях метилирования.

Пантотеновая кислота - витамин В5 - продукт соединения β-аланина с пантоевой кислотой. Водорастворима. Синтезируется зелеными растениями и микроорганизмами, в том числе кишечной микрофлорой. В составе кофермента А участвует в обмене липидов, углеводов, белков и в др. процессах метаболизма.

Папаин - протеолитический фермент, выделяемый из сока плодов папайи (*Carica papaya*). Применяется в пищевой пром-ти для мягчения мяса, обработки кож, осветления напитков.

Парааминобензойная кислота - п-АМИНОБЕНЗОЙНАЯ КИСЛОТА (ПАБК), ВИТАМИН Н, - ростовой фактор многих микроорганизмов (в том числе и населяющих кишечник человека), которые синтезируют из него фолиевую кислоту. Антагонисты П. к. - сульфаниламидные препараты, антимикробное действие которых основано на их способности за счет структурного сходства с П. к. нарушать использование микроорганизмами П. к. для синтеза фолиевой кислоты.

Паразитизм - форма взаимоотношений двух различных видов организмов, имеющая антагонистический характер, когда один из них (паразит) использует другого (хозяина) в качестве среды обитания. П. известен на всех уровнях организации живого, начиная с вирусов и бактерий и кончая высшими растениями и многоклеточными животными.

Параиммунитет - невосприимчивость к сопутствующему микроорганизму, возникающая одновременно с иммунитетом к микроорганизму - возбудителю заболевания.

Парамиксовирусы - (Paramyxoviridae) - семейство РНК-содержащих вирусов. Диаметр вирусных частиц 100-300 нм, нуклеокапсид спиральный, заключен в полиморфную липопротеидную оболочку. Содержит единичную одноцепочечную линейную молекулу РНК (молекулярная масса 7 млн Да). Размножаются в цитоплазме клеток позвоночных, созревая путем почкования на цитоплазматических мембранах. Вирионная РНК неинфекционна и комплементарна информационной РНК П. Распространяются без переносчиков. Индуцируя слияние клеток, П. приводят к образованию многоядерных гигантских клеток - поликариоцитов. Вызывают поражения дыхательных путей у животных и человека.

Паратиф - острое инфекционное заболевание, протекающее подобно брюшному тифу и вызываемое сальмонеллами.

Парвовирусы - (Parvoviridae) - семейство самых мелких ДНК-содержащих сферических вирусов, лишенных липопротеидной оболочки. Диаметр вирусных частиц 20 нм, капсид икосаэдрический. Содержат единичную одноцепочечную кольцевую ДНК. Размножаются в клеточных ядрах. Распространяются без переносчиков. Поражают насекомых, птиц, млекопитающих.

Пассаж - 1) прививка бактерий от одного животного другому; 2) перенос (пересев) культуры микроорганизма на новую по составу среду. Обычно термин употребляется с числовым значением (1-й П., 2-й П. и т. д.), что указывает на способность организма адаптироваться к данной среде. При полной адаптации число пересевов (П.) не ограничено. При отсутствии адаптации рост возможен при первом П., напр. за счет компонентов среды инокулята, но при новых П. рост культуры будет сильно замедляться или совсем прекратится.

Пассивная иммунизация - см. иммунизация пассивная.

Пассивный антагонизм - см. антагонизм.

Пастера эффект - явление подавления кислородом воздуха спиртового брожения, осуществляемого дрожжами. В основе П. э. лежит способность дрожжей в присутствии кислорода к переключению с субстратного фосфорилирования на окислительное фосфорилирование, что приводит к получению клетками большего количества энергии. В результате этого при аэрации рост дрожжей происходит более интенсивно. Эффект открыт Л. Постером в процессе изучения спиртового брожения при изготовлении вин.

Пастеризация - способ уничтожения вегетативных форм микроорганизмов в жидких средах, пищевых продуктах путем однократного и непродолжительного их нагрева до температур ниже 100 °С. Обычный режим пастеризации - 60-70 °С в течение 15-30 мин. Применяется для обработки молока, вин, пива и др. При П. погибает большинство бактерий, грибов, разрушаются фермен-

ты, но сохраняются витамины и вкусовые качества продуктов. Предложена Л. Пастером.

Патогенность - свойство паразитического микроорганизма образовывать токсины (экзотоксины и эндотоксины), обладающие высокой активностью по отношению к отдельным тканям организма хозяина (нервная, мышечная) или широкого спектра действия, что приводит к возникновению клинической картины болезни различной тяжести, вплоть до смертельного исхода. П. вместе с инфекционностью и инвазивностью определяют болезнетворность микроорганизма. См. также вирулентность.

Патогенность условная - потенциальная способность микроорганизма вызывать инфекционный процесс. В микробиол. практике она определяет строгие правила работы с живыми микроорганизмами даже тогда, когда среди них ранее не обнаруживались патогенные формы.

Патогенные сапротрофы - см. сапротрофы патогенные.

Патока - то же, что и меласса.

Пекарские дрожжи - см. дрожжи пекарские.

Пектины - полисахариды, образованные главным образом остатками галактуроновой кислоты, играют важную роль в жизни растений, некоторых водорослей. Расщепляют П. многие почвенные грибы и бактерии за счет образования пектолитических ферментов (пектиназ). Способность расщеплять П. обуславливает патогенность некоторых микроорганизмов для растений (*Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum* и др.).

Пелликула - 1) оболочка некоторых одноклеточных водорослей; 2) тонкая пленка на поверхности жидкой культуры микроорганизмов, состоящая из клеток или экс-трацеллюлярных продуктов.

Пена - коллоидная дисперсия газа в жидкости. Образование П. создает серьезную проблему при пром. выращивании микроорганизмов в жидких средах с активным перемешиванием и аэрацией. См. пеногашение. пенициллы (*Penicillium*) - род анаморфных грибов.

Включает около 250 видов, распространенных повсеместно, но главным образом в умеренной климатической зоне. Сапротрофы и паразиты. Вызывают порчу продуктов и участвуют в разложении растительных и животных остатков. Вместе с другими грибами образуют плесени. Продуценты антибиотиков, ферментов и органических кислот. *P. chrysogenum* и *P. notatum* используются для получения пенициллинов, *P. camamberti* и *P. roqueforti* - в сыроварении.

Пенициллин - антибиотик грибного происхождения. Открыт А. Флемингом в 1929 г. Исходная молекула - 6-аминопенициллановая кислота. Продуценты П. - плесневые грибы пенициллы и аспергиллы. В СССР был впервые получен в пром. масштабах в 1942 г. Известно более 40 аналогов П., в том числе созданных с помощью хим. модификации исходной молекулы. П. оказывает действие на растущие клетки бактерий, вызывая нарушения в синтезе клеточной стенки. Обладает мощным антимикробным действием в отношении грамположительных бактерий (кокков и некоторых анаэробных палочек). Как один из наименее токсичных антибиотиков до сих пор применяется в мед. практике при лечении гнойных инфекций, вызываемых стафилококками, стрептококками.

Пенициллиназа - фермент, расщепляющий β -лактамное кольцо 6-аминопенициллановой кислоты. Наличие П. обуславливает устойчивость бактерий к действию пенициллина. Многие полусинтетические (модифицированные) пенициллины не расщепляются П.

Пенוגашение - устранение пены, образующейся при пром. культивировании аэробных микроорганизмов. Осуществляется с помощью поверхностно-активных веществ, добавляемых в биореактор (животные и растительные жиры, синтетические ПАВ), а также размещением в ферментерах различных устройств для гашения пены, основанных на механическом, ультразвуковом и др. воздействиях на нее.

Пентозофосфатный окислительный путь - пентозный путь, пф-путь, гексозомонофосфатный путь, схема варбурга-диккенса-хорекера - циклическая последовательность ферментативных реакций окисления глюкозо-6-фосфата, происходящих в цитоплазме живых клеток и сопровождающихся образованием восстановленного кофермента - НАДФН₂. В функционировании П. о. п. достаточно четко выделяется два этапа. На первом глюкозо-6-фосфат окисляется до 6-фосфоглюколактона, который спонтанно или при участии фермента гидролизует до 6-фосфоглюконата. Последний дегидрируется до 3-кето-6-фосфоглюконата, из которого путем декарбоксилирования образуется рибулозо-5-фосфат. Этим завершается процесс окисления. На следующем этапе фосфопентоза претерпевает реакции изо-и эпимеризации, приводящие в конце концов к исходному продукту всей последовательности реакций - глюкозо-6-фосфату. Биол. значение П. о. п. заключается в снабжении клетки восстановленным НАДФН, а также в подготовке важных исходных веществ (пентозофосфатов, эритрозофосфата, глицеральдегид-3-фосфата) для процессов биосинтеза. П. о. п. обнаружен у многих микроорганизмов нередко в сочетании с гликолизом, что еще раз указывает на его конструктивную роль в метаболизме гетеротрофов. По своей сути П.о.п. является обращенным циклом Кальвина.

Пептон - продукт неполного гидролиза белков, состоящий из аминокислот, дипептидов, трипептидов, а также водорастворимых полипептидов. В мик-

робиол. практике применяется для приготовления некоторых питательных сред. См. также мясопептонный бульон.

Периодическая культура - см. культивирование периодическое.

Перитрихи - бактерии, имеющие многочисленные жгутики, прикрепляющиеся по всей поверхности клетки или вдоль боковых ее поверхностей.

Перифитон - совокупность живых организмов (растений, животных, микроорганизмов), прикрепленных к погруженным в воду предметам в водоемах. В наст. время в этом значении чаще употребляется термин «обрастание».

Перколятор - прибор для культивирования микроорганизмов на материале-носителе (почве, стеклянных бусах) с непрерывной подачей среды и одновременной аэрацией.

Перколяция - медленное прохождение жидкости через слой твердых частиц.

Пермеазы - белки-переносчики, участвующие в активном транспорте веществ через цитоплазматическую мембрану. Обладают специфичностью к переносимым соединениям. Перенос веществ П. осуществляется против градиента их концентраций и зависит от АТФ или др. носителей метаболической энергии.

Пероксидаза - фермент, катализирующий восстановление перекиси водорода до воды с участием восстановителя- $H_2A + H_2O_2 \rightarrow A + 2 H_2O$. П. обнаруживается наряду с каталазой у большинства аэробных организмов.

Пероксисомы - микроструктуры клеток дрожжей и некоторых простейших, окруженные одинарной мембраной. Содержат каталазу и др. ферменты, находящиеся обычно в кристаллической форме.

Пестициды - обобщенное название хим. препаратов, используемых как средства защиты растений (инсектициды, фунгициды, бактерициды); для борьбы с сорняками (гербициды). К П. относят также регуляторы роста растений (ауксины, гиббереллины), дефолианты. Большинство П. - синтетические органические вещества. В силу высокой токсичности многих П. их применение регламентируется строгими правилами.

Петри чашка - плоский круглый контейнер диаметром 8-10 см из стекла или прозрачной пластмассы, используемый для культивирования микроорганизмов на агаризованной среде. Предложена учеником Р. Коха нем. бактериологом Ю. Р. Петри в 1887 г.

Пикорнавирусы - (Picornaviridae) - семейство мелких РНК-содержащих сферических вирусов, лишенных внешней липопротеидной оболочки. Диаметр вирусных частиц 25-40 нм, капсид икосаэдрический. Содержат единичную одноцепочечную линейную молекулу РНК, обладающую инфекционностью. Размножаются в цитоплазме клеток позвоночных. Распространяются без переносчиков. Вызывают заболевания у животных и человека, поражают различные органы и системы (афтовирусы, кардиовирусы, энтеровирусы, риновирусы).

Пили - F-ВОРСИНКИ, ПОЛОВЫЕ ВОЛОСКИ, копуляционные ФИМБРИИ - нитевидные поверхностные придатки бактериальных клеток. Обнаружены преимущественно у грамотрицательных бактерий (роды *Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella* и др.). Число П. варьирует от единиц до сотен на клетку. Состоят из белка пилина с низким содержанием основных аминокислот. При конъюгации бактерий участвуют в передаче ДНК. Специфические рецепторы для фагов.

Пилотный завод - предприятие, на котором осуществляется масштабирование процессов выращивания продуцента и решаются проблемы перехода от лаб. уровня технологии к промышленному.

Пиноцитоз - 1) поглощение жидких питательных веществ эукариотической клеткой; 2) основной путь внедрения животных и растительных вирусов в клетку-хозяина. При этом происходит впячивание клеточной оболочки и обволакивание вирусной частицы.

Пировиноградная кислота - CH_3COCOON - кетокислота. Важнейший метаболит (центраболит). Пируваты (соли П. к. или ее анион) широко распространены в живых организмах. Образуется в результате гликолиза, при фотосинтезе, окислении и переаминировании некоторых аминокислот, декарбоксилировании солей щавелевоук-сусной кислоты. В анаэробных условиях пируват является акцептором водорода в целом ряде брожений (молочнокислое, спиртовое и др.).

Пируватдегидрогеназа - полиферментный комплекс, катализирующий окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты с образованием ацетил-КоА и CO_2 у аэробных микроорганизмов. Благодаря ему углеводы после расщепления, напр. в гликолизе до пирувата, включаются в цикл трикарбоновых кислот и подвергаются полному окислению.

Плазмиды - внехромосомные факторы наследственности, представляющие собой малые по сравнению с хромосомой замкнутые в кольцо двухцепочечные ДНК (молекулярной массой 106-108 Да), способные к автономной репликации. Термин предложен в 1952 г. Наиболее изучены бактериальные П., хотя они широко распространены во всех живых клетках, в том числе и высших организмов. П. придают содержащим их клеткам новые свойства-F-фактор (фертильности фактор) сообщает клеткам способность к передаче генов; Col-

факторы (колициногенные факторы) продуцируют бактериоцины; наличие R-факторов (резистентности факторов) обеспечивает устойчивость бактерий к лекарственным препаратам и т. д. В генной инженерии П. используются в качестве переносчиков чужеродной ДНК (векторов).

Плазмодесмы - цитоплазматические тонкие нити, диаметром 30-40 нм, соединяющие протопласты соседних клеток у трихомных бактерий, а также в растительных тканях. Число П. у разных клеток различно. Посредством П. осуществляются передача раздражений и передвижение веществ от клетки к клетке.

