

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А.Т. ФАРНИЕВ

А.А. САБАНОВА, Д.Т. КАЛИЦЕВА

МИКРОБИОЛОГИЯ

методические рекомендации
по изучению дисциплины для студентов
отделения заочного образования аграрных вузов
по направлению подготовки 35.03.04 - «Агрономия»

Владикавказ, 2021

УДК 579.2(07)

Составители: **Фарниев А.Т.**

Сабанова А.А., Калицева Д.Т.

Рецензенты: **Калабеков М.И.**, доктор биологических наук,
профессор каф. зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы,
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ

Фарниев А.Т., Сабанова А.А., Калицева Д.Т. Микробиология: методические рекомендации по изучению дисциплины /А.Т. Фарниев, А.А. Сабанова, Д.Т. Калицева /– Владикавказ: Издательство ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет». 2021. – 80 с.

Рассматриваются методические рекомендации по изучению микробиологии, в которых имеются общие методические рекомендации по изучению дисциплины и методические рекомендации по изучению отдельных тем дисциплины (общей, сельскохозяйственной и почвенной микробиологии).

Обозначенные в пособии методические рекомендации позволяют систематизировать знания по микробиологии. Каждая тема снабжена теоретической частью, рекомендациями для изучения данной темы, вопросами для самопроверки, литературой. Методические рекомендации предназначены для студентов заочного отделения, обучающихся по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия, их можно рекомендовать и специалистам, самостоятельно изучающим микробиологию. Данное издание подготовлено по дисциплине «Микробиология» в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия, утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 26 июля 2017 г. №699.

Рекомендовано Центральным учебно-методическим советом ФГБОУ ВО Горский ГАУ в качестве методических рекомендаций по изучению микробиологии (протокол № 8 от 29 апреля 2021 г.).

© Издательство ФГБОУ ВО
«Горский госагроуниверситет», 2021

ВВЕДЕНИЕ

Микробиология – наука, изучающая мельчайшие живые существа, населяющие биосферу земли: вирусы, микоплазм, риккетсии, бактерии, актиномицеты, дрожжи, микроскопические грибы, водоросли. Она изучает строение, функции микроорганизмов, распространение, размножение в различных условиях среды и использование их в жизнедеятельности человека.

Микробная клетка – это уникальная организация, способная воспроизводить сама себя с высокой скоростью и точностью в различных условиях, довольствуясь ограниченным количеством субстрата. В настоящее время микробиологи научились использовать широкие возможности клеток микроорганизмов и заставили их работать для получения нужных человеку продуктов. Эту роль выполняет микробиологическая промышленность, являющаяся стержнем современной биотехнологии. Она производит микробный белок, незаменимые аминокислоты, микробиологические средства защиты растений, бактериальные удобрения, биостимуляторы и другие продукты.

Мир микроорганизмов сложен и разнообразен. Микробы широко распространены в природе. Они постоянно присутствуют в почвах, водоемах, на поверхности и внутри тела человека, животных, растений, в пищевых продуктах, воздухе и т.д. Их можно обнаружить в песках пустынь и во льдах Арктики и Антарктики, в воде и иле морей и океанов, на скальных породах, высоко в горах и в глубине шахт.

Они повышают плодородие почвы, улучшают ее структуру, накапливают необходимые для питания растений вещества. Особенно велико значение микроорганизмов в растениеводстве и животноводстве. Это обогащение почвы азотом, борьба с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур при помощи микробных препаратов, правильное приготовление и хранение кормов, получение кормового белка, антибиотиков и других веществ микробного происхождения.

Микроорганизмы оказывают положительное влияние на процессы разложения веществ неприродного происхождения – ксенобиотиков, попадающих в почвы и водоемы, и загрязняющих их.

В современных условиях стало возможным искусственно обогащать почву некоторыми видами полезных микробов, инокулируя семена бактериальными удобрениями: ризоторфин, ризобин, ризолигнин, пригото-

ляемые из клубеньковых бактерий, азотобактерин, ризофил, получаемые из азотобактера. В последнее время Всероссийским научно-исследовательским институтом сельскохозяйственной микробиологии (ВНИИСХМ) г. Пушкин создана группа биопрепаратов «Экстрасол», которая предназначена для снижения химической нагрузки в сельскохозяйственном производстве. Применение препаратов данной группы позволяет снизить дозы минеральных удобрений (особенно азотных) на 30-40% без снижения урожайности сельскохозяйственных культур.

Это связано с тем, что в применяемом препарате основу составляют азотфиксирующие бактерии, способные к ассимиляции азота из атмосферного воздуха. Механизм действия биопрепаратов при проведении обработок посевного материала сводится к тому, что при инокуляции происходит искусственное заселение поверхности семян полезной микрофлорой. При посеве семян обработанных биопрепаратами, бактерии нанесенные на их поверхность, начинают интенсивно размножаться и активно колонизируют ризосферу развивающегося растения.

Спектр действия данной группы препаратов достаточно широк, он охватывает практически все небобовые культуры. Комплексное действие препарата позволяет использовать его как стимулятор роста и средство защиты растений от патогенной микрофлоры, в результате чего существенно увеличивается урожай сельскохозяйственных культур.

Для защиты растений от болезней, вредителей и сорняков в настоящее время еще широко используются пестициды, которые оказывают существенное влияние на микробные ценозы почвы, подчас снижая ее биологическую активность. В то же время почвенная микрофлора, используя для своего обмена веществ и энергии отдельные соединения ядохимикатов, разрушает и превращает их в безвредные вещества.

Изменение стратегии защиты растений в сторону ограничения применения химических средств стало возможным благодаря разработке и более широкому внедрению биологического, в том числе микробиологического метода борьбы. Микробиологические препараты обладают рядом достоинств: избирательностью действия, отсутствием фитотоксичности, безопасностью действия при использовании. И что ценно, эти препараты, состоящие из живых микроорганизмов или продуктов их метаболизма, не загрязняют окружающую среду.