Плазмодий - вегетативное тело миксомицетов. Представляет собой многоядерную, лишенную оболочки протоплазму. П. может быть в виде пленки или выпуклым образованием размером от нескольких кв. миллиметров до 1-1,5 м². Способен к передвижению с помощью псевдоподий. В фазе роста П. сапротрофных миксомицетов обладает отрицательным фототаксисом и положительным гидротаксисом, что позволяет ему осваивать соответствующую среду обитания (темные и сырые места - под корой деревьев, мох и др.). Зрелый П. преобразуется в орган спороношения. См. также миксомицеты, таксисы.

Плектридиальное спороношение - терминальное расположение споры в клетке спорообразующих бактерий. В месте залегания споры клетка утолщается, в результате чего принимает форму барабанной палочки.

Плесени - ПЛЕСНЕВЫЕ ГРИБЫ - тривиальное название микроскопических грибов, образующих характерные налеты (плесени) на поверхности органических субстратов (пищевые продукты, бумага, кожа, текстиль и др.). Принадлежат к различным систематическим группам-зигомицетам (мукор), анаморфным грибам (аспергилл, пеницилл, три-ходерма и др.). Для них характерен обильно развивающийся воздушный мицелий. Вызывают порчу продуктов, пром. материалов. Широко распространены в почве, разрушают органические остатки и участвуют в их минерализации, некоторые - возбудители болезней растений. Многие используются для получения ферментов, антибиотиков, органических кислот, витаминов.

Плодовое тело - спороносный орган большинства сумчатых и базидиальных грибов (базидиомицетов). Образуется сплетением мицелиальных гиф и составляет обычно видимую часть гриба. Служит для защиты спор и их распространения. См. также мицелий.

Плотность оптическая - мера непрозрачности слоя вещества для световых лучей; характеризует ослабление оптического излучения в слоях различных веществ (красителей, светофильтров, растворов, газов). Измерение П. о. применяется для количественного определения концентраций различных веществ в растворах, суспензий клеток и т. п. Проводят измерение с помощью

приборов фотоэлектроколориметров или спектрофотометров путем сравнения П. о. контрольного и опытного образцов.

Пневмококки - бактерии *Streptococcus pneumoniae*, вызывающие у человека ряд заболеваний (чаще всего крупозное воспаление легких).

Поверхностно-активные вещества - поверхностно-активные вещества (ПАВ)

детергенты - вещества, снижающие поверхностное натяжение. Оказывая влияние на пограничные слои клеток, нарушают функции цитоплазматической мембраны и вследствие этого способны задерживать рост микроорганизмов и даже вызывать их гибель. Широко используются как моющие средства, эмульгаторы; в микробиол. - как дезинфицирующие вещества, пеногасители.

Позитивный геном - плюс-геном - однонитчатые РНК-или ДНК-содержащие геномы вирусов, выполняющие функции матрицы для синтеза новых геномов и одновременно иРНК. См. также инфекционность вирусных нуклеиновых кислот.

Поксвирусы - (*Pox/iridae*) - семейство самых крупных ДНК-содержащих вирусов. Вирионы размером 300 x x 240 x 100 нм состоят из ДНК-содержащей сердцевины и латеральных тел, окруженных мембраной. Содержат единственную двухцепочечную молекулу ДНК. Размножаются в цитоплазме клеток насекомых, птиц, млекопитающих. Некоторые передаются членистоногими. К П. относится вирус натуральной оспы человека.

Поливакцина - мед. препарат, состоящий из нескольких вакцин и способный при введении в организм вызывать невосприимчивость к соответствующим инфекционным заболеваниям.

Полисапробы - организмы, обитающие в бедных кислородом или бескислородных водах, но содержащих значительное количество органических веществ, CO₂, сероводорода, метана, а в илах - сульфида железа. К облигатным П. относятся бактерии-редуценты (напр., *Zoogloea ramigera*, *Beggiatoa alba*), а также поедающие их жгутиконосцы, др. простейшие. Активно разлагая органические вещества, П. осуществляют природную биологическую очистку сточных вод. На искусственных очистных сооружениях П. входят в состав активного ила. В зависимости от количества окисляемых веществ в окружающей среде выделяют также олигосапробы - обитатели чистых вод и мезосапробы - организмы, живущие в умеренно загрязненных органическим веществом водоемах.

Полиэтиленгликоль - синтетический полимер, используется при проведении генетической рекомбинации в бактериальных клетках для индуцирования слияния протопластов.

Поллютанты - вещества антропогенного происхождения, загрязняющие среду обитания живых существ. Различают П. пром. (напр., выбросы газов CO, SO₂, NH₃), сельскохозяйственные (стоки животноводческих комплексов и т. п.), бытовые (стоки, содержащие моющие средства и др.). См. также ксенобиотики.

Половые волоски - см. пили.

Полусинтетическое соединение - соединение, полученное хим. модификацией биол. продукта (напр., 6-аминопенициллановой кислоты при производстве различных пенициллинов). Нередко говорят о полусинтетическом методе получения соединения, когда его хим. синтез сопровождается стадиями превращения промежуточных продуктов путем биотрансформаций.

Популяция - совокупность особей одного вида, длительно занимающая определенное пространство и воспроизводящая себя в течение большого числа поколений. Термин применим, по существу, к любой культуре микроорганизмов.

Порины - трансмембранные белки, представляющие собой гидрофильные поры в липофильной мембране грамотрицательных бактерий.

Посевной материал - см. инокулят.

Почкование - способ вегетативного размножения, типичный для дрожжей и некоторых бактерий. Заключается в образовании выпячивания материнской клетки, которое развивается в новую клетку (почку). Почка может отделяться от материнской клетки или оставаться прикрепленной к ней.

Преципитации реакция - реакция взаимодействия *in vitro* антигена с антителом, приводящая к видимому невооруженным глазом помутнению среды или образованию осадка иммунного комплекса (преципитата). Применяется для идентификации антигенов и антител, контроля чистоты антигена, количественного определения антигенов и антител в исследуемом материале. Для постановки П. р. необходимы прозрачные растворы антигена и соответствующей сыворотки.

Проактиномицеты - группа бактерий актиномицетной линии, образующих мицелий лишь на ранних стадиях развития. П. не образуют спор, их размножение происходит за счет распада мицелия в стареющих культурах на отдельные палочковидные клетки. Пример П. - род *Nocardia*.

Провирус - форма существования генома вируса, при которой данный геном объединен с генетическим материалом клетки-хозяина в единые молекулы ДНК. В состоянии П. могут существовать некоторые бактериофаги (профаг) и онкогенные вирусы. Репликация П. происходит совместно с ДНК клетки. В

определенных условиях наблюдается индукция П., приводящая к освобождению генома вируса и его автономной репродукции. См. также виrogenия, лизогения.

Продигиозин - красный внутриклеточный пигмент, образуемый грамотрицательными неспорообразующими энтеробактериями рода *Serratia*. Растворим в этаноле. Окрашивает колонии бактерий на искусственных средах в красный цвет, а также некоторые естественные субстраты (хлеб, творог и др.). Близкие пигменты синтезируют некоторые актиномицеты. Полагают, что П. участвует в дыхании и служит резервом пролина.

Продукция биологическая

Продукция биологическая - биомасса живых существ биосферы, оцениваемая за единицу времени в отношении к площади суши, водной поверхности и т. п. Различают первичную П. б., производимую продуцентами, и вторичную, формируемую консументами.

Продуценты - 1) организмы, способные к фото-и хемосинтезу, создающие первичную биомассу из неорганических веществ (ср. консументы); 2) ; пром. микробиол. микроорганизмы, культивируемые с целью получения тех или иных продуктов (напр., *Penicillium chrysogenum* - П. пенициллина).

Прокариоты - одно из надцарств мира живых существ. В противоположность эукариотам имеют целый ряд отличительных признаков-генетический аппарат их клеток представлен двойной замкнутой нитью ДНК (бактериальной хромосомой), не отделенной мембраной от цитоплазмы; гистоны и митотический аппарат отсутствуют, нет интронов; отсутствуют органеллы, свойственные эукариотам (хлоропласты, митохондрии), их функции выполняют инвагинации цитоплазматической мембраны внутрь клетки; клеточная мембрана за небольшим исключением не содержит стеринов; жгутики имеют простое строение; в состав клеточной стенки входит пептидогликан муреин, нет целлюлозы, хитина. В физиол. отношении чрезвычайно разнообразные организмы; в отличие от эукариот ряд П. способны к азотфиксации. Названные признаки в значительной степени характеризуют представителей одного из царств П. - бактерий (эубактерий). Другое царство П. включает археи (архебактерии), имеющие сходный общий план строения клетки, но существенно различающиеся организацией ряда ее структур, биохим. составом последних, а также физиол. признаками. Согласно современным взглядам, П. являются наиболее древними организмами. См. также археи, бактерии.

Промилле - тысячная доля числа, обозначается знаком промилле; 1/10 процента.

Простая диффузия - см. транспорт, диффузия.

Простейшие - одноклеточные организмы, относящиеся к низшему порядку животных Protozoa; имеют дифференцированное ядро, вакуоли и различные включения.

Простеки - цитоплазматические выросты или выступы у некоторых бактерий, ограниченные клеточной стенкой и цитоплазматической мембраной. Форма нитчатая или шиповидная. П. увеличивают клеточную поверхность, прикрепляют клетки к субстрату, участвуют в конъюгации бактерий. Характерны для простекобактерий, стебельковых бактерий и др.

Простекобактерии - бактерии, обладающие специальными выростами - простеками. Большинство П. обнаружено среди олиготрофных микроорганизмов, обитающих в воде. У фотосинтезирующих бактерий *Prothecochloris* в простеках располагаются хлоросомы, содержащие пигменты фотосинтеза.

Протисты - термин, введенный Э. Геккелем в 1866 г. для обозначения микроорганизмов. Высшие П. - эукариоты (водоросли, грибы, простейшие), низшие П. - прокариоты (бактерии, археи). В наст. время термин употребляется обычно в значении одноклеточные эукариоты.

Протопласты - клетки микроорганизмов, полностью утратившие клеточную стенку. Могут образовываться в результате мутаций, автолитических процессов, действия некоторых антибиотиков (лизоцима, пенициллина). Микоплазмы и L-формы бактерий представляют собой П. Их получают и искусственно для исследовательских целей.

Прототрофы - микроорганизмы дикого типа, способные развиваться на простых средах без добавления сложных органических соединений. Ср. ауксотрофы.

Профаг - вирус бактерий, находящийся в состоянии про-вируса.

Псевдомонады (род *Pseudomonas*) - грамотрицательные палочковидные бактерии с полярно расположенными жгутиками, не образующие спор и растущие в аэробных условиях. Встречаются повсеместно - в почве, водоемах, сточных водах и в воздухе.

Психроактивные организмы - психротрофные организмы - микроорганизмы, способные расти в широких температурных пределах, но имеющие высокую активность при низких температурах. В отличие от психрофилов, растущих при постоянных низких температурах (глубокие водоемы, глубины океана), П. о. приспособлены к сезонным изменениям климата. В теплый период они накапливают значительную биомассу, но продолжают расти в то время, когда активность др. организмов полностью подавлена.

Психрофилы - микроорганизмы, хорошо растущие при пониженных температурах. облигатные П. не могут расти при температурах выше 20 °С, но растут при 0 °С и даже при отрицательных температурах, напр. на нижней стороне плавучих льдов. В основном водные организмы.

Птомаины - см. биогенные амины.

Путресцин - первичный амин (биогенный амин), один из птомаинов, трупных ядов. Образуется при деградации белков с участием микроорганизмов в результате декарбоксилирования орнитина:

Путь Эмбдена-Мейергофа-Парнаса - см. гликолиз.

Путь Энтнера-Дудорова - см. Энтнера-Дудорова путь.

Р

Рабдовирусы - (Rhabdoviridae) - семейство РНК-содержащих вирусов. Вирионы пулевидной формы (175 x 70 нм), нуклеокапсид двухнитевой, спиральный в липопротеидной оболочке. Содержит единичную одноцепочечную линейную молекулу РНК (молекулярная масса 4 млн Да). Размножаются в цитоплазме клеток растений, насекомых, птиц, рыб, млекопитающих. Некоторые Р. переносятся насекомыми. К Р. относится вирус бешенства.

Рад - внесистемная единица поглощения дозы ионизирующего излучения, равная дозе, при которой 1 кг вещества поглощает энергию 0,01 Дж.

Радиоавтография - см. авторадиография.

Радиопротекторы - радиозащитные средства, хим. соединения, применяемые для защиты биол. объектов от ионизирующих излучений. Вводятся в среду или организм до или во время облучения. К эффективным Р. относятся вещества, содержащие сульфгидрильные группы (напр., цистеин), а также др. соединения, вызывающие уменьшение окислительно-восстановительного потенциала. Защитное действие Р. видоспецифично. Так, некоторые Р. могут предохранить от излучений микроорганизмы и клетки в культуре, но не могут защитить млекопитающих.

Радиочувствительность - чувствительность биол. объектов к действию ионизирующих излучений. Мерой Р. является доза облучения, вызывающая гибель 50 % клеток или организмов (ЛД₅₀). Для разных биол. объектов Р. может существенно различаться - ЛД₅₀ для клеток млекопитающих - 200-350 рад; для бактерий и дрожжей - 10-45 тыс. рад; инфузорий и амёб - 300- 500 тыс. рад; для взрослых насекомых - 30-50 тыс. рад. Р. растёт с увеличением содержания ДНК, числа и размеров хромосом. На Р. влияет хим. состав клеток, физиол. состояние организма и др. На молекулярном уровне низкая Р. обеспечивается на-

личием в живых клетках системы генетической репарации поврежденных излучением участков ДНК.

Ревертаза - обратная транскриптаза, рнк-зависимая днк-полимераза - фермент РНК-содержащих вирусов, осуществляющий обратную транскрипцию, т. е. синтез ДНК провирусов, на матрице вирусной РНК. В ходе синтеза образуется гибрид РНК-ДНК, затем цепь ДНК реплицируется под действием ДНК-зависимой ДНК-полимеразы и возникшая двойная цепь ДНК подвергается дальнейшей репликации (провирус). Синтезированная при помощи Р. вирусная ДНК включается в геном инфицированной клетки. Р. открыта в 1970 г., в наст. время широко используется в генетической инженерии.

Редуценты - организмы, питающиеся мертвым органическим веществом и подвергающие его минерализации, т. е. разрушению до более или менее простых неорганических соединений, которые затем используются продуцентами. К Р. относят главным образом бактерии и грибы. Р. - заключительное звено в пищевой цепи.