Ежегодно в России более 20 млн. гектаров обрабатывается такими, наиболее эффективными бактериальными препаратами, как энтобактерин, битоксибациллин, дендробациллин, лепидоцид и гомелин. Вирус-

ным препаратам – вирус БАБ (против белой американской бабочки), ГЯП (гусениц яблоневой плодожорки), ОС (озимой совки), им присущи свойства высокой специфичности и полной безопасности для окружающей среды.

Энтомопатогенные грибы обладают длительным эффектом последствия. Препараты на их основе – боверин, энтомофторин, вертициллин и другие рекомендованы в качестве эффективных средств в борьбе с колорадским жуком, тлями и другими вредителями. Все шире используются в борьбе с возбудителями заболеваний растений антибиотики – трихотецин, фитобактериомицин и получаемый на основе активного гриба-антагониста препарат триходермин. Для борьбы с грызунами широкое распространение получил препарат бактороденцид.

Наряду с биологическим методом, необходимо активнее использовать против возбудителей и болезней резервы агротехнического метода. В борьбе с находящимися в почве фитопатогенами рекомендуется вводить в севооборот те культуры, которые стимулируют своей корневой системой развитие огромного количества микробов-антагонистов. Например, известно, что посевы люцерны способствуют сокращению численности в почве возбудителя вилта хлопчатника.

Для повышения продуктивности животноводства в настоящее время широко используются: микробный белок, незаменимые аминокислоты, витамины, ферменты, антибиотики, заменители цельного молока, закваски в кормопроизводстве и другие препараты микробиологического синтеза.

Вырабатываемый в настоящее время кормовой белок в виде сухих гидролизных дрожжей и белково-витаминного концентрата (БВК) по составу аминокислот, содержанию витаминов и микроэлементов богаче растительных кормов.

В перспективе кормовой белок будут получать за счет специфических бактерий путем выращивания их на природном газе и низкомолекулярных спиртах.

Учитывая, что белок основных растительных кормов беден незаменимыми аминокислотами, в нашей стране налажено производство некоторых аминокислот, в частности лизина, триптофана, на основе сверхсинтеза их микроорганизмами.

Для повышения эффективности использования кормов широкое применение получили ферментные препараты микробиологического синтеза из грибов и бактерий. Ферментативный гидролиз соломы с последу-

ющим выращиванием на гидролизате дрожжей позволяет получать кормовую массу, содержащую до 10-12% белка и 5-10% легкоусвояемых углеводов. Использование ферментов дает возможность приготавливать силос высокого качества из трудносилосуемых растений. При заготовке кормов (силосование, сенажирование) широко применяются закваски, получаемые из чистых культур молочнокислых бактерий – ацидофильная бульонная культура (АБК) и пропионовокислых бактерий (пропионово-ацидофильная культура (ПАБК)).

Немаловажную роль микроорганизмы играют в борьбе с загрязнителями окружающей среды, связанными с сельскохозяйственным производством: отходами животноводческих ферм и комплексов, нерегламентированным применением минеральных удобрений и пестицидов, использованием полимерных покрытий и т. д.

Поэтому, создание безотходных технологических процессов в животноводстве, с применением на определенных участках цикла микробов, регулирование в почве процессов нитрификации, денитрификации внесением ингибиторов, широкое внедрение микробиологического метода защиты растений, организация производства биомассы микроорганизмов для биодеградации токсических соединений в почве, очистки сточных вод предприятий и другие приемы, являются важными направлениями в решении этих проблем.

Микробиология играет огромную роль в изучении общебиологических проблем. Микроорганизмы служат удобной моделью для исследования явлений наследственности и изменчивости, так как обладают высокой скоростью роста и размножения и доступностью культивирования.

Проводится большая работа по селекции для создания высокопродуктивных штаммов микроорганизмов с привлечением методов генной инженерии. Её достижения уже обеспечили развитие биотехнологии, появление микроорганизмов, синтезирующих белки, ферменты, витамины, антибиотики, ростовые вещества и другие, необходимые для животноводства и растениеводства продукты.

РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с ФГОС ВО, утвержденным Министерством образования и науки РФ от 26 июля 2017 г. № 699. Микробиология изучается студентами-заочниками по направлению 35.03.04 Агронмия, квалификация бакалавр.

Настоящие методические рекомендации составлены в соответствии с Основной профессиональной образовательной программой высшего образования, утвержденной приказом Ректора ФГБОУ ВО Горский ГАУ от 26 февраля 2020 г. № 23.3.

Изучение дисциплины состоит из двух этапов

1. Самостоятельная работа студентов. Для этого предлагаем ознакомиться с программой курса, настоящими методическими рекомендациями и рекомендуемой литературой. Студент обязан изучить и увязывать ответы с положениями касающихся вопросов развития сельского хозяйства и микробиологии.

Микробиологию рекомендуем изучать по разделам, и каждый раздел (тему) завершать составлением таблиц по образцам, предлагаемым в методических указаниях, или проверять свои усвоенные знания по вопросам для самопроверки, которыми завершается тема, составляя при этом краткий конспект. Его необходимо иметь на занятиях во время лабораторно-экзаменационной сессии. Он поможет определить, насколько полно и правильно усвоен материал, и будет служить вспомогательным пособием в подготовке к экзамену. Запоминать специальную терминологию обязательно. Итогом самостоятельной теоретической подготовки служит успешно сданный экзамен.

При изучении курса микробиологии студенту предлагается ознакомиться с использованием в хозяйстве микробиологических препаратов для защиты растений, бактериальных удобрений, биопрепаратов для кормопроизводства, стимуляторов роста растений и животных.