Рекомбинация - в генетике перераспределение генетического материала родителей в потомстве, обуславливающее комбинативную изменчивость живых организмов.

Реовирусы - (Reoviridae) - семейство РНК-содержащих сферических вирусов. Вирусные частицы диаметром 75-80 нм имеют один или два икосаэдрических капсида. Оболочка отсутствует. Содержат 10-12 фрагментов двухцепочечной линейной РНК. Размножаются в цитоплазме. Поражают млекопитающих, птиц, беспозвоночных, растения.

Рестриктазы - ферменты, разрезающие ДНК по определенным нуклеотидным последовательностям (сайтам рестрикции). Открыты в конце 60-х гг. XX в. как агенты, элиминирующие чужеродные нуклеиновые кислоты (вирусов) в клетках бактерий. В дальнейшем было показано, что Р. кодируются не только геномом бактерий, но также бактериофагами, плазмидами. Главные инструменты генетической инженерии.

Ретровирусы - семейство РНК-содержащих вирусов. Диаметр вирусных частиц 80-100 нм. Капсид икосаэдрический, заключен в липопротеидную оболочку. Содержит несколько фрагментов одноцепочечной линейной РНК (мол. масса 10-12 млн Да), обратную транскриптазу. Размножаются в клетках птиц, млекопитающих, в том числе и человека. Многие Р. вызывают лейкозы, саркомы и опухоли молочных желез.

Рибофлавин - лактофлавин, витамин B₂ - производное гетероциклического соединения изоаллоксазина, связанное с многоатомным спиртом рибитом. Синтезируется микроорганизмами, растениями. Богаты Р. дрожжи.

Риверса постулаты - условия, при которых данный вирус может быть признан возбудителем определенного заболевания-1) во время болезни вирус должен обнаруживаться в клетках хозяина, вызывая в них, а также в крови или др. жидкостях тела, специфические поражения; 2) фильтраты инфекционного материала (крови или экстрактов растертых тканей), не содержащие бактерий или др. видимых (или культивируемых) микроорганизмов, при введении соответствующему животному или растению должны вызывать заболевание или образование специфических антител; 3) аналогичные фильтраты из тканей зараженных животных или растений также должны вызывать заболевание. Сформулированы Риверсом в 1937 г.

Ризосфера - слой почвы (2-3 мм), непосредственно прилегающий к корню растения и характеризующийся повышенным содержанием микроорганизмов. Состав микробиоты Р. зависит от типа почвы, вида и возраста растений. Действие микроорганизмов Р. многообразно-они переводят труднодоступные для растений соединения в легкоусвояемые, синтезируют биол. активные вещества, вступают в симбиоз с растениями (клубеньковые бактерии, микориза), выделяют токсины, участвуют в денитрификации и т. д.

Риккетсии - (Rickettsiaceae) - семейство бактерий. Названы по имени амер. микробиолога Х. Т. Риккетса, впервые описавшего возбудителя пятнистой лихорадки Скалистых гор. Плеоморфные кокковидные или палочковидные клетки (0,2-0,6 x 0,4-2,0 мкм), неподвижные, грамотрицательные, размножаются бинарным делением, спор не образуют. облигатные внутриклеточные паразиты членистоногих и млекопитающих. Возбудители сыпного тифа, лихорадки Ку и др. тяжелых заболеваний человека и животных.

Риновирусы - (Rhinovirus) - род РНК-содержащих вирусов семейства пикорнавирусов. Поражают верхние дыхательные пути позвоночных.

Родоспириллы - пурпурные несерные бактерии, типовой вид - *Rhodospirillum rubrum*. Водные организмы, растут как в анаэробных условиях на свету, так и в аэробных - в темноте.

Ртутная лампа - см. лампа ртутная.

Рубец - начальный отдел четырехкамерного желудка жвачных животных. В Р. происходит перемешивание и разложение растительного корма под действием многочисленной микробиоты, представленной бактериями и простейшими. Процесс разложения целлюлозного материала корма происходит главным образом по пути брожений, что сопровождается образованием органических кислот. Часть из них всасывается слизистой оболочкой Р., часть утилизируется метаногенами. рубнера правило - энергетический обмен животного в покое пропорционален не массе, а соотношению поверхности тела к его объему (установлено в 1893 г.). Р. п. объясняет высокую скорость метаболизма микроорганизмов, представляющих собой отдельные клетки малых размеров.

С

Сайт рестрикции - нуклеотидная последовательность в молекуле ДНК, узнаваемая эндонуклеазой рестрикции (рестриктазой).

Сальмонеллёзы - острые кишечные заболевания, вызываемые бактериями рода *Salmonella*.

Сальмонеллы - (*Salmonella*) - род энтеробактерий. Прямые палочки с закругленными концами (0,4-0,7 x 1,0-3,0 мкм), подвижные, грамотрицательные, факультативные анаэробы, гетеротрофы. Длительное время сохраняются во внешней среде и пищевых продуктах. Синтезируют эндотоксин. Большинство относятся к патогенным видам, вызывая сальмонеллёзы (тифопаратифозные заболевания, пищевые токсикоинфекции).

Самосборка - спонтанное упорядоченное объединение биополимеров, приводящее к образованию биол. важных структур-рибосом, мембран, ферментных комплексов, вирусов и т. д. Наиболее ярко способность к С. выражена у белковых молекул (в этом процессе могут участвовать также нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды). С. не требует затрат энергии и осуществляется за счет образования нековалентных, вторичных связей. Важную роль в С. играет комплементарность поверхностей взаимодействующих молекул. Как правило, протекает с участием одинаковых молекул и сходна с процессом кристаллизации.

Сапробность - характеристика водного источника, отражающая количество органического вещества в воде. Понятие «С.» сформулировано и разработано для внутренних водоемов. По степени загрязненности вод органическими веществами их делят на олигосапробные (с малым содержанием органики), мезо-и полисапробные, а организмы, в них обитающие (сапробионты), соответственно называют олигосапробами, мезосапробами и полисапробами. Несмотря на то что сапробионтами выступают преимущественно микроорганизмы, в микробиол. принят термин, характеризующий только олигосапробов, - олиготрофы.

Сапротрофы - общебиол. термин, характеризующий гетеротрофные организмы, использующие для питания органические соединения мертвых тел или выделения животных. Участвуя в минерализации органических соединений, С. составляют важное звено в биол. круговороте веществ и энергии. К С. относятся бактерии, грибы, а также немногие высшие растения и некоторые водоросли. Ср. сапрофиты.

Сапротрофы патогенные - микроорганизмы, патогенность которых определяется синтезом токсинов при сапротрофном росте и не связана с паразитизмом. Токсины, попадая тем или иным способом в организм человека, вызывают заболевания. Примеры подобных заболеваний - ботулизм, столбняк и др.

Сапротрофы, патогенные - и условно патогенные виды. Патогенные виды (возбудители скарлатины, рожи, ревматизма и др.) продуцируют экзо-и эндотоксины. *S. lactis*, вызывающий скисание молока, используется для производства кисломолочных продуктов, в качестве продуцента антибиотика низина. Ряд видов применяют для получения декстрана.

Сапрофиты - (уст.) - организмы, питающиеся остатками растений и животных и превращающие органические вещества в неорганические. В общебиол. литературе в настоящее время термин употребляется редко; в микробиол. используется как антоним паразитов, т. е. организмов, питающихся также готовыми органическими веществами, но живых организмов-хозяев. Напр., говорят о патогенных микроорганизмах - сапрофитах (возбудитель ботулизма) и паразитах (развивающихся в организме больного). Ср. сапротрофы.

Сарцины (род *Sarcina*) - бактерии кокковидной формы, которые при делении не расходятся, а образуют скопления в виде пластин или пакетов. Образование групп клеток у них связано с тем, что каждое последующее деление клеток происходит с изменением плоскости деления на 90° .

Сахароза - ТРОСТНИКОВЫЙ САХАР, СВЕКЛОВИЧНЫЙ сахар - дисахарид, состоящий из остатков глюкозы и фруктозы; один из наиболее распространенных в природе сахаров растительного происхождения. Основной источник углерода во многих пром. микробиол. процессах (меласса).

Сахаромицеты - (*Saccharomyces*) - род дрожжей из класса Архиаскомицеты (*Archiascomycetes*) порядка Сахаромицеты (*Saccharomycetales*). Эукариотные овальные или сферические, реже удлинённые клетки диаметром до 10 мкм, соединённые по две или в небольшие группы. Мицелия не образуют. Размножаются почкованием и аскоспорами. Известно около 20 видов. Нормальная микрофлора растений, размножаются в сочных плодах, нектаре. Кроме природных, *S.* включают так называемые культурные дрожжи (в основном *S. cere/isiae*)- пекарские, пивные, спиртовые и др., используемые в соответствующих отраслях пищевой пром-ти. Все *S.* активно сбраживают простые углеводы до этанола, синтезируют и аккумулируют большое количество витаминов группы В. Некоторые виды *S.* вызывают порчу мёда, варенья. Патогенных форм среди *S.* нет. *S.* являются удобными моделями эукариотических клеток для самых различных исследований в биохим., генетике, иммунологии и др., широко используются в биотехнологии.

Сведберга единица - единица измерения коэффициента седиментации, являющегося мерой массы макромолекул. Её находят, измеряя скорость осаждения молекул в центробежном поле. Названа в честь швед. физикохимика Т. Сведберга (1884-1971), разработавшего метод ультрацентрифугирования, сконструировавшего первую ультрацентрифугу и применившего её (1925) для определения мол. массы белков.

Сверхпродуцент - мутантный организм, продуцирующий большое количество какого-либо вещества, в частности вторичных метаболитов или интермедиатов центрального метаболизма. Широко используется в биотехнологии.

Свечения органы - органы животных, способные испускать свет и служить для опознавания особей своего вида, привлечения особей другого пола, приманивания добычи и др. Имеются у многих морских и наземных животных. Свет испускают фотогенные клетки или выделяемая ими слизь, а также светящиеся бактерии, живущие в специальных клетках или полостях. См. также биолюминесценция.

Седиментация - оседание мелких частиц какого-либо тела в жидкости или газе под действием гравитационного поля или центробежных сил.

Семейство - таксономическая категория в биол. систематике. С. объединяет близкие роды, имеющие общее происхождение. Латинское название С. образуют путем прибавления к основе названия типового рода окончания-idae (в зоологии и вирусологии) и-aceae (в ботанике, микологии и бактериологии).

Сенная палочка - см. палочка сенная.

Серобактерии - обобщенное название бактерий, окисляющих сероводород, др. восстановленные соединения серы, а также молекулярную серу. К С. относятся многие фототрофные пурпурные и зеленые бактерии, для которых неорганические соединения серы являются донорами электронов при фотосинтезе. Есть также бесцветные хемотрофные бактерии, использующие соединения серы как источники энергии и доноры электронов для ассимиляции CO₂ и роста в автотрофных условиях (хемосинтез). К их числу относятся большинство видов родов *Thiobacillus*, *Thiomicrospira* и др. Они окисляют сероводород и др. соединения серы в аэробных условиях до H₂SO₄ (тионовые бактерии). К С. относятся также нитчатые скользящие бактерии родов *Beggiatoa*, *Thiothrix*, *Thioploca*, ряд одноклеточных форм. Как правило, при окислении сероводорода они накапливают в клетках элементарную серу и нуждаются для роста в некотором количестве готовых органических веществ (собственно серные бактерии). К С. могут быть отнесены и некоторые цианобактерии, также способные окислять восстановленные соединения серы. К окислению серы в экстремально термофильных условиях (оптимум 80- 105 °C) способны археи родов *Sulfolobus*, *Acidianus*. В целом С. широко распространены в воде внутренних водоемов и Мирового океана, встречаются в почве, илах, месторождениях серы и сульфидных руд. Активно участвуют в круговороте серы в природе. Некоторые С. используются для выщелачивания металлов из руд. В результате образования серной кислоты могут быть причиной разрушения металлических, бетонных, каменных конструкций шахт, гидротехнических сооружений. сефадекс - торговое название выпускаемого в Швеции микропористого материала, представляющего собой дек-стран, молекулы которого соединены хим. связями. Сорбент, используемый при разделении смесей высокомолекулярных веществ,

определении мол. массы глобулярных белков и ферментов, обессоливании и концентрировании биополимеров.

Сибирская язва - острая инфекционная болезнь животных и человека, вызываемая *Bacillus anthracis*. Существует несколько форм С. я. - сепсис, кишечная, легочная, кожная. Заражение людей происходит от больных животных, при вскрытии трупов, разделке туш.

Сивушные масла - продукты нормального бродильного метаболизма дрожжей. Основными компонентами С. м. являются побочные продукты обмена изолейцина, лейцина и валина - смесь одноатомных спиртов, альдегидов. Представляют собой ядовитую маслянистую жидкость с неприятным запахом. Образуются как примеси при пром. производстве этанола методом брожения, существенно увеличивают его цену из-за больших расходов на очистку (ректификацию).

Симбиогенез - гипотеза о происхождении организмов путем симбиоза. Выдвинута в конце 60-х гг. XIX в. А. С. Фаминцыным на основе изучения структуры лишайников. Современные исследователи считают, что некоторые клеточные структуры эукариот возникли не путем внутриклеточной дифференцировки, а в результате серии симбиозов. Так, митохондрии рассматриваются как результат внедрения древней аэробной бактерии в анаэробный прокариотный организм, появление хлоропластов связывают с превращением цианобактерий в эндосимбионтов первичных эукариот. Таким образом, согласно этим представлениям современная эукариотная клетка рассматривается как симбиотический организм. В целом вопрос остается спорным.

Симбиоз - различные формы совместного существования разноименных организмов, составляющих симбионтную систему. Термин впервые предложил А. Де Бари в 1879 г. По характеру отношений между партнерами выделяют несколько типов С. - комменсализм, паразитизм, мутуализм. В свою очередь, эти типы имеют много градаций и переходных состояний. Позднее понятие С. было сужено до обозначения взаимовыгодных для обоих партнеров отношений (мутуализм). В современной биол. термин чаще используется в первоначальном значении.

Симпорт - сопряженный транспорт двух веществ через мембрану в одном направлении.