Кроме того, студент должен составить коллекцию из биопрепаратов, применяемых в хозяйстве. Это могут быть закваски, ферменты,

антибиотики, биостимуляторы, бактериальные удобрения, сыворотки для определения вирусов растений, чистые культуры микроорганизмов, образцы почвы, образцы кормов или гербарий бобовых растений с клубеньками на корнях.

Представленные объекты следует оформить на картоне или в коробочке и снабдить этикеткой, на которой указать название препарата, цель и способ применения, название хозяйства и фамилию студента. Коллекция сдается преподавателю в период сессии. При выполнении лабораторной работы во время сессии студент может провести микробиологический анализ доставленных образцов.

Учебным планом заочного обучения для аграрных вузов по микробиологии предусматривается:

Направление	35.03.04 Агрономия	
	очно	заочно
Лекционных часов	16	4
Лабораторных занятий	32	12
Самостоятельная работа	60	119
Экзамен	36	9
Всего часов	144	144

2. Во время лабораторно-экзаменационной сессии читается курс лекций, рассчитанный на студентов, усвоивших материал: он знакомит их с основными теоретическими положениями микробиологии, новыми достижениями микробиологической науки и передового опыта.

Лабораторные занятия помогут студентам овладеть микроскопией, изучить некоторые вопросы морфологии, физиологии микробов, методы культивирования их и способы стерилизации.

Студенты, проработавшие соответствующий теоретический учебный материал и отработавшие лабораторные занятия, допускаются к сдаче экзамена по курсу.

ВНИМАНИЕ!

Для работы в микробиологической лаборатории нужно приобрести х/б халат

**Примерный тематический план лекций
и лабораторных занятий по микробиологии
для студентов II курса ОЗО Агрономического факультета
ФГБОУ ВО Горский ГАУ
направление 35.03.04 Агрономия, квалификация бакалавр**

Лекции

1. Введение. Значение микробиологии и перспективы её развития. Основы систематики, морфологии и физиологии микроорганизмов (2 часа).
2. Превращение микроорганизмами соединений углерода, азота, серы, фосфора, железа и роль этих превращений в плодородии почвы. Основные вопросы почвенной микробиологии. Микробные биопрепараты для активизации биологической азотфиксации и защиты растений от болезней и вредителей (2 часа).

Лабораторные занятия

- 1 Правила работы в микробиологической лаборатории. Морфология прокариот. Дифференциальные методы окраски. (2 часа).
2. Питательные среды. Методы стерилизации. Техника посевов микробов из различных субстратов. Микрофлора почв. (2 часа).
3. Количественный учет микробов в различных субстратах. Выделение чистых культур. (2 часа).
4. Участие микроорганизмов почвы в превращениях соединений углерода в природе. Возбудители брожений, их характеристика (2 часа).
5. Микроорганизмы почвы, участвующие в превращениях соединений азота. (2 часа).
6. Микроорганизмы почвы, участвующие в превращении соединений серы, фосфора и железа (2 часа).

Раздел II. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

I. Основы общей микробиологии

1. Предмет, объекты, краткая история развития и задачи микробиологии

Приступая к изучению микробиологии, необходимо, прежде всего, составить ясное представление о микроорганизмах, выяснить, чем они характеризуются и отличаются от других организмов.

Мир микроорганизмов сложен и разнообразен, он включает в себя бактерии, микоплазмы, актиномицеты, микроскопические грибы, водоросли, простейшие, вирусы. Ознакомьтесь с их распространением и значением в природе, различных отраслях народного хозяйства, охране окружающей среды и решении общепромышленных задач.

Изучая историю развития микробиологии, ознакомьтесь с описательным и физиолого-биохимическим периодом в становлении этой науки, с открытиями А. Левенгука, Л. Пастера, Р. Коха. Уделите особое внимание роли и творческому вкладу в развитие науки русских ученых: Л.С. Ценковского, И.И. Мечникова, Д.И. Ивановского, Н.Ф. Гамалеи, С.Н. Виноградского, В.Л. Омелянского, С.П. Костычева, Н.Н. Худякова, Н.А. Красильникова, Е.Н. Мишустина и других.

Необходимо знать перспективы развития микробиологии.

Литература: 1, стр. 3-20.

Вопросы для самопроверки

1. Перспективы развития микробиологии.
2. Современные достижения микробиологии и внедрение их в практику сельского хозяйства.
3. Мир микроорганизмов и его разнообразие.
4. Роль микроорганизмов в природе и сельскохозяйственном производстве.
5. Роль микробиологии в охране окружающей среды.
6. Описательный период развития микробиологии. Работы А. ван Левенгука, Д.С. Самойловича, М.М. Тереховского, П.Ф. Горяинова.
7. Физиологический период развития микробиологии. Открытия Луи Пастера.
8. Развитие микробиологической науки в России. Значение работ

Д.И. Ивановского, И.И. Мечникова, Л.С. Ценковского, Н.Ф. Гамалеи и других.

9. Значение микробиологии для сельского хозяйства и практической деятельности агронома.

2. Микроорганизмы, их классификация, морфология, строение и размножение

Объектом исследования микробиологии являются микроорганизмы, которые не представляют собой единой систематической группы. Им свойственны микроскопические размеры клетки, быстрота размножения и однотипная техника изучения и культивирования.

По строению клетки микроорганизмы разделяются на эукариоты и прокариоты. Необходимо хорошо знать их основные отличительные признаки. Отрадите эти различия в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика микробов клеточной организации

Признаки	Эукариоты	Прокариоты
Наличие истинного ядра с мембраной		
Наличие нуклеоида		
Присутствие в клетке митохондрий, аппарата Гольджи, эндоплазматической сети		
Наличие рибосом		
Целлюлоза и хитин в составе клеточной стенки		
Муреин в составе клеточной стенки		
Споры для размножения		
Споры для сохранения жизнеспособности		
Наличие капсулы		
Представители		

Из эукариотных микроорганизмов детальнее ознакомьтесь с грибами. Необходимо подробно изучить их морфологические признаки: строение мицелия, виды спороношения, особенности строения немитотических грибов (на примере дрожжей).