Синегнойная палочка - (*Pseudomonas aeruginosa*) - грамотрицательная бактерия, основной возбудитель болезней человека, вызываемых псевдомонадами (гнойно-воспалительные процессы, особенно в условиях лечебных стационаров). Установлена патогенность для рыб, млекопитающих, даже растений. В естественных условиях С. п. - обитатель почвы, воды, растений. Особенностью С.п. является способность к образованию пигментов, главным из которых является пиоцианин, окрашивающий питательную среду в синий цвет, отделяемое ран и перевязочный материал - в сине-зеленый цвет. Патогенность С. п.

обусловлена образованием как экзо-, так и эндотоксинов. Инфекции, вызванные *S. p.*, плохо поддаются лечению, что определяется множественной резистентностью бактерий, в том числе передаваемой R-плазмидами.

Синезелёные водоросли - см. цианобактерии.

Синергизм - совместное действие двух или более веществ (напр., лекарственных), усиливающее эффект каждого из них.

Систематика - раздел биол., задачей которого является описание и обозначение всех существующих и вымерших организмов, а также их классификация по таксонам (группировкам) различного ранга. Особое значение *S.* заключается в создании возможности ориентирования во множестве существующих видов организмов. *S.* часто разделяют на таксономию, понимая под ней теорию классификации организмов и собственно *S.* в широком смысле. Иногда термин «таксономия» употребляют как синоним *S.* *S.* использует для классификации всю совокупность частных признаков, характеризующих организмы (морфологические, физиол., биохим. и др.). Главное направление *S.* - наиболее полное отражение генеалогических связей различных таксонов с учетом эволюции организмов. Для прокариотных микроорганизмов до сих пор существуют серьезные затруднения в сборе всего комплекса признаков, необходимого для создания естественной *S.* В связи с этим микробиологи широко пользуются искусственной *S.*, при которой в таксоны объединяются организмы по сходным (ограниченным по числу) признакам без учета родственных связей. См. также нумерическая таксономия.

Сифилис - заразная венерическая болезнь, вызываемая бледной спирохетой *Treponema pallidum*.

Скрининг - выделение искомого микроорганизма из смешанной популяции путем получения клона из отдельной клетки. Термин широко используется в генетике и селекции микроорганизмов, в генет. инженерии для обозначения работы по выделению нужного мутанта (отдельной клетки) после обработки популяции клеток мутагенами или получения клона клеток с определенной плазмидой и т. п.

Слизь - см. капсула.

Слоевище - см. таллом.

Солод - продукт, получаемый проращиванием зерен злаков (ячменя, ржи, пшеницы, овса). Применяется в производстве пива, кваса, спиртных напитков, дрожжей.

Спириллы - граммотрицательные бактерии, имеющие вид спирально извитых палочек. Благодаря полярным жгутикам совершают винтообразные дви-

жения в воде, где обычно обитают. Большинство - хемоорганотрофы, многие растут при низкой концентрации кислорода (микроаэрофилы) и окисляемого субстрата в среде. Типичный род - *Spirillum*.

Спирохеты - (*Spirochaetales*) - порядок бактерий. Клетки винтообразно закручены, имеют характерные структуры (см. аксиальные фибриллы, аксо-стиль). Размножаются делением. Грамотрицательные, спор не образуют, хемоорганогетеротрофы. Аэробы, факультативные и строгие анаэробы. Сапротрофы и паразиты животных и человека (возбудители сифилиса, лептоспироза и др.).

Спирт древесный - уст. название метанола.

Список справочной литературы

Список справочной литературы - Большой энциклопедический словарь-Биология. М., 2001.

Гусев М. В., Минеева Л. А. Микробиология. М., 2003.

Дмитриева В. А., Дмитриев В. В. Русско-английский словарь терминов по микробиологии. М., 1991.

Егоров П. С. Основы учения об антибиотиках. М., 2004.

Емцев В. Т., Мишустин Е. П. Микробиология. М., 2005.

Заварзин Г. А., Колотилова П. П. Введение в природоведческую микробиологию. М., 2001.

Красильников А. П., Романовская Т. Р. Микробиологический словарь-справочник. Минск, 1999.

Медицинская микробиология / Под ред. В. И. Покровского, О. К. Поздеева. М., 1998.

Промышленная микробиология / Под ред. Н. С. Егорова. М., 1989.

Реймерс П. Ф. Популярный биологический словарь. М., 1991.

Стейниер Р., Эдельберг Э., Ингрэм Дж. Мир микробов. М., 1979.

Фробишер М. Основы микробиологии. М., 1965.

Шлегель Г. Общая микробиология. М., 1987.

Шлегель Г. История микробиологии. М., 2002.

Спорангий - орган, в котором происходит образование спор у грибов и растений. Название С. у грибов отражает особенности строения формирующихся в них спор (зооспорангий), их число (моно-, тетраспорангий), внешний вид (цистокарпий), способ образования спор (митоспорангий, мейоспорангий) и т. п. Высшие растения образуют только мейоспорангии.

Споры бактерий - см. эндоспоры, актиномицеты.

Среда - любой материал, поддерживающий рост (воспроизводство) микроорганизмов.

Среда инкубационная - среда, содержащая субстраты и вспомогательные реагенты с контролируемой температурой для проведения биохим. и цитохим. реакций.

Среда культуральная - СРЕДА ПИТАТЕЛЬНАЯ - среда, обеспечивающая рост культуры микроорганизмов.

Среда минимальная - среда, содержащая минимум ингредиентов, необходимых для роста клеток. Нередко С. м. называют средой синтетической.

Среда натуральная - среда, приготовленная из естественных продуктов (обычно растительного и животного происхождения). Напр., пивное сусло, мясопептонный бульон.

Среда полусинтетическая - среда, содержащая наряду с известными хим. компонентами небольшое количество ростовых добавок (напр., дрожжевой автолизат), точный хим. состав которых не известен.

Среда синтетическая - среда, состоящая из известных хим. компонентов в известной концентрации.

Среда твёрдая - СРЕДА ПЛОТНАЯ - среда, содержащая для уплотнения агар (агаризованная среда), желатину, силикагель или некоторые др. соединения.

Среда селективная - СРЕДА СЕЛЕКТИВНАЯ - среда, обеспечивающая преимущественный рост одних организмов по сравнению с др. С. э. используют обычно для получения накопительных культур микроорганизмов.

Стафилококки - (*Staphylococcus*) - род шаровидных бактерий. Клетки при делении в различных плоскостях не расходятся и образуют скопления, напоминающие гроздь винограда, хотя могут находиться в среде и одиночно. Неподвижные, грамположительные, факультативные анаэробы, хемоорганогетеротрофы, некоторые образуют пигменты. Широко распространены в почве, воздухе, представители нормальной кожной микрофлоры человека и животных. Патогенные и условно патогенные виды. Возбудители гнойно-воспалительных заболеваний. Патогенные С. образуют эндо-и экзотоксины.

Стебельковые бактерии - см. бактерии стебельковые.

Стенка клеточная - внешняя по отношению к клеточной мембране эластичная структура клеток большинства микроорганизмов. Опорным «каркасом» С. к. являются микрофибриллы целлюлозы (микроводоросли), хитина (грибы), сетчатая структура, построенная из муреина (бактерии) или псевдомуреина (археи). Структурный компонент С. к. связан с другими соединениями, закрывающими его как с наружной стороны клетки, так и со стороны цитоплазматиче-

ческой мембраны. Эти соединения представлены полисахаридами, белками, липидами, обладающими обычно антигенными свойствами. С. к. бактерий наряду с муреином включает уникальный класс хим. соединений - тейхоевые кислоты. С. к. определяет морфологию клетки и выполняет ряд важных для клетки функций. См. также клеточная стенка бактерий; муреин; окраска бактерий по Граму.

Стерилизатор - устройство для стерилизации лаб. посуды, реагентов, питательных сред и др. Обычно под С. понимают автоклав.

Стерилизация - обеспложивание, полное освобождение от живых микроорганизмов различных веществ и предметов, напр. пищевых продуктов, питательных сред, хирургического инструмента, посуды и т. д. Осуществляется действием высоких температур, бактериальных фильтров (холодная С.), а также применением хим. веществ, ионизирующих излучений.

Столбняк - заболевание, возникающее в результате раневых инфекций. Возбудитель С. - *Clostridium tetani*, столбнячная палочка, относится к пептолитическим клостридиям, строгий анаэроб, сапротроф. Образует устойчивые во внешней среде споры. Попадая в раневую полость с частичками почвы, пыли, развивается за счет отмирающих тканей и продуцирует экзотоксин (нейротоксин), всасывающийся в кровь и воздействующий на функции спинного мозга.

Стрептококки - (*Streptococcus*) - род шаровидных бактерий. Клетки С. расположены цепочками или парами, неподвижные, грамположительные. С. - факультативные анаэробы, большинство - хемоорганогетеротрофы, требовательные к составу среды.

Стрептомицеты - группа бактерий актиномицетной линии, включающая основной род *Streptomyces*. Вегетативные гифы образуют хорошо развитый разветвленный мицелий. Размножаются спорами, формирующимися на концах гиф, или кусочками вегетативного мицелия. Грамположительные, аэробы. Обитают С. в основном в почве; характерный запах сырой земли обусловлен летучими веществами, которые они выделяют. Многие С. - продуценты антибиотиков (стрептомицин, эритромицин и др.).

Сублимация - переход вещества из твердого состояния в газообразное, минуя стадию жидкости. Частный случай С. - лиофилизация.

Сулема - хлорид ртути ($HgCl_2$), сильный яд. 1 %-ный спиртовой раствор С. используется как антимикробное средство для протравливания семян, дезинфекции белья, одежды.

Сульфаниламиды - лекарственные антимикробные препараты, производные сульфаниловой кислоты (белый стрептоцид, сульфазол, сульфидин, сульгин и др.). Антимикробное действие С. основано на замещении ими нормального метаболита клеток парааминобензойной кислоты (конкурентное ингибирование).

Сульфатредукция - восстановление сульфата различными микроорганизмами. См. также бактерии сульфатредуцирующие.

Сульфитный щёлк - раствор, образующийся при сульфитной варке древесной целлюлозы. Содержит 2-5 % пентоз и гексоз, лигносульфонаты (до 10 %) и целый ряд др. соединений. Из 1 т целлюлозы образуется 8-9 м³ С. щ. Способами его утилизации являются выращивание на нем специальных дрожжей (производство БВК) или сбраживание с получением этанола.

Сумчатые грибы - см. аскомицеты.

Суперинфекция - 1) повторное заражение организма в условиях незавершенного инфекционного заболевания; 2) повторное инфицирование фагом клетки, несущей профаг.

Суперкапсид - внешняя оболочка сложных вирусов. Располагается поверх капсида. Состоит из мембранного белка, одного-двух слоев липидов и выростов, состоящих из липо-или гликопротеидов, выполняющих рецепторную функцию. Выполняет защитные функции у вириона, определяет многие характеристики вируса (антигенные свойства, чувствительность к повреждающим факторам и др.).

Супернатант - жидкость, располагающаяся над твердым слоем (осадком, седиментом) после центрифугирования или седиментации.

Супероксиддисмутаза - фермент, катализирующий превращение свободного перекисного радикала (O_2^-), образующегося в окислительных реакциях клетки, до перекиси водорода и кислорода-2 $O_2^- + 2 H^+ \rightarrow H_2O_2 + O_2$. Дальнейшее превращение перекиси идет при участии каталазы и пероксидазы. С. - обязательный фермент для всех организмов, контактирующих с воздухом (аэробы, микроаэрофилы, аэротолерантные организмы).

Сферопласт - бактериальная клетка, которая в результате действия литических агентов (лизоцима и др.), ингибиторов метаболизма или недостатка факторов роста утратила полностью или частично ригидный слой клеточной стенки. В гипотонической среде С. обычно принимают сферическую форму. В изотонических средах С. может размножаться и осуществлять метаболические реакции, характерные для нативного организма. Образование С. свойственно грамотрицательным бактериям. Ср. протопласт.

Сыворотка крови - жидкая часть крови, отделяемая при ее свертывании вне организма. Из С. к. иммунизированных определенными антигенами животных или человека путем ее очистки получают иммунные сыворотки, используемые как профилактические и лечебные средства. См. также антитоксины.

Т

Таксисы - двигательные реакции подвижных микроорганизмов под влиянием одностороннего раздражения-светом (фототаксис), хим. веществами (хемотаксис), температурой (термотаксис) и др.; различают Т. положительные (движение к раздражителю) и Т. отрицательные (движение от раздражителя).

Таксон - единица классификации или единица таксономическая. См. также таксономия.

Таксономия - теория классификации и систематизации организмов. См. также классификация, систематика.

Таксономия нумерическая - способ отыскания соподчинения видов или штаммов, основанный на количественной оценке возможно большего числа их признаков. Соблюдая определенные условия, оценку проводят с помощью ЭВМ. При этом каждый из признаков одного организма сравнивается с каждым признаком всех др. При попарном сравнении штаммов вычисляют коэффициенты сходства (их значения от 0 до 1), которые вносят в матрицу сходства, что дает наглядное представление о степени однородности исследуемого таксона.

Таллом - СЛОЕВИЩЕ - вегетативное тело водорослей, миксомицетов, грибов, лишайников, не дифференцированное на органы и не имеющее настоящих тканей.

Танк - в пром. микробиол. специально оборудованный резервуар, нередко большой емкости, для хранения, доработки или транспортировки жидкостей. В биотехнологии используется для созревания продукта (пивоварение), его осветления.

Тейхоевые кислоты - вещества матрикса клеточных стенок грамположительных бактерий. Состоят из 8-50 остатков глицерола или рибитола, связанных между собой фосфатными мостиками. Некоторые Т. к. содержат эрит-рол или маннитол. Через фосфат Т. к., по-видимому, связаны с муреином.

Тека - различные оболочки у животных и растений, в частности Т. - створка панциря диатомовых водорослей.

Температура оптимальная - достаточно узкий интервал температур (2-5°), в котором культура микроорганизма имеет максимальную скорость роста.

Тератома - опухоль, образующаяся на растении при инфицировании его *Agrobacterium*. То же, что и «корончатый галл». См. также галлы.

Термостат - прибор для поддержания постоянной температуры в ограниченном объеме (холодильники, тепловые камеры). В микробиол. практике Т. используются чаще всего для создания оптимальной температуры при выращивании культур микроорганизмов, для хранения культур при пониженных температурах и др.