Особо следует обратить внимание на способы размножения грибов. Существует вегетативное и репродуктивное размножение, последнее бывает бесполое и половое. Обратите внимание на разные виды полового и эндогенного, экзогенного бесполого размножения.

Представьте рисунок (№ 1) морфологических признаков грибов, отметьте соответствующие обозначения цифрами:

Мукор	Пенициллиум	Аспергиллус
Признаки:		
1. Одноклеточный мицелий	4. Спорангиеносец	
2. Многоклеточный мицелий	5. Конидии	
3. Спорангий со спорами	6. Конидиеносец	

Ознакомьтесь с основами систематики грибов, с характеристикой основных классов (Хитридиомицеты, Зигомицеты, Аскомицеты, Базидиомицеты, Дейтеромицеты).

Отметьте систематическое положение грибов, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Систематическое положение грибов

Представители	Классы грибов				
	Хитриди- омицеты	Зигоми- цеты	Аскоми- цеты	Базидио- мицеты	Дейтеро- мицеты
Дрожжи					
Пенициллиум					
Триходерма					
Мукор					
Аспергиллус					
Фузариум					
Без мицелий					

Основным объектом микробиологии являются прокариоты, к которым относятся бактерии, актиномицеты, микоплазмы, риккетсии и другие.

Изучение прокариотных микроорганизмов нужно начать с их систематики. Необходимо знать, что морфологические, цитологические, биохимические, физиологические признаки служат основанием для классификации прокариот.

По строению клеточной стенки различают грамположительные и грамотрицательные бактерии. При ознакомлении с отдельными представителями прокариот обратите внимание на отличительные признаки групп истинных бактерий, почкующихся, нитчатых, спирохет, миксобактерий, актиномицетов, микоплазм.

Изучите строение клеток прокариот.

Бактерии имеют клеточную стенку, цитоплазматическую мембрану, цитоплазму, в которой находятся ряд включений.

Представьте рисунок (№ 2) внутренней структуры бактериальной клетки и сделайте соответствующие обозначения цифрами

1. Клеточная стенка
2. Цитоплазматическая мембрана
3. Нуклеоид
4. Цитоплазма
5. Рибосомы
6. Мезосомы
7. Включения запасных питательных веществ

Особое внимание обратите на морфологию прокариотных микроорганизмов.

Истинные бактерии имеют различную форму. Изобразите на рисунке № 3 разнообразие шаровидных, палочковидных, извитых и нитчатых форм.

Сделайте соответствующие подписи (монококки, диплококки, тетракокки, сарцины, стрептококки, стафилококки, палочковидные бактерии, бациллы, вибрионы, спирохеты, спириллы, нитчатые).

Некоторые бактерии образуют споры, которые выполняют роль приспособления к неблагоприятным условиям среды. В то же время это стадия запаса энергии, питательных веществ для последующего роста и размножения.

Различают бациллярное, клостридиальное и плектридиальное расположение спор (дать рисунок № 4).

Отдельные бактерии способны к передвижению. Проанализируйте различные способы и скорость движения. Изобразите на рисунке (№ 5) бактерии с различным числом и расположением жгутиков. Назовите их. Отметьте формы, которым присуще скользящее движение.

К прокариотам также относятся микоплазмы и актиномицеты. Микоплазмы хотя и имеют клеточное строение, но их организация более проста, чем истинных бактерий.

Актиномицеты по своей морфологии приближаются к грибам, но отсутствие истинного ядра характеризует их как прокариотные микроорганизмы. Изучите особенности строения этих групп прокариот. Отрадите это в рисунке (№ 6).

Микоплазмы

Актиномицеты

У прокариотных микроорганизмов существуют различные способы размножения: от простого (бинарного) деления до образования спораносцев и спор. Ознакомьтесь с этим разнообразием, ибо способ и скорость размножения определяют выживаемость вида в природе. Чтобы легче запомнить этот материал, заполните таблицу 4.

Таблица 4 – Способы размножения прокариотных микроорганизмов

Группы микроорганизмов	Способы размножения
Истинные бактерии (кокки, палочковидные)	
Миксобактерии	
Почкующиеся	
Актиномицеты	
Микоплазмы	

Все прокариотные микроорганизмы характеризуются высокими темпами размножения. Представьте графически на рисунке (№ 7) фазы роста бактериальной культуры на питательной среде. Укажите названия этих фаз.

Изучите микроорганизмы неклеточной структуры (вирусы и фаги), относящиеся к царству Вира (Vira), значение работ Д.И. Ивановского. Необходимо знать природу и основные физико-химические и биологические свойства вирусов, фагов, их структуру, размеры, форму. Уясните, в чем различие подтипов ДНК-геномных и РНК-геномных вирусов.

Разберитесь с механизмом проникновения вирусов, фагов в организм, их репродукцией в клетках, методами исследования и культивирования

Литература: 1 стр. 21-44, 79-84, 157-163.

Вопросы для самопроверки

1. Формы бактерий и их характеристика.
2. Отличительные особенности прокариот от эукариот.
3. Функции поверхностных и внутренних структур бактерий?
4. Строение и отличительные особенности грамположительных и грамотрицательных бактерий?
5. Различия в строении ядра эукариот и нуклеоида прокариот?
6. Как образуются споры, характеристика основных стадий?
7. Факторы, влияющие на термоустойчивость спор?

8. Споры грибов и эндоспоры бактерий, выполняемые ими функции?

9. Строение вирусов и фагов, какие организмы они заражают?

10. Рост и размножение микроорганизмов.

11. Дать характеристику фазам цикла развития культуры бактерий.

3. Влияние факторов внешней среды на микроорганизмы

Микроорганизмы населяют все области биосферы и обладают большой устойчивостью и разнообразными приспособительными свойствами к воздействию различных условий окружающей среды (спорообразованием, капсулообразованием, скоростью размножения, ферментативной и антибиотической активностью, токсинообразованием и другими).

Факторы внешней среды многочисленны и разнообразны. Их характер может быть физическим, химическим и биологическим. Нужно знать, какие факторы являются оптимальными, а какие обладают микростатическим (задерживающим развитие) или микробоцидным (губительным) действием.

Микроорганизмы могут развиваться только при наличии в среде свободной воды. Необходимо знать, как влияет потеря воды в среде на жизнедеятельность микробов. Зная это, регулируя влажность, а следовательно, и активность развития микроорганизмов, можно долго хранить корма и продукты сельского хозяйства (сено, зерно, сухофрукты, сухое молоко и т. п.)

Для более длительного сохранения в биопрепаратах (бактериальных удобрениях, микробиологических средствах защиты растений) микроорганизмов в жизнеспособном состоянии применяют методы тепловой распылительной сушки и лиофилизации, т.е. получение сухих культур высушиванием из замороженного состояния (-76°C) под высоким вакуумом.

Из физических факторов температура среды является одним из главных, влияющих на жизнь микробов. Изучите критические пределы температур для различных групп микробов (психрофилов, мезофилов, термофилов) и укажите их в таблице 5.

Таблица 5 – Отношение микробов к температуре

Группы микроорганизмов	Критические пределы		Представители
	нижний	верхний	
Психрофилы			
Мезофилы			
Термофилы			

Как влияют высокие и низкие температуры на микробы, где это используется, для каких целей? Дайте определение понятиям стерилизация, пастеризация, ознакомьтесь с их методами и режимами.

Немаловажное значение для развития культуры микробов имеет воздушный режим. По отношению к кислороду микроорганизмы делят на облигатных аэробов, облигатных и факультативных анаэробов. Заполните таблицу 6.

Таблица 6 – Отношение микробов к аэрации

Микроорганизмы	Аэробы	Анаэробы	
		облигатные	факультативные
1	2	3	4
Плесневые грибы			
Дрожжи			
Азотобактер			
Актиномицеты			

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
Бациллы			
Клостридиумы			
Бактерии:			
- молочнокислые			
- нитрифицирующие			
- клубеньковые			
- денитрифицирующие			
- уксуснокислые			

Изучите действие на микроорганизмы давления, света, ультразвука, ионизирующей радиации, рентгенлучей. Какова роль этих факторов в самоочищении» воздуха, воды, почвы?

Из химических факторов, реакция среды оказывает существенное влияние на жизнедеятельность микроорганизмов. Ознакомьтесь с использованием этих знаний при консервировании продуктов, в квашении овощей и силосовании кормов.

Изменяя реакцию среды почвы, можно подавлять развитие фитопатогенной микрофлоры. На этом основаны, например, методы борьбы с возбудителем килы капусты.

Химические ядовитые вещества, попадая в клетку, взаимодействуют с отдельными важными ее компонентами и тем самым нарушают их функции или приводят к гибели. Обратите внимание на воздействие на микробы щелочей, кислот, спиртов, формалина, фенолов, солей тяжелых металлов, ртутных, серных и других препаратов и использование их в практике защиты растений от заболеваний.

Из биологических факторов среды, влияющих на микроорганизмы, по их происхождению можно выделить растительные (фитонциды) и микробные (антибиотики, бактериофаги, хищные грибы, гиббереллины). Их действие может стимулировать или подавлять раз-

витие и даже действовать микробоцидно. Ознакомьтесь с основными способами использования биологических факторов для подавления фитопатогенной микрофлоры. Этот раздел тесно связан с темой «Отношения микроорганизмов между собой и растением».

Знания вопросов влияния окружающей среды на микроорганизмы служит основой для управления жизнедеятельностью полезных и угнетения или уничтожения патогенных микробов.

Литература: 1, стр. 96-112.

Вопросы для самопроверки

1. Реакция бактерий и грибов на влажность среды?
2. Как относятся микроорганизмы к температуре среды?
3. Охарактеризуйте психрофилов, мезофилов и термофилов.
4. Где используется отношение микроорганизмов к низким и высоким температурам?
5. Как относятся микроорганизмы к кислороду?
6. Что собой представляют микроаэрофилы, какие микроорганизмы к ним относятся?
7. Отношение микроорганизмов к реакции среды (рН)?
8. Приведите примеры нейтрофилов, алкалофилов и ацидофилов.
9. Как влияют на микроорганизмы давление, антисептики, ионы тяжелых металлов и антибиотики?
10. Охарактеризуйте влияние ультрафиолетового света, видимого излучения и ионизирующей радиации на микроорганизмы.

4. Взаимоотношения микроорганизмов между собой и другими существами

В природе микроорганизмы живут и проявляют свою жизнедеятельность в тесном контакте друг с другом, или с высшими существами. В результате сложившихся взаимоотношений создаются биоценозы.

Учтите, что отношения микроорганизмов между собой и растением могут быть основаны на взаимной помощи друг другу (симбиоз) или на подготовке продуктов питания для других видов в результате выделения собственных продуктов обмена (метабиоз). Известны взаимоотношения, в основе которых лежит подавление жизне-

способности одних форм другими (антагонизм) или использование одного организма (хозяина) как источника питания и местообитания для другого (паразитизм). Последний, характерен для патогенной микрофлоры. Ознакомьтесь с хищными грибами и бактериями.