Термофилы - микроорганизмы, приспособленные к жизни в условиях постоянно высоких температур. Средой обитания таких организмов являются природные горячие источники, саморазогревающиеся субстраты (влажные сено, зерно, навоз и др.), верхние слои почвы, сильно нагреваемые солнцем. Группу Т. делят на 4 подгруппы-термотолерантные виды растут в пределах от 10 до 55-60 °С, при оптимуме в 35-40 °С; факультативные Т. имеют максимальную температуру для роста в диапазоне 50-65 °С, но способны расти при комнатной температуре (20 °С); облигатные Т. обнаруживают способность расти при температурах около 70 °С и не растут ниже 40 °С; к четвертой группе Т. относятся экстремальные Т. и гипертермофилы, для которых оптимум лежит в пределах 80-105 °С при минимальной границе роста в 60 °С и максимальной - до 110 °С. Многие из них относятся к археям и представлены метаногенами и видами, метаболизирующими молекулярную серу. В целом термофилия свойственна преимущественно прокариотным организмам, для многих одноклеточных эукариот предельной является температура 60 °С, а многоклеточные способны расти при температурах до 50 °С.

Тест - пробные воздействия на организм с целью изучения его физиол. и биохим. свойств. Напр., вновь выделенные чистые культуры бактерий тестируются на возможность их роста на средах, содержащих различные сахара, аминокислоты, витамины и т. д. Полученные данные, с одной стороны, являются признаками, используемыми для идентификации организма, а с другой - позволяют сделать вывод о характере его метаболизма и спланировать дальнейшие исследования.

Тетрациклины - антибиотики, продуцируемые актиномицетами. Ингибируют синтез белка у прокариот, препятствуя присоединению аминоацил-тРНК к рибосомам. Известно свыше 30 соединений, относящихся к Т. Обладают широким антибиотическим спектром, активны в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий, ряда крупных вирусов.

Тиамин - ВИТАМИН В₁, - гетероциклическое водорастворимое соединение, производное пиримидина и тиазола. Синтезируется растениями и некоторыми микроорганизмами (преимущественно дрожжами).

Тилакоиды - 1) внутренние мембраны хлоропластов, организованные в виде стопки дисков; 2) внутрицитоплазматические мембраны разной организации (трубочки, пузырьки, скопления ламелл) фототрофных бактерий, место локализации пигментов и протекания фотосинтеза.

Тиндализация - ДРОБНАЯ СТЕРИЛИЗАЦИЯ - многократная (3-4-кратная) обработка стерилизуемого материала текучим паром (100 °С, несколько минут) с интервалами в 24 ч, в течение которых поддерживается температура, благоприятная для прорастания спор. Эти интервалы позволяют спорам прорасти и превратиться в вегетативные клетки, быстро погибающие при следующем нагревании материала до 100 °С. Недостаток метода заключается в большой затрате времени, а преимущество - в том, что он не требует специального оборудования. Применяется для стерилизации пищевых продуктов, др. материалов, портящихся при температуре выше 100 °С. Метод разработан англ. физиком Дж. Тиндалем.

Тионовые бактерии - см. бактерии тионовые.

Титр - 1) в хим. анализе концентрация раствора, выражаемая числом граммов вещества в 1 мл раствора; 2) в микробиол. количество клеток микроорганизма в единице объема материала (см. коли-титр); 3) в вирусологии концентрация инфекционных единиц вируса в единице объема материала.

Титрование - прием объемного хим. анализа, состоящий в постепенном прибавлении раствора какого-либо вещества с известным титром к раствору др. вещества, концентрацию которого необходимо установить. Т. широко используется в физиологии микроорганизмов для количественного определения метаболитов, накапливающихся в средах (напр., органических кислот).

Тиф - название ряда острых инфекционных заболеваний, сопровождающихся лихорадкой и расстройством сознания. Возбудители Т. - спирохеты, риккетсии и др.

Тогавирусы - (Toga/iridae) - семейство РНК-содержащих сферических вирусов из группы арбовирусов. Нуклео-капсид икосаэдрический, в липопротеидной оболочке. Содержат одноцепочечную линейную молекулу РНК. Размножаются в цитоплазме клеток членистоногих, пресмыкающихся, птиц, млекопитающих. Многие Т. передаются членистоногими. Возбудители болезней человека (краснуха).

Токсины - ядовитые вещества, образуемые живыми организмами, в том числе и микроорганизмами. По хим. природе - полипептиды. Исключение составляют афлатоксины, являющиеся производными кумаринов. Обладают антигенными свойствами. Среди микробных Т. различают экзотоксины (простые белки), которые образуются грамположительными патогенными бактериями и выделяются в среду в процессе их роста; эндотоксины (сложные белки - комплексы липополисахаридов с белками), которые освобождаются при распаде (лизисе) микроорганизмов. Гены, кодирующие экзотоксины, локализованы большей частью в плазидах или профагах, а не в бактериальной хромосоме. Все экзотоксины обладают высокой специфичностью, т. е. поражают опреде-

ленные ткани. Примеры экзотоксинов-тетаноспазмин и тетанолизин возбудителя столбняка, дифтерийный Т. и др. Эндотоксины находятся в наружных слоях клеточных стенок всех патогенных грамотрицательных бактерий. Действие их на организм относительно неспецифично. Примеры эндотоксинов-Т. возбудителей брюшного тифа, дизентерии и др.

Токсобность - показатель загрязненности природных вод токсичными веществами, поступающими в них с пром. и хозяйственно-бытовыми стоками; разработан для характеристики внутренних водоемов. В зависимости от степени загрязненности токсичными веществами различают поли-, мезо-и олиготоксобоные зоны водоема или водоемы в целом. Соответственно этому различают организмы-гидробион-ты, способные переносить соответственно сильную, среднюю и слабую степень токсичного загрязнения водоемов. Водоемы, в которых невозможна жизнь гидробионтов, называются гипертоксобоными.

Трансдукция - перенос генетического материала (часть молекулы ДНК с содержащимися в ней генами) из одной клетки в др. с помощью вируса, что приводит к изменению наследственных свойств клеток-реципиентов.

Трансдукция abortивная - перенос бактериальных генов в клетку нового хозяина посредством вирусного вектора, не сопровождающийся интеграцией нового генетического материала в геном клетки-реципиента. Привнесенные гены, однако, могут сохраняться в клетке некоторое время в качестве плазмиды.

Трансклоказы - см. пермеазы.

Транскриптаза обратная - см. ревертаза.

Транскриптазы - название полимераз, катализирующих синтез нуклеиновых кислот.

Трансмембранный электрохимический потенциал ($\Delta\mu_{H^+}$) - величина, определяющая разность концентрации протонов на внешней и внутренней стороне биол. мембран (внутренние мембраны митохондрий, тилакоиды хлоропластов, внутрицитоплазматические мембраны бактерий). Возникает за счет энергии, выделяемой при функционировании окислительно-восстановительных реакций дыхательной цепи или за счет поглощенных квантов света (фотосинтетическая цепь транспорта электронов). Т. э. п. может служить источником энергии для синтеза АТФ, обеспечения транспорта веществ, др. энергозависимых процессов клетки. транспорт - в биол. движение веществ через биол. мембрану. Имеет фундаментальное значение для всех живых клеток, определяя поглощение ими питательных веществ из внешней среды. Как правило, клетка поглощает только необходимые ей вещества. Специфичность поглощения зависит от наличия в цитоплазматической мембране особых транспортных белков пермеаз, или транс-локаз, обладающих свойствами ферментов-они могут индуцироваться субстратом, специфичны в отношении субстрата и образуются только в таких условиях, в которых возможен синтез белков. Что касается механизма

транспорта веществ, то различают два процесса-только транспорт, но не накопление веществ в клетке (простая диффузия и облегченная диффузия) и активный транспорт, приводящий к аккумуляции веществ внутри клетки даже при низкой концентрации их во внешней среде.

Транспорт активный - основной способ поглощения веществ прокариотической клеткой, при котором транспорт осуществляется независимо от концентрации вещества вне клетки. Т. а. протекает при участии специфических белков-переносчиков (пермеаз) с затратой энергии (АТФ, трансмембранный электрохимический потенциал, фосфоенолпируват).

Трепонемы - (*Treponema*) - мелкие формы спирохет. *Treponema pallidum* - возбудитель сифилиса.

Триптон - компонент питательных сред для культивирования микроорганизмов, представляющий собой казеин, обработанный панкреатическими ферментами.

Тритий (H3) - сверхтяжелый радиоактивный изотоп водорода с массовым числом 3. Широко используется в качестве радиоактивной метки в биол. исследованиях.

Тритон х-100 - неионный детергент, используемый для растворения цитоплазматических мембран без денатурации белка, а также для разрушения гидрофобных белковых агрегатов.

Трихомные бактерии - НИТЧАТЫЕ БАКТЕРИИ - грамотрицательные палочковидные бактерии, образующие трихомы - цепочки клеток, соединенные плазмодесмами. Трихомы снаружи могут быть одеты слизистым чехлом. Большинство - водные организмы, обладающие скольльзящим движением. К Т. б. относятся некоторые хемотрофные бактерии (*Beggiatoa*, *Thiothrix* и др.), ряд цианобактерий, некоторые фототрофные зеленые бактерии. Размножаются обрывками трихома. Несмотря на обилие в природе, Т. б. трудно поддаются выделению в чистую культуру и потому плохо изучены.

Трихомы - см. трихомные бактерии.

Трофосома - особый орган некоторых погонофор, в котором в качестве эндосимбионтов растут бактерии, окисляющие сероводород. Кровь животного снабжает этот орган и кислородом, и сероводородом.

Туберкулёз - инфекционное заболевание человека и животных, вызываемое бактериями *Mycobacterium tuberculosis*, *M. africanum*, *M. bovis*. Патогенез возбудителей определяется образованием эндотоксинов, приводящих к многообразным клиническим формам, включающим поражение легочной ткани, костей, суставов, мозговых оболочек, кожи, глаз и др.

Турбидостат - метод непрерывного культивирования микроорганизмов, при котором стабильность скорости деления клеток обеспечивается системой автоматического регулирования, контролирующей оптическую плотность культуры.

У

Убихинон - кофермент Q, компонент фотосинтетической и дыхательной электронтранспортной цепи, участвует в процессах окислительного фосфорилирования в качестве переносчика электронов между флавопротеидами и цитохромом b. Присутствует в тканях растений, животных и в микроорганизмах.

Уксусная кислота - CH_3COOH - монокарбоновая кислота. В свободном виде образуется ацетогенами в результате «карбонатного дыхания», в процессе неполных окислений, вызываемых уксуснокислыми бактериями, а также как побочный продукт ряда брожений (маслянокислое, молочнокислое). Активная форма У. к. - ацетилкофермент А (образуется в результате окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты, при окислении жирных кислот) - играет важнейшую роль в обмене веществ всех живых существ.

Ультрамикробы - микроорганизмы, невидимые в обычный световой микроскоп и проходящие через бактериальные фильтры. К У. относят риккетсии и некоторые др. бактерии; в отличие от вирусов они способны развиваться на искусственных питательных средах.

Ультрафиолет - УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ - невидимое глазом электромагнитное излучение с длиной волны 10-400 нм. Различают ближний У. (200-400 нм) и дальний У. (100-200 нм). Биол. действие У. обусловлено хим. изменениями поглощающих его молекул, главным образом молекул нуклеиновых кислот и белков, выражается в нарушении деления, возникновении мутаций и гибели клеток. На этих свойствах основано применение У. в практической микробиол. для стерилизации воздуха в помещениях, в качестве мутагенного фактора в селекции микроорганизмов и др. ультрацентрифуга - машина для создания с помощью вращающегося ротора поля центробежных сил, значительно превосходящих поле земного тяготения. Применяется для получения и дальнейшего анализа фракций клеток, мембран, белков, нуклеиновых кислот и др. макромолекул. Современные У. имеют скорость вращения ротора до 80 тыс. оборотов в минуту и ускорение в 10^6g . Первая У. изобретена и изготовлена Т. Сведбергом в 1923 г.

Уробактерии - бактерии, разлагающие мочевину с образованием аммиака и углекислоты. Аэробы, способны расти в щелочной среде (рН 9,5). Обитают в сточных водах, почве, навозе, моче. Разложение мочевины обусловлено наличием у У. конститутивного фермента уреазы. КУ. относятся *Proteus vulgaris*, *Bacillus pasteurii* и др.

Утилизация - использование, переработка с пользой каких-либо отходов. Нередко У. - микробиол. процесс, связанный, напр., с получением метана на основе переработки бытового мусора, навоза сельскохозяйственных предприятий; производством этанола и кормовых дрожжей на основе У. сульфитного щелока и др.

Ф

Фаги - вирусы, поражающие бактерии (бактериофаги) или водоросли (альгофаги).

...фаг(о)... - составная часть сложных слов, означающая поедание, поглощение, напр. бактериофаг, фагоциты.

Фагопрофилактика - применение бактериофага для предупреждения инфекционного заболевания при угрозе его возникновения.

Фагорезистентность - устойчивость бактерий к адсорбции фага. Определяется отсутствием на поверхности клетки специальных рецепторов (или клеточной стенки).

Фагоцитоз - активное захватывание и поглощение микроскопических инородных живых объектов (бактерии, фрагменты клеток) и твердых частиц одноклеточными организмами или специализированными клетками (фагоциты) человека и животных. Явление Ф. открыто в 1883 г. И. И. Мечниковым.

Фагоциты - специализированные защитные клетки соединительной ткани человека и животных, способные к фагоцитозу. У млекопитающих активными Ф. являются нейтро-филы (микрофаги) крови, клетки ретикулоэндотелиальной системы и макроглии, способные превращаться в активных макрофагов. Макрофаги имеются в крови, в соединительной ткани, в кроветворных органах, в печени, легких. Представляют собой крупные клетки изменчивой формы с псевдоподиями, содержат много лизосом. Нейтрофилы фагоцитируют мелкие частицы (бактерии и т. п.), макрофаги - более крупные частицы (погибшие клетки, их ядра и др.).

Фазовый контраст - контраст изображения, обусловленный разностью фаз между невозмущенными лучами, образующими светлый фон в поле зрения, и лучами, испытавшими рассеяние на исследуемых объектах. Достигается применением в световом микроскопе специального конденсора и объектива.

Факультативный - возможный, необязательный. Напр., Ф. анаэробы способны расти не только в бескислородных условиях, но и в присутствии кислорода.

Фенотип - совокупность всех признаков и свойств особи, формирующихся в процессе взаимодействия ее генетической структуры (генотипа) и внешней по отношению к ней среды.