Разбирая вопрос о взаимоотношениях растений и микроорганизмов, необходимо иметь четкое представление об эпифитной и ризосферной микрофлоре, о микроорганизмах – симбионтах, микробах, вызывающих заболевания растений и микробах, являющихся антагонистами фитопатогенов.

При изучении причин антагонизма следует обратить внимание на способность микроорганизмов образовывать антибиотики.

Необходимо иметь понятия об инфекции и иммунитете у растений, животных и человека. Помните, что микроорганизмы используют для приготовления вакцин, сывороток, диагностикумов.

Характер отношений между живыми существами должен быть хорошо изучен и тогда можно использовать эти знания в практике (микоризация, использование антагонистов, антибиотиков, фитонцидов в защите растений).

Литература: 1, стр. 112-116, 325-340.

Вопросы для самопроверки и выполнения контрольной работы

1. Симбиоз, метабиоз. Сущность этих отношений. Примеры этих взаимоотношений среди микроорганизмов и между микробами и растениями.

2. Антагонизм. Его сущность. Конкретные примеры. Использование антагонистов в сельском хозяйстве.

3. Паразитизм. Хищничество. Их сущность. Конкретные примеры. Использование этих знаний в защите растений.

4. Взаимоотношения микроорганизмов с растением. Эпифитная и ризосферная микрофлора.

5. Питание микроорганизмов

Микроорганизмам присущи разнообразные, иногда уникальные, физиолого-биохимические свойства. Им свойственны разные способы питания. Изучите особенности поступления питательных веществ, химический состав клеток микробов и функции различных органи-

ческих соединений. Необходимо знать пищевые потребности микроорганизмов, минеральные и органические источники углерода, азота, фосфора и других элементов.

При проработке вопросов о питании необходимо иметь ясное представление о типах питания у различных микроорганизмов (гетеротрофное и автотрофное питание). Следует ознакомиться с работами С.Н. Виноградского по хемосинтезу у бактерий. Приведите конкретные примеры микробов, являющихся фотолитотрофами, хемолитотрофами, хемоорганотрофами. В чем различие сапротрофов и паразитов?

Запомните, что некоторые микроорганизмы способны переходить от одного типа питания к другому. Их называют миксотрофами.

Литература: 1, стр. 116-128.

Вопросы для самопроверки

1. Химический состав клеток микроорганизмов.
2. Механизмы поступления питательных веществ в микробную клетку.

3. Классификация микроорганизмов по способам питания. Сущность автотрофного и гетеротрофного питания

4. Фотолитоавтотрофия. Цианобактерии, пурпурные серные бактерии и зеленые серные бактерии. Их строение и физиологические особенности. Значение.

5. Хемоавтотрофы. Основные представители. Их морфологические и физиологические особенности. Значение. Роль работ С. Н. Виноградского в изучении этих микробов.

6. Гетеротрофный тип питания. Сапротрофы и паразиты. Привести конкретные примеры.

6. Обмен веществ (метаболизм)

Как и всем живым организмам, микробам присущ обмен веществ (метаболизм), который у них во много раз интенсивнее, чем у животных и растений.

Запомните, что подготовка клеткой усвояемых веществ происходит за ее пределами, т.е. осуществляется внешнее переваривание субстрата с участием ферментов – биологических катализаторов. Необходимо знать химическую природу, основные свойства фермен-

тов (активность, специфичность), их классификацию, влияние на ферментативную активность различных факторов среды, роль экзоферментов, пермеаз и эндоферментов для жизнедеятельности клетки. Ферменты микробного синтеза с каждым годом находят все большее применение в сельском и других отраслях народного хозяйства.

Обмен веществ представляет собой совокупность двух взаимосвязанных процессов – анаболизма и катаболизма.

Катаболизм и энергетические процессы

Главным поставщиком энергии являются катаболические реакции, заключающиеся в расщеплении сложных веществ (углеводов, жиров, белков) до простых, сопровождающиеся высвобождением энергии, которая аккумулируется в форме энергии фосфатных связей аденозинтрифосфата (АТФ) и других соединений.

Энергетические процессы состоят из окислительно-восстановительных реакций. У прокариотных организмов восстановителями могут быть неорганические доноры¹ водорода (хемоавтотрофы) и органические доноры водорода (хемогетеротрофные организмы), окислителями (акцепторами) водорода² – кислород, органические кислоты и другие вещества.

Большинство микробов получают энергию в процессе аэробного дыхания, когда происходит полное окисление органического вещества с выделением большого количества энергии и образованием конечных продуктов, бедных энергией (CO₂ и H₂O). Необходимо знать, что имеется ряд микроорганизмов, получающих энергию за счет окисления неорганических веществ (нитрифицирующие, тионовые, железобактерии). Это разновидность аэробного дыхания.

Изучите микроорганизмы, которые производят неполное окисление органических углеродистых веществ с образованием органических кислот (ацетобактер, пропионобактер). Имейте в виду, что в природе существуют микробы, способные использовать для окисления углеводов не свободный, а связанный кислород окисленных соединений (нитратов, сульфатов) – это анаэробное дыхание. Учтите, что распространенным способом получения энергии у микроорганизмов

является брожение, т. е. расщепление сложных органических веществ в анаэробных условиях под влиянием ферментов микробов.

Разберитесь с химизмом процессов аэробного, анаэробного дыхания и брожения. Обратите внимание на ферменты, участвующие в этих процессах. Сравните количество тепловой энергии, выделяющейся при разных типах дыхания и брожения. Проанализируйте, где и как используются биотермические реакции в сельском хозяйстве.

Усвоенный материал изложите в таблице 7 с указанием представителей.

Таблица 7 – Способы получения энергии микробами

Способы получения	Исходные вещества	Конечные продукты	Источник кислорода* (свободный, связанный)	Представители
Аэробное дыхание				
Анаэробное (нитратное дыхание)				
Неполное окисление органических веществ				
Брожение				

*Молекулярный кислород (O₂) или связанный, например NO₃⁻.

¹Донор – дающий электрон;

²Акцептор – принимающий электрон.

Анаболизм (конструктивные процессы)

Анаболизм (конструктивные процессы) заключается в осуществлении синтеза клеточных компонентов из простых соединений, поступающих внутрь клетки.

Укажите в таблице 8, из каких мономеров строятся в микробной клетке сложные органические вещества.

Таблица 8 – Синтез органических веществ

Органические вещества	Мономеры				
	аминокислоты	моносахара	нуклеотиды	жирные кислоты	глицерин
Белки					
Липиды					
Полисахариды					
Нуклеиновые кислоты					

У некоторых микроорганизмов отмечается сверхсинтез различных веществ: витаминов, ферментов, гиббереллинов, антибиотиков, алкалоидов и других, которые нашли широкое применение в народном хозяйстве. При этом, для биотехнологии используется дешевое сырье: отходы растениеводства, животноводства, различных отраслей промышленности, природный газ.

В зависимости от источников энергии и источников углерода микроорганизмы делят на несколько типов питания.

Доработайте предлагаемую таблицу, используя информационные данные, помещенные под нею.

Таблица 9 – Типы питания микроорганизмов

Типы питания	Источник энергии	Источник углерода	Микробы
Фотоавтотрофы (фотолитотрофы)			
Фотогетеротрофы (фотоорганотрофы)			
Хемоавтотрофы (хемолитотрофы)			
Хемогетеротрофы (хемоорганотрофы): - сапрофиты - паразиты			

Источники энергии: а) химические реакции (хемосинтез)

б) свет (фотосинтез)

Источники углерода: а) неорганические вещества (CO₂ и др.)

б) органические вещества (C₆H₁₂O₆ и др.)

Литература: 1, стр. 128-157.

Вопросы для самопроверки

1. Объясните суть терминов: метаболизм, катаболизм, анаболизм.
2. Каковы основные формы катаболизма?
3. С чем связаны реакции анаболизма – биосинтеза?
4. Что собой представляют ферменты, их количество?
5. Классификация ферментов?
6. 5 основных свойств ферментов?
7. Дайте характеристику эндо и экзоферментам, приведите примеры.
8. Синтез микроорганизмами аминокислот, белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов.
9. В виде каких соединений накапливается энергия в микробной клетке и в процессе каких реакций?

7. Превращение микроорганизмами соединений углерода

Микроорганизмы играют существенную роль в природе, принимая участие в биогенном круговороте элементов на Земле. Углерод является одним из важнейших элементов органической жизни. Необходимо вспомнить, что зеленые растения с помощью солнечной энергии синтезируют из углекислого газа органические вещества, которые, после отмирания растительных организмов, подвергаются разложению микроорганизмами, и CO_2 снова выделяется в атмосферу. Под влиянием ферментов микробов сложные органические вещества в аэробных условиях в результате процессов дыхания превращаются в углекислый газ и воду, а в анаэробных условиях при процессах брожения они преобразуются в различные органические кислоты и спирты.

Необходимо знать, какому ученому принадлежит заслуга открытия физиологической сущности процессов брожения, работы русских ученых в этой области. Зная процессы брожения, возбудителей, их физиологические особенности, химизм, можно правильно организовать технологию получения и хранения продуктов питания, разнообразных органических соединений для промышленности, правильно организовать утилизацию отходов различных отраслей хозяйства.

Особенно четко следует разобраться в молочнокислом брожении, так как оно лежит в основе приготовления силоса, сенажа, квашения и консервирования продуктов.

Изучите гомоферментативное и гетероферментативное молочнокислое брожения, химизм этих процессов, морфологическую и физиологическую характеристику возбудителей, использование их для приготовления кисломолочных продуктов, консервирования кормов, овощей и плодов.

Ознакомьтесь с возбудителями, химизмом и значением спиртового брожения и процессом окисления этилового спирта в уксусную кислоту.

Необходимо усвоить значение в природе и сельском хозяйстве маслянокислого брожения, основные свойства его возбудителей, химизм процесса. Агроном должен хорошо знать аэробное и анаэробное разложения клетчатки и методы, регулирующие эти процессы в почве и при хранении навоза.

Изучите микроорганизмы, способные к окислению углеводов и практическое их применение для производства микробного белка и защиты окружающей среды от загрязнения.

Литература: 1, стр. 163-194.

Вопросы для самопроверки

1. Участие микроорганизмов в круговороте углерода в природе. Процессы, в которых они участвуют.
2. Спиртовое брожение. Возбудители (дать рисунок). Их морфологические и физиологические особенности. Динамика процесса. Значение.
3. Молочнокислое брожение. Химизм. Морфологические и физиологические особенности возбудителей (дать рисунок). Значение.
4. Гомоферментативное молочнокислое брожение. Химизм. Возбудители. Использование их для приготовления кисломолочных продуктов.
5. Квашение овощей и плодов, силосование и сенажирование кормов – как приемы консервирования, основанные на молочнокислом брожении. Методы регулирования.
6. Маслянокислое брожение. Характерные особенности и свойства возбудителей (дать рисунок). Химизм процесса. Значение.
7. Пектиновое брожение. Характеристика возбудителей (дать рисунок) Химизм процесса, значение в первичной обработке лубоволокнистых растений.
8. Микроорганизмы, разрушающие клетчатку, лигнин. Особенности процесса в аэробных и анаэробных условиях. Характеристика возбудителей. Значение этих процессов для сельского хозяйства.
9. Неполное окисление углеводов в уксусную и другие органические кислоты. Возбудители, химизм. Использование этих процессов в народном хозяйстве.
10. Окисление углеводов. Возбудители, их характеристика. Использование их для приготовления микробного белка.