Ферментация - биохим. переработка сырья под воздействием ферментов, содержащихся в нем самом (Ф. чайного листа, листьев табака), а также вызываемая микроорганизмами. В широком смысле слова все пром. производства на основе микроорганизмов являются Ф., так как они используют их ферментативную активность (сбраживание растительных и молочных продуктов, сбраживание углеводов с целью получения спиртов, органических растворителей, органических кислот и многие др.). ферментёр, БИОРЕАКТОР - аппарат для глубинного выращивания (культивирования) микроорганизмов или для осуществляемой ими ферментации какого-либо сырья. Представляет собой цилиндр с соотношением высоты к диаметру 2-1, выполненный из инертного материала (лаб. - из стекла, пром. - из нержавеющей стали), имеющий коммуникации для подачи питательной среды, удаления готового продукта, а также ряд устройств, обеспечивающих перемешивание, аэрацию, пеногашение, контроль за ходом ферментации. Ф. имеют также встроенные системы для стерилизации, поддержания стабильной температуры и др. Конструкции Ф. существенно различаются в зависимости от характера ферментации, которая в них осуществляется. Так, есть Ф. аэробные (обеспеченные системой аэрации), анаэробные (для проведения брожений), непрерывного действия (с постоянным введением свежей среды и выводом продуктов) и др.

Ферменты аллостерические - ферменты, обладающие наряду с активным центром регуляторным, или аллостерическим, центром, за счет которого под воздействием метаболитов может происходить изменение их активности.

Ферменты индуцибельные - ферменты ИНДУЦИРУЕМЫЕ - ферменты, скорость синтеза которых изменяется в зависимости от условий существования организма. Регуляция синтеза Ф.и. происходит на генетическом уровне под действием индукторов, в роли которых выступают соответствующие субстраты и метаболиты. Пример Ф. и. - β -галактозидаза некоторых микроорганизмов синтезируется только тогда, когда единственным источником углерода в питательной среде является лактоза или ее аналоги. Ср. конститутивные ферменты.

Ферменты конститутивные - ферменты, постоянно синтезирующиеся организмом независимо от условий существования или наличия соответствующих субстратов. Ср. индуцибельные ферменты.

Ферредоксины - железо-и серосодержащие белки, обладающие низким окислительно-восстановительным потенциалом (от -0,2 до -0,6 В) и принимающие участие в реакциях, протекающих в гидрогеназной системе многих анаэробных бактерий, в восстановлении азота азотфиксирующими бактериями, в фотосинтезе, в переносе электронов в дыхательной цепи митохондрий. В силу высокой функциональности Ф. широко распространены как у фотосинтезирующих, так и у нефотосинтезирующих организмов.

Фертильности фактор - плаزمида, контролирующая способность бактерии к конъюгации. Наличие Ф.ф. придает бактериальной клетке свойства донора (мужская клетка), отсутствие - свойство реципиента (женская клетка). Пример Ф. ф. - F-фактор кишечной палочки, представляющий собой двунитевую замкнутую молекулу ДНК, составляющую примерно 2 % ДНК «бактериальной хромосомы». Как и другие плазмиды, F-фактор может находиться либо в автономном состоянии, либо в интегрированном (в составе хромосомы бактерии). В первом случае при конъюгации передается только плазмида, во втором - может осуществляться перенос хромосомы донора в клетку реципиента.

Фибриллы аксиальные - внутриклеточные структуры спирохет, обеспечивающие их движение в жидкой среде и по твердому субстрату. Ф. а. числом от 2 до 100 располагаются под клеточной стенкой. Один конец Ф. а. прикрепляется вблизи полюса протопласта, второй - свободный. Клетка содержит два набора фибрилл, прикрепленных у каждого конца клетки. По хим. составу Ф. а. близки к жгутикам бактерий. Движение спирохет осуществляется за счет вращения фибрилл в периплазматическом пространстве между пептидогликановым слоем клеточной стенки и цитоплазматической мембраной. При этом на поверхности клетки возникает эластичная волна и клетка начинает изгибаться или совершать быстрое вращение вокруг длинной оси спирали.

Физиология - наука о жизнедеятельности организмов, о процессах, протекающих в их системах и структурных элементах, о регуляции функций; Ф. раскрывает законы функционирования организма как целого в его единстве и взаимодействии с окружающей средой.

Фикобионт - водорослевый компонент таллома лишайника. Может быть представлен цианобактериями, зелеными и (реже) др. водорослями. Большинство из них встречаются в свободноживущем состоянии, некоторые известны только в виде Ф. лишайников.

Фикомицес - (*Phycomyces*) - род грибов из порядка Мукоровые класса Зигомицеты. К Ф. относится продуцент β -каротина *P. blakesleanus*. Отличаются крупными спорангиеносцами и спорангиями. Темные сине-зеленые, отливающие характерным металлическим блеском спорангиеносцы этих грибов достигают 30 см в высоту и характеризуются положительным фототропизмом, а крупные, сначала ярко-желтые, а затем черные спорангии содержат до 70 тыс. спор. *P. blakesleanus* и др. виды рода широко используются для биохим., генетических, биофиз. исследований.

Фикоцианины - синие пигменты из группы фикобилинов, содержащиеся в цианобактериях (синезеленых водорослях).

Фикоэритрины - красные пигменты группы фикобилинов, содержащиеся в клетках красных водорослей и цианобактерий.

Фиксация - 1) биохим. процессы связывания атмосферного газа и превращения его в органическое соединение (Ф. углекислоты при фотосинтезе, азотфиксация);

2) метод подготовки клеток для наблюдения в световом микроскопе с минимальными нарушениями их начальной биол. структуры (предполагает умерщвление клеток и приклеивание их к подложке, напр. к предметному стеклу).

...фил - см. ...филия.

...филия - ...ФИЛ, ...ФИЛИЯ составная часть сложных слов, означающих любовь, расположение к чему-либо (осмофильный, базофилия и др.).

Филогенез - историческое развитие мира живых организмов как в целом, так и отдельных таксономических групп-царств, типов, классов, отрядов, семейств, родов и видов.

Фильтр бактериальный - аппарат для освобождения жидкостей (питательных сред), газов от бактерий методом пропускания их через пористый материал, размер пор которого меньше размеров клеток бактерий и их спор (т. е. размер пор составляет доли микрона). В качестве фильтрующего элемента используют керамику, асбестовые пластинки или специальные мембраны. Применяется в микробиол. и мед. для «холодной» стерилизации питательных сред и лекарственных препаратов, в технике - для очистки технологических жидкостей и газов в высокоточных технологиях (напр., в микроэлектронике).

Фильтр биологический - см. биофильтр.

Фимбрии - нитевидные и трубчатые придатки, расположенные на полюсах, латерально или по всей поверхности некоторых видов бактерий. От жгутиков Ф. отличаются меньшими размерами, прямой или слабоизогнутой формой, хим. составом. Трубчатые Ф. участвуют, по-видимому, в передаче генетического материала из одной клетки в др. (F-пили), нитевидные - в прикреплении клеток к твердым субстратам.

Фитогормоны - гормоны растений, органические вещества, вырабатываемые специализированными тканями высших растений и действующие в ничтожно малых количествах. Известно 5 типов Ф. - ауксины, гиббереллины, цитокинины (стимуляторы), а также абсцизовая кислота и этилен (ингибиторы). Многие Ф. синтезируются симбиотическими и паразитическими микроорганизмами, некоторые из микроорганизмов используются как продуценты Ф.

Фитон - компонент питательных сред для культивирования микроорганизмов, представляющий собой обработанную папином соевую муку.

Фитонциды - биол. активные вещества, синтезируемые растениями, убивающие или подавляющие рост и развитие др. организмов (главным образом микроорганизмов). Играют важную роль в иммунитете растений.

Фитофтора - (*Phytophthora*) - род микроскопических грибов оомицетов, паразитирующих на культурных растениях и вызывающих у них заболевания (фитофторозы пасленовых).

Флагеллин - специфический фибриллярный белок, содержащийся в жгутиках бактерий, архей.

Флексибактерии - скользящие бактерии, обладающие способностью изгибаться. Представлены нитевидными одноклеточными и многоклеточными трихомными формами (см. трихомные бактерии). Аэробные хемоорганотрофы, обитатели пресных и морских вод. Трудны для выделения в чистую культуру и потому плохо изучены.

Флоккуляция - осаждение частиц (клеток) в виде хлопьев. См. также дрожжи флоккулирующие.

Формалин - водный раствор формальдегида (обычно 37-40 %), содержащий 6-15 % метанола. Биоцид. Дезинфицирующее и дезодорирующее средство, жидкость для сохранения анатомических препаратов, дубления кожи и др.

Формиаты - соли и эфиры муравьиной кислоты (HCOOH).

Фосфобактерин - фирменное название отечественного почвоудобрительного препарата, содержащего культуру бактерий *Bacillus megaterium*, способных разрушать фосфоорганические соединения и переводить их в доступную для растений форму.

Фосфорилирование окислительное - синтез молекул АТФ из АДФ и неорганического фосфата за счет энергии окисления молекул органических и неорганических веществ. Ф. о. сопряжено с переносом электронов по дыхательной цепи, элементы которой встроены у эукариот во внутреннюю мембрану митохондрий, а у прокариот монтируются на внутрицитоплазматических мембранах. Открыто в 1930 г. В. А. Энгельгардтом, позднее А. Ленинджером показано наличие электронтранспортной цепи. Перенос электронов по дыхательной цепи митохондрий завершается восстановлением O_2 , синтез АТФ происходит в трех пунктах энергетического сопряжения. Дыхательная цепь прокариотных организмов может существенно отличаться от митохондриальной компонентами

и терминальным акцептором электронов, что отражается на эффективности их Ф. о. См. также окисление биологическое.

Фосфорилирование субстратное - синтез АТФ, не связанный с электрон-транспортной системой, при котором остаток фосфорной кислоты (H_2PO_3) переносится на АДФ от высокоэнергетического (фосфорилированного) соединения. Для ряда анаэробов (осуществляющих брожение) является единственным способом получения энергии.

Фотоавтотрофы - см. фотолитоавтотрофы.

Фотобиология - раздел биол., изучающий воздействие света на живые организмы, включая процессы фотосинтеза, фототаксиса и др.

Фотогетеротрофы - фотоорганогетеротрофы - организмы, использующие в качестве источника энергии свет, а в качестве донора электронов и источника углерода - органические соединения. К Ф. относят пурпурные бактерии, гелиобактерии, зеленые нитчатые бактерии.

Фотолитоавтотрофы - организмы, конвертирующие энергию света в энергию хим. связей и использующие в качестве источника углерода и донора электронов неорганические соединения (соответственно CO_2 и H_2O ; H_2 , H_2S , S_0 и др.). К Ф. относят растения, цианобактерии, зеленые и пурпурные фототрофные бактерии. Обычно Ф. называют фотоавтотрофами. Ср. фотогетеротрофы.

Фотосенсибилизация - усиление светом обычной чувствительности клеток к молекулярному кислороду. Обуславливает гибель клеток многих микроорганизмов в воздухе, на поверхности почвы под действием солнечного света. См. также каротиноиды.

Фотосинтез - образование клетками высших растений, водорослей и некоторыми бактериями органического вещества при участии энергии света. Происходит с помощью пигментов (хлорофиллов, бактериохлорофиллов и каротиноидов), локализованных в хлоропластах и хроматофорах клеток. В основе Ф. лежит окислительно-восстановительный процесс, в котором электроны переносятся от донора (вода, водород и др.) к акцептору (CO_2 , органические соединения) с образованием восстановленных соединений (углеводы) и выделением O_2 , если окисляется H_2O . Кислородный Ф. осуществляется высшими растениями, микроводорослями и прокариотными организмами - цианобактериями. Фототрофные бактерии, использующие иных, чем вода, доноров, кислород не выделяют - аноксигенный Ф. Подобный тип Ф. осуществляют пурпурные и зеленые бактерии, гелиобактерии. **ФОТОСИНТЕЗ АНОКСИГЕННЫЙ** - фотосинтез, протекающий без выделения кислорода. Осуществляют фототрофные бактерии.

Фототрофные микроорганизмы - фотосинтезирующие микроорганизмы, использующие энергию света для биосинтеза компонентов клеток и др. энергозависимых процессов, обеспечивающих их рост. К Ф. м. относятся пурпурные и зеленые бактерии, цианобактерии, гелиобактерии, водоросли (зеленые, красные, диатомовые и др.). Фотосинтез у всех Ф. м. (за исключением галобактерий) осуществляется при участии хлорофиллов и каротиноидов. У галобактерий основным пигментом фотосинтеза является бактериородопсин. У цианобактерий и водорослей фотосинтез идет с выделением кислорода. У др. Ф. м. при фотосинтезе кислород не выделяется, так как вместо воды в качестве донора электронов они используют молекулярный водород, восстановленные соединения серы, органические соединения. Источником углерода у большинства Ф. м. является CO₂ (фотоавтотрофы), но некоторые активно ассимилируют органические вещества (фотогетеротрофы). Многие фототрофные бактерии обладают способностью фиксировать молекулярный азот. Ф. м. обитают в воде, почве, обеспечивают накопление первичной биомассы, участвуют в круговороте серы, азота и др. биогенных элементов.

Фототрофы - общее название организмов, использующих свет в качестве источника энергии. К Ф. относятся растения и фототрофные микроорганизмы.

Фруктозобисфосфатный путь - см. гликолиз.

Фузариум - (*Fusarium*) - род микроскопических анаморфных грибов. Вызывает многочисленные заболевания культурных растений (фузариозы), а также отравления животных и человека продуктами растительного происхождения, контаминированными этими грибами.

Фунгициды - хим. или биол. агенты для борьбы с патогенными грибами - возбудителями болезней сельскохозяйственных растений.

Х

Хеми... - см. хемо....

Хемо... - ХЕМИ..., ХЕМО...составная часть сложных слов, указывающая на отношение к химии или хим. процессам.

Хемоавтотрофы - см. бактерии хемолитоавтотрофные.

Хемовар - внутривидовая категория для обозначения штамма или группы штаммов бактерий, выделяемых на основе биохим. или физиол. свойств.

Хемолитоавтотрофы - см. бактерии хемолитоавтотрофные.

Хемолитогетеротрофы - см. бактерии хемолитогетеротрофные.

Хемолитотрофы - см. литотрофы.

Хемоорганотрофы - см. бактерии хемотрофные.

Хемосинтез - тип метаболизма бактерий, основанный на усвоении организмами CO_2 за счет энергии, получаемой при окислении неорганических соединений (в отличие от фотосинтеза). Открыт С. Н. Биноградским в 1887 г. Водородные, нитрифицирующие, тионовые и др. бактерии осуществляют Х. в аэробных условиях, восстанавливают углекислоту в цикле Кальвина. Ряд прокариот, осуществляющих Х., могут использовать в качестве терминального акцептора электронов не кислород, а соединения серы, CO_2 . Путь усвоения углекислоты у них не связан с циклом Кальвина (метаногены, ацетогены). Хемосинтезирующие бактерии играют исключительную роль в биогеохим. циклах хим. элементов в биосфере.

Хемосистематика - ХЕМОТАКСОНОМИЯ - раздел систематики, изучающий разнообразие хим. состава организмов, клеточных структур. Использует методы биохим., мол. биол., генетики, математики. В Х. исследуются прежде всего белки, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы, продукты вторичного метаболизма. Обычно методы Х. сочетаются с методами нумерической таксономии. К методам Х. относится изучение структуры ДНК и РНК, белков, что позволяет оценить сходство генотипов организмов. Наиболее важным достижением Х. является открытие нового царства микроорганизмов - архей.

Хемотростат - метод непрерывного культивирования микроорганизмов, основанный на поддержании в питательной среде оптимальной для их экспоненциального роста концентрации необходимых субстратов. Достигается непрерывной подачей в биореактор свежей питательной среды (и вывода того же количества микробной суспензии). Скорость подачи среды контролируется специальными датчиками, реагирующими на концентрацию субстратов. Ср. турбидостат.

Хемотаксис - движение подвижных организмов под влиянием одностороннего раздражения хим. веществами. См. также таксис.

Хемотрофы - организмы, получающие энергию за счет окисления хим. соединений (органических и неорганических). Ср. фототрофы.

Хитин - опорный полисахарид беспозвоночных (наружный скелет членистоногих) и компонент клеточной стенки грибов и некоторых зеленых водорослей. Линейный полимер из остатков N-ацетил-О-глюкозамина в клеточной стенке, образует (подобно целлюлозе, муреину) высокоупорядоченные, не растворимые в воде структуры. Расщепляется ферментами хитиназами и лизоци-

мом. Способность организмов синтезировать Х. - важный биохим. признак, используемый в систематике.

Хламидии - (Chlamydiales) - порядок бактерий. Мелкие кокковидные микроорганизмы (0,2-1,5 мкм), грамотрицательные, облигатные внутриклеточные паразиты. За неспособность синтезировать собственные высокоэнергетические соединения (они развиваются за счет богатых энергией соединений клетки-хозяина) их называют иногда «энергетическими паразитами». Включают одно семейство, один род с двумя видами - *Chlamydia trachomatis* - возбудитель трахомы и *Ch. psittaci* - возбудитель орнитозов.

Хламидобактерии - тривиальное название группы бактерий, обладающих чехлом. Бесцветные грамотрицательные нитчатые бактерии, состоящие из цепочки клеток, заключенных в слизистый чехол (влагалище). Неветвящиеся или с ложным ветвлением. Чехол может нести включения оксидов железа, марганца. Размножаются подвижными жгутиковыми клетками, выползающими из чехла, или неподвижными клетками. Водные организмы, вызывают обрастание погруженных в воду предметов. Важнейшие представители Х. относятся к родам *Sphaerotilus*, *Leptothrix*, обуславливают обильные отложения железа и марганца в стоячих водах. Поселяясь в водопроводных, канализационных трубах, могут быть причиной их закупорки в результате обильного образования слизи.

Хламидоспоры - споры головневых и некоторых др. грибов, образующиеся вегетативно при распадении мицелия на отдельные клетки. Имеют различную форму, покрыты толстой оболочкой. Возникают при неблагоприятных условиях, истощении питательных веществ в среде и служат для сохранения гриба.

Хлорамины - группа хлорсодержащих аминов. Сильные окислители. Некоторые Х. используются как эффективные дезинфицирующие средства (напр., 0,25-0,50 %-ный водный раствор монохлорамина Б).

Хлорамфеникол - ЛЕВОМИЦЕТИН - антибиотик актиномицетного происхождения. Широко используется в исследовательской практике для оптимизации репликации плазмид в клетках *Escherichia coli*, а также в качестве селективного ингибитора синтеза белка, не влияющего на др. процессы. В медицине Х. применяется в качестве бактериостатического средства в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий (возбудителей трахомы, ряда венерических заболеваний, пневмонии и др.).

Хлорелла - (*Chlorella*) - род хлорококковых водорослей. Клетки одиночные, шаровидные, диаметром до 15 мкм с гладкой оболочкой и постенным хлоропластом. Растут в пресных и соленых водах, в поверхностных слоях почвы, фикобионты лишайников. Виды Х. нетребовательны к условиям обитания, распространены повсеместно. Отличные объекты для изучения процесса фотосинтеза, перспективны для получения кормовой биомассы, для регенерации воздуха в замкнутых системах (подводные лодки, космические корабли).

Хлоробактин - типичный каротиноид зеленых фототрофных бактерий рода *Chlorobium*.

Хлоросомы - органеллы зеленых бактерий, содержащие бактериохлорофилл. Располагаются в непосредственной близости от цитоплазматической мембраны, будучи связанными с ней функционально-Х. несут светособирающие, так называемые антенные пигменты (пигменты реакционного центра монтируются в цитоплазматической мембране).

Хлорофиллы - зеленые пигменты растений и ряда фототрофных микроорганизмов, с помощью которых (вместе с комплексом каротиноидов) они улавливают энергию солнечного света и осуществляют фотосинтез. Основу Х. составляет магний-порфириновый комплекс и ряд заместителей, определяющих различия в спектрах поглощений отдельных Х. Различают Х. а, b, с, d, встречающиеся у высших растений, водорослей, цианобактерий, с максимумами поглощения в области 680-780 нм. У фототрофных бактерий, осуществляющих аноксигенный фотосинтез, обнаруживаются аналоги Х. - бактериохлорофиллы а, b, с, d, e, g со спектрами поглощения света в интервале 712-1035 нм.

Холера - острое инфекционное заболевание человека, вызываемое холерным вибрионом (*Vibrio cholerae*). Как и все вибрионы, он имеет форму слегка изогнутой палочки, грамотрицателен, обладает активной подвижностью за счет единственного жгутика, хемоорганотроф, аэроб. Распространение болезни происходит через некачественную питьевую воду. Развитие паразита сопряжено с синтезом экзотоксина, вызывающего ферментативный лизис клеток слизистой кишечника, что приводит к сильному обезвоживанию организма больного.

Хроматография - метод разделения и анализа смесей, основанный на различном распределении их компонентов между двумя фазами - неподвижной и подвижной (элюентом). Х. может основываться на разной способности компонентов к адсорбции (адсорбционная Х.), абсорбции (распределительная Х.), ионному обмену (ионообменная Х.) или др. В зависимости от агрегатного состояния элюента различают газовую и жидкостную Х. Х. роматографическое разделение проводят в трубках, заполненных сорбентом (колоночная Х.); в капиллярах длиной в несколько метров, на стенки которых нанесен сорбент (капиллярная Х.); на пластинках, покрытых слоем адсорбента (тонкослойная Х.); на бумаге (бумажная Х.). Х. широко используется в исследовательской практике для выделения индивидуальных веществ, как средство контроля чистоты веществ и др. Первые исследования с применением Х. проведены рус. физиологом растений М. С. Цветом в 1903 г. при изучении пигментов зеленого листа.

Хроматофоры - внутриклеточные структуры пурпурных фототрофных бактерий, содержащие пигменты. См. также тилакоиды.

Хромосома бактериальная - молекула ДНК у бактерий, имеющая вид замкнутой в кольцо нити. Функционально соответствует ядру эукариотных клеток. См. также нуклеоид.

Ц

Царство (REGNUM) - самая высокая таксономическая категория в системе организмов. Вначале все живые организмы делили на два Ц.: растения и животные. К середине XX в. эта точка зрения устарела. Большинство современных ученых признают необходимым выделение таксона более высокого ранга, чем Ц., а именно надцарства (super-regnum). Таких надцарств два: прокариоты и эукариоты. Надцарство прокариот включает два Ц. - археи и бактерии (в том числе цианобактерии); надцарство эукариот - три Ц.: животные, грибы, растения.

«Цветение» воды - массовое размножение цианобактерий и зеленых водорослей в водоемах при попадании в них стоков с высоким содержанием питательных веществ как органических (стоки сельскохозяйственных предприятий, хозяйственно-бытовые стоки), так и минеральных (смыв удобрений с полей).

Ценоз - БИОЦЕНОЗ - любое сообщество организмов определенной среды обитания. Различают зооценозы (сообщества животных), фитоценозы (сообщества растений), микро-биоценозы (сообщества микроорганизмов).

Центр активный - 1) в этимологии часть молекулы фермента, ответственная за присоединение и превращение субстрата. Образуется функциональными группами аминокислотных остатков, расположенных строго определенным образом в пространстве. Структура Ц. а. соответствует хим. строению субстрата, благодаря чему достигается специфичность действия ферментов. Нередко в построении Ц. а. участвуют коферменты или атомы металлов. В одной молекуле фермента может быть несколько Ц. а.; 2) в иммунологии участок молекулы антитела, связывающийся с антигенами.

Центрифуга - аппарат для механического разделения смеси на составные части под действием центробежной силы. См. также ультрацентрифуга.

Цефалоспорины - природные (продуценты - грибы рода *Cephalosporium*) и полусинтетические антибиотики, близкие по строению к пенициллину. Эффективны в отношении бактерий, устойчивых к пенициллинам. Используются для лечения пневмонии, сепсиса, менингита и др.

Цианиды - соли синильной (цианистоводородной) кислоты. Сильные клеточные яды. Вызывают угнетение всех аэробных организмов, блокируя перенос электронов между цитохромами. В исследовательской практике используются для изучения компонентов дыхательной цепи.

Цианкобаламин - ВИТАМИН В12 - водорастворимый витамин. Синтезируется многими прокариотными микроорганизмами. В пром. масштабах Ц. получают на основе культивирования пропионовокислых бактерий (*Propionibacterium freudenreichii*, *Prop. shermanii*) или смешанной культуры метаногенов.

Цианобактерии - группа прокариотных фототрофных организмов, называемых также синезелеными водорослями. Включают одноклеточные и многоклеточные три-хромные формы. Клетки - типичные для прокариот. С другой стороны, Ц., подобно высшим растениям и водорослям, осуществляют фотосинтез с выделением молекулярного кислорода. Многие Ц. фиксируют атмосферный азот. Ц. выделены в группу оксигенных фототрофных бактерий, состоящую (на основе учета морфологических признаков) из пяти порядков. Два первых порядка - *Chlorococcales* и *Pleurocapsales* - представлены одноклеточными формами, три последующих (*Oscillatoriales*, *Nostocales*, *Stigonematales*) - многоклеточными. Название Ц. широко используется в микробиол. литературе, тогда как в ботанической сохраняется термин «синезеленые водоросли».

Цианофицин - запасное вещество полипептидной природы, встречающееся только у цианобактерий; накапливается главным образом в гетероцистах.

Цикл Арнона - путь ассимиляции углекислоты некоторыми бактериями. Циклический механизм, в основе которого лежат реакции восстановительного карбоксилирования органических кислот. В результате одного оборота цикла происходит фиксация CO_2 в четырех реакциях, две из которых идут при участии восстановленного ферредоксина. При этом из 4 молекул углекислоты и восстановителя с затратой АТФ синтезируется 1 молекула щавелевой кислоты. Укороченный вариант цикла с синтезом ацетата представляет собой по существу обращенный цикл трикарбоновых кислот (ЦТК). Впервые был обнаружен у зеленых фотосинтезирующих бактерий *Chlorobium limicola*.

Цикл глиоксилатный - циклический ферментативный процесс (видоизмененная форма цикла Кребса), в котором происходит последовательное превращение активированного ацетата (ацетил-КоА) через стадию образования глиоксиловой кислоты. Обнаружен у многих микроорганизмов, у животных отсутствует. В результате функционирования Ц. г. при каждом обороте в него включаются две молекулы ацетил-КоА и образуются одна молекула янтарной кислоты и два атома водорода (в составе восстановленного НАД), окисляющиеся в дыхательной цепи с образованием АТФ. Основная функция Ц. г. - образование дикарбоновых кислот, необходимых для процессов биосинтеза. Ц. г. делает возможным рост микроорганизмов в среде, содержащей ацетат (или жирные кислоты, расщепляющиеся с образованием ацетил-КоА) в качестве единственного источника углерода и энергии.

Цикл Кальвина - наиболее распространенный путь восстановления углекислоты при фотосинтезе (исключение составляют зеленые бактерии) и хемосинтезе. Первичные продукты фотосинтеза и хемосинтеза (энергия в виде АТФ

и восстановитель) используются в Ц. К. для превращения углерода в углеводы. CO₂ присоединяется к рибулозобисфосфату с участием фермента рибулозобисфосфаткарбоксылазы. Из полученного шестиуглеродного соединения образуется трехуглеродная фосфоглицериновая кислота, восстанавливаемая затем с использованием АТФ и НАДФ Н до трехуглеродных сахаров, из которых и образуется конечный продукт - глюкоза. Вместе с тем часть триозофосфатов претерпевает процесс конденсации и перестройки, превращаясь в рибулозомонофосфат, который фосфорилируется за счет АТФ до рибулозобисфосфата - первичного акцептора CO₂, что и обеспечивает непрерывную работу цикла. По своей сути Ц.К. представляет собой обращенный пентозофосфатный окислительный путь расщепления сахаров.