8. Превращение микроорганизмами соединений азота

Агроному необходимо иметь ясное представление о химизме превращений соединений азота и их значении для сельского хозяйства.

а) Минерализация (аммонификация) азотсодержащих органических соединений.

Изучите последовательность превращений азотсодержащих органических соединений (белковых веществ, мочевины, нуклеиновых кислот, хитина и других). Ознакомьтесь с характеристикой аэробных и анаэробных возбудителей этого процесса. Необходимо знать приемы регулирования этого процесса в почве и при хранении навоза, причины порчи сельскохозяйственной продукции и возможности ее предупреждения.

б) Иммобилизация азота в почве.

Разберитесь в понятиях минерализации и иммобилизации азота в почве, зависимость этих процессов от соотношения C:N в органическом веществе. Уясните методы регулирования этих процессов.

в) Процессы нитрификации и денитрификации.

Проработайте основные этапы процесса нитрификации (окисление аммиака в азотистую и азотную кислоты), морфологические и физиологические особенности нитрифицирующих бактерий, значение работ С.Н. Виноградского в раскрытии сущности этого явления, влияние условий среды на этот процесс. Нужно знать положительную и отрицательную роль нитрификации и использование ингибиторов нитрификации в земледелии.

Ознакомьтесь с денитрификацией, химизмом процесса, возбудителями, особенностями энергетического обмена у них.

Уясните значение денитрификации в обеднении почвы азотом и методы регулирования этого процесса агротехническими приемами.

г) Фиксация молекулярного азота микроорганизмами.

Учитывая важность этого процесса для земледелия, следует уделить значительное внимание изучению азотфиксирующих микроорганизмов. Существуют свободноживущие аэробные и анаэробные азотфиксаторы (азотобактер, клостридумы, сине-зеленые водоросли и прочие) и бактерии, фиксирующие азот в ассоциации с другими микробами (ассоциативные азотфиксирующие микроорганизмы).

Зная экологию этих организмов, можно различными методами повысить эффективность этого процесса.

Особый практический интерес представляют симбиотические и ассоциативные азотфиксаторы. В чем сущность симбиоза этих существ? Ознакомьтесь с основными свойствами клубеньковых бактерий, циклом их развития и условиями, благоприятствующими азотфиксации.

Изучите использование азотфиксирующих микробов для приготовления бактериальных удобрений, перспективы активизации этого процесса путем использования методов генной инженерии.

Литература: 1, стр. 194-235.

Вопросы для самопроверки

1 Аммонификация белковых веществ. Характеристика возбудителей. Химизм процесса. Методы регулирования этого процесса в почве и при хранении навоза.

2. Аммонификация мочевины. Химизм. Характерные особенности возбудителей. Значение.

3. Процесс нитрификации. Морфологические и физиологические особенности возбудителей. Значение нитрификации в почве и при хранении навоза.

4. Динамика процесса нитрификации, возбудители. Значение работ С.Н. Виноградского. Положительная и отрицательная роль этого процесса в земледелии.

5. Процесс денитрификации. Химизм. Возбудители. Особенности энергетического обмена у них. Значение этого процесса.

6. Биологическая фиксация молекулярного азота. История изучения этого вопроса.

7. Аэробные свободноживущие азотфиксирующие микроорганизмы (на примере *Azotobacter chroococcum*). Их биологические особенности. Значение и практическое использование.

8. Анаэробные азотфиксирующие микроорганизмы (на примере *Clostridium pasteurianum*). Морфологические и физиологические свойства. Влияние почвенных факторов на их жизнедеятельность.

9. Симбиотические азотфиксирующие микроорганизмы. Сущность симбиоза. Влияние внешних факторов на их развитие. Значение.

10. Клубеньковые бактерии. Их специфичность, вирулентность,

активность (эффективность), конкурентоспособность. Цикл развития. Значение их в сельском хозяйстве.

11. Ассоциативные азотфиксирующие микроорганизмы, их роль в обеспечении растений азотом.

12. Мобилизация и иммобилизация азота. Методы регулирования трансформации азотных соединений в почве.

9. Превращение микроорганизмами соединений серы, фосфора, железа и других элементов

Органические соединения серы в почве представлены остатками растений, микробов и животных. Ознакомьтесь с микроорганизмами, осуществляющими минерализацию органических соединений до сероводорода.

Подробнее остановитесь на изучении автотрофных серобактерий, особенностях их морфологии и физиологии, значении процессов сульфификации в плодородии почвы.

Необходимо помнить об условиях, способствующих процессу десульфификации, микроорганизмах, участвующих при этом, приемах сокращения данного процесса в почве.

Изучите микроорганизмы, осуществляющие минерализацию органических веществ, содержащих фосфор и железо, и способствующие переводу недоступных минеральных соединений этих элементов в растворимые, легко усваиваемые растениями, ролью ризосферной микрофлоры в улучшении фосфорного питания растений. Следует обратить внимание на работы С.Н. Виноградского, открывшего физиологическую сущность железобактерий.

Ознакомьтесь с участием микробов в образовании полезных ископаемых: месторождений серы, железа, торфа, каменного угля.

Литература: 1, стр. 235-247.

Вопросы для самопроверки

1. Участие микроорганизмов в круговороте серы. Поэтапность процесса. Возбудители. Значение превращений серы в природе и для сельского хозяйства.

2. Сульфификация. Характеристика возбудителей, условия, определяющие их развитие.

3. Десульфификация. Морфологические и физиологические особенности возбудителей. Приемы сокращения этого процесса в почве.

4. Превращение микроорганизмами органических соединений фосфора. Значение этого процесса для земледелия.

5. Роль микроорганизмов в переводе недоступных минеральных