Цикл трикарбоновых кислот - цикл трикарбоновых кислот (ЦТК) цикл Кребса, цикл лимонной кислоты - важнейший биохим. механизм, обеспечивающий энергетический и конструктивный метаболизм всех живых клеток. Открыт Х. Кребсом и У. Джонсоном в 1937 г. У эукариот полный набор ферментов ЦТК обнаруживается главным образом в митохондриях, у прокариот они локализованы на внутрицитоплазматических мембранах. ЦТК - конечный путь, завершающий распад в клетках углеводов, органических кислот, др. соединений, поскольку представляет собой циклический процесс окисления активированного ацетата до углекислоты, ГТФ или АТФ (2 моль на 1 моль ацетата за счет субстратного фосфорилирования) и восстановителей никотинамидной и флавиновой природы. Утилизация восстановителей в дыхательной цепи обеспечивает дополнительный синтез клеткой АТФ. Участие ЦТК в анаболизме определяется возможностью клеток использовать промежуточные соединения цикла для новообразования аминокислот, порфиринов и др. Видоизмененная форма ЦТК - глиоксилатный цикл (шунт) - обеспечивает жизнь микробных клеток при росте на низкомолекулярных субстратах в качестве единственного источника энергии и углерода. Полный ЦТК, включая глиоксилатный цикл (шунт), обнаруживается только у аэробных микроорганизмов. Анаэробы не содержат ферменты изоцитратлиазу и α-кетоглутаратдегидрогеназу, в результате этого у них отсутствуют и глиоксилатный цикл, и замкнутый ЦТК. В то же время анаболические функции этого механизма сохраняются, так как остающиеся реакции обеспечивают клетку необходимыми соединениями для биосинтеза. У некоторых зеленых фототрофных бактерий, сульфатвосстанавливающих бактерий показано наличие обращенного ЦТК, обеспечивающего ассимиляцию углекислоты с образованием первичных продуктов в виде ацетата или оксалацетата (цикл Арнона).

Циклоспорин - см. иммунодепрессивные вещества. циста - покоящаяся форма у некоторых микроорганизмов, образуемая как особая стадия жизненного цикла или в ответ на неблагоприятные условия среды. цитохромы - дыхательные ферменты, компоненты дыхательной цепи, сложные белки (гемопротеиды), осуществляющие в живых клетках ступенчатый перенос электронов (водорода) посредством обратимого изменения валентности атома железа в геме от окисляемых органических веществ к молекулярному кислороду.

ЦТК - см. цикл трикарбоновых кислот.

Ч

«Чёрные курильщики»- гидротермы, глубоководные горячие источники, обнаруженные на дне Тихого океана (глубины до 3000 м). Название получили из-за темного цвета воды, температура которой достигает 250 °С и выше. Кипения воды не происходит благодаря высокому давлению - 300 атм. Населены активно развивающимися прокариотными микроорганизмами. Научное название «Ч. к.» - абиссогидротермаль.

Чистая культура - см. культура чистая.

Чума - заболевание человека и животных, вызываемое бактерией *Yersinia pestis*. Патогенез возбудителя определяется образованием термолабильного экзотоксина в виде двух форм (А и В) и так называемого «мышинного» токсина, способного вызывать гемолиз эритроцитов и растворять фибрин. Для Ч. характерна природная очаговость; передается от больных животных (через блох) и воздушно-капельным путем. Существуют разные формы Ч. - бубонная, легочная (отличается высокой степенью контагиозности, т. е. заразности). До применения стрептомицина летальность для Ч. составляла 40-100 %.

Ш

Штамм - чистая культура микроорганизма, выделенная из определенного источника или полученная в результате мутаций. Разные Ш. одного и того же микроорганизма могут отличаться рядом свойств, напр. вирулентностью, чувствительностью к антибиотикам. Ш. микроорганизмов, используемых в пром-ти в качестве продуцентов антибиотиков, аминокислот и др. биол. активных веществ, как правило, значительно продуктивнее природных Ш.

Штрих - метод посева микроорганизмов на поверхность твердой питательной среды, напр. для определения спектра действия антибиотиков.

Э

Эврибионты - живые организмы, способные переносить значительные изменения факторов окружающей среды. Термин чаще используется для определения соответствующих растений и животных.

Экзотоксины - яды (токсины), выделяемые живыми патогенными грамположительными бактериями в окружающую среду. Представляют собой белки с молекулярной массой 10-900 тыс. Да. Э. термолабильны. Оказывают избирательное действие на клетки хозяина. Синтез Э. контролируется во многих случаях плазмидой или профагом, а не бактериальной хромосомой. Высокотоксичны. Действие токсинов проявляется в разрушении некоторых субклеточных

структур или в нарушении определенных клеточных функций. Э. являются основным фактором патогенности возбудителей дифтерии, столбняка, ботулизма, холеры и др.

Экзоферменты - ферменты, локализованные на внешней стороне клеточной мембраны. У бактерий Э. могут выделяться во внешнюю среду или находиться между клеточной стенкой и клеточной мембраной.

Экстракт - препарат, приготовленный из биол. материала, в котором клетки были разрушены и клеточные фрагменты удалены центрифугированием, осаждением или фильтрованием. Э. используются как компоненты питательных сред (дрожжевой экстракт) или для изучения активности клеточных ферментов.

Экстракт дрожжевой - продукт, получаемый из дрожжевого автолизата разведением его в 4 раза водой и последующим фильтрованием или центрифугированием с целью удаления нерастворимых (твердых) компонентов. После мягкого высушивания может длительное время храниться в порошке. Используется для приготовления сред, как и дрожжевой автолизат.

Электрофореграмма - изображение колонки или пластинки после разделения и проявления сложной смеси с помощью электрофореза.

Электрофорез - перемещение заряженных коллоидных частиц, вызываемое действием внешнего электрического поля. В белковой химии метод Э. широко используется для разделения белков с использованием полиакрил-амида в качестве носителя.

Элементы биогенные - БИОГЕНЫ - хим. элементы, необходимые для существования живых организмов и входящие в состав их тел. Выделяют 20 главных Э. б.: О (70 % массы организмов), С (18 %), Н (10 %), N, Са, К, Р, Mg, S, Cl, Na, Fe и др.

Эмбдена-Мейергофа-Парнаса путь - см. гликолиз.

Эндогенный - внутренний, возникший внутри организма; в микробиол. часто употребляется термин «Э. метаболизм», определяющий метаболизм клетки за счет запасного вещества (напр., гликогена, крахмала).

ЭНДОСПОРЫ - споры, образующиеся в вегетативных клетках бактерий: бацилл, клостридий и др. Обладают высокой устойчивостью к неблагоприятным факторам среды (обезвоживание, повышенные температуры, неоптимальные значения pH и др.). Образование Э. - важнейший фактор выживания в природе спорообразующих бактерий.

ЭНДОТОКСИНЫ - комплексы липополисахаридов с белками клеточных стенок грамотрицательных бактерий, обладающие свойствами ядов. Имеют антигенные свойства, идентичные соматическим антигенам целой клетки (О-антигены). В отличие от экзотоксинов термостабильны. Выделены из всех патогенных грамотрицательных бактерий (*Salmonella*, *Vibrio cholerae*, *Shigella* и др.); на этом основании в мед. микробиол. называются энтеротоксинами. Обладают пирогенностью (вызывают повышение температуры тела) и токсичностью; первое свойство определяется липополисахаридной фракцией Э., второе - белковой. Пирогенность и токсичность Э. неспецифичны и, как считается, играют лишь вспомогательную роль в патогенезе возбудителя заболевания.

ЭНТЕРОБАКТЕРИИ - (Enterobacteriaceae) - семейство бактерий. Палочки, подвижные и неподвижные, грамотрицательные, аэробы и факультативные анаэробы, гетеротрофы, спор не образуют. Различаются по ферментативной активности, серологически, по чувствительности к бактериофагам. Устойчивы к воздействию факторов внешней среды. Обитают в кишечнике человека и животных, в воде и почве, загрязненных сточными водами. 12 родов-*Escherichia*, *Klebsiella*, *Salmonella*, *Shigella*, *Yer-sinia* и др. сапротрофные и патогенные бактерии.

ЭНТЕРОВИРУСЫ - род кислотоустойчивых РНК-содержащих вирусов семейства пикорнавирусов. Обитают главным образом в кишечнике позвоночных. Вызывают тяжелые болезни животных и человека (полиомиелит, менингит и др.).

ЭНТНЕРА-ДУДОРОВА ПУТЬ - КДФГ-ПУТЬ - путь расщепления гексоз, известный только у бактерий. Заключается в образовании из глюкозы характерного промежуточного соединения 2-кетоглюконолата с последующим превращением его до двух молекул пирувата. На одну молекулу глюкозы в результате этого пути образуется две молекулы пирувата, одна молекула АТФ и по одной молекуле восстановленных НАДФ и НАД.

ЭПИСОМЫ - генетические элементы, способные существовать в клетке как автономно, так и в составе бактериальной хромосомы. Термин впервые был предложен в 1958 г. В наст. время все внехромосомные факторы наследственности часто объединяют термином «плазмиды».

ЭРИТРОМИЦИН - антибиотик, продуцируемый актиномицетами. Относится к группе макролидов. Подавляет синтез белка, обладает бактериостатической активностью по отношению к грамположительным бактериям.

Этанол - ЭТИЛОВЫЙ СПИРТ - C₂H₅ОН - конечный продукт спиртового брожения, осуществляемого дрожжами, бактериями. В концентрации свыше 70 % обладает бактерицидным действием, вызывая в клетках коагуляцию белков.

ЭУБАКТЕРИИ - истинные бактерии. Термин был введен для обозначения известных бактерий после достаточно полного изучения родственных им прокариотных организмов, получивших название архебактерии. В наст. время использование термина нецелесообразно, поскольку архе-бактерии по современной классификации относят к самостоятельному царству прокариот - археям.

ЭУКАРИОТЫ - организмы, клетки которых содержат оформленное ядро. К Э. относят все высшие животные и растения, а также одноклеточные и многоклеточные водоросли, грибы, простейшие. Ядерная ДНК у Э. заключена в хромосомы, обычно не кольцевидные, с гистонами. Э. обладают отграниченными мембраной клеточными органеллами - митохондриями, хлоропластами и др. В систематике Э. выделяют в надцарство *Eukaryota* и противопоставляют прокариотам.

Я

ЯДЫ - см. токсины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все среды биосферы буквально пронизаны микроорганизмами: они есть в почве, воде, воздухе, их можно обнаружить на дне глубочайших океанов и на пиках горных вершин, в песках жарких пустынь и в антарктических льдах. Они есть в зловонных канализационных стоках и в сбросах химических предприятий, радиорезистентные бактерии существуют в системах ядерных реакторов. Вездесущность микробов объясняется их уникальной способностью находить и утилизировать самые ничтожные источники энергии, углерода и азота для своей жизнедеятельности. Колоссальное генетическое разнообразие обуславливает удивительную адаптацию микробов к условиям обитания, губительным для любых других живых существ. Исключительно интенсивная жизнедеятельность огромного числа разнообразных микроорганизмов является важнейшим фактором обеспечения динамического равновесия земной биосферы.

Основные среды обитания микроорганизмов в природе – почва, вода, воздух, животные и растительные организмы. Только благодаря активной деятельности бактерий реализуется замкнутый характер круговорота азота и углерода как обязательных конструктивных элементов биосферы. Если на Земле исчезнут прокариотические клетки (бактерии) и останутся только эукариотические организмы (растения и животные), то биосферная жизнь вскоре прекратится. К счастью, это никогда не произойдет, ибо микробы исключительно быстро адаптируются к негативным последствиям производственной и иной жизнедеятельности человека, вырабатывая резистентность даже к тем химическим соединениям, которых нет в природе.

Полагают, что формирование биосферы произошло около 3 млрд лет тому назад, когда единственными обитателями Земли были прокариотические бактерии. Они активно участвовали в формировании биосферы планеты в сочетании с геологическими и атмосферными явлениями. В нынешнюю эпоху Земля заселена разнообразными видами растений, животных, грибов, водорослей. Однако по-прежнему микроорганизмы играют доминирующую роль в функционировании биосферы. Они активно участвуют в обеспечении биогеохимических циклов круговорота веществ и энергии. Как известно, животные и растения синтезируют значительно больше органических веществ, чем они могут минерализовать сами или при содействии абиогенных факторов.

Возникает потенциальность «эффекта складирования» таких биогенных элементов, как азот, углерод, сера, фосфор, с уменьшением их оборота. Теоретически жизнь на Земле могла бы исчезнуть из-за дефицита конструктивного материала, если бы не было микроорганизмов, которые способны расщеплять все органические вещества, в том числе синтезируемые животными и растениями. Более того, микробы самостоятельно осуществляют синтез и раз-

ложение собственной биомассы до исходных элементов. По-видимому, в природе нет органических веществ, которые не разрушались бы микроорганизмами.

Как видно из вышеизложенных материалов, микроорганизмы населяют всю биосферу, едва ли можно найти такие ее участки, где была бы жизнь, но не было бактерий. Вместе с тем в условиях, которые мы определяем как экстремальные, нередко обитают только бактерии, например, при экстремальных значениях температуры, солености, рН. Огромному разнообразию условий, представляемых биосферой микроорганизмам соответствует разнообразие их свойств и адаптаций.

Обладая огромной численностью популяций и выработанными эволюцией механизмами изменчивости и диффузии генетических детерминант, большинство бактериальных видов находится в состоянии постоянного адаптационного движения в соответствии с изменяющимися условиями среды, будь то организмы или элементы неживой природы. Взаимодействие микроорганизмов с окружающей средой осуществляется не только на уровне отдельных клеток, но и на популяционном уровне. При этом реакцией популяции на изменение условий среды может быть изменение их структуры, количественного соотношения клеток различного типа или возникновение качественно новых признаков, т.е. микроэволюция.

Несмотря на относительную простоту организации микробной клетки и ее незначительный объем, она обладает весьма сложными и совершенными механизмами молекулярных адаптаций, существование которых еще относительно недавно невозможно было даже предположить. Это, например, относится к системе SOS-ответа, системе белков теплового шока, плазмидным системам патогенности и устойчивости и т.п.

Важным фактором эволюции микробов сейчас становится бурное развитие биотехнологии и генной инженерии. Исследование экологии промышленно важных микроорганизмов в условиях производств становится насущной необходимостью. Кроме того, генно-инженерные разработки, вероятно, должны привести к созданию форм, способных занять новые необычные экологические ниши. Никто не знает, к чему это может привести, отсюда необходимость предосторожностей при такого рода работах.

Рассматривая экологию микроорганизмов необходимо иметь в виду, что они являются не только обитателями, но и создателями современной биосферы, а в настоящее время сами являются экологическим фактором практически для всех живых организмов, с которыми они взаимодействуют как косвенно, через процессы круговорота элементов, так и непосредственно, являясь комменсалами, симбионтами или паразитами.

Экология микроорганизмов – бурно развивающаяся наука, ее прогресс определяется не только интенсивностью проведения специальных экологических исследований, но и успехами во всех других областях микробиологии, а также в соответствующих разделах генетики и молекулярной биологии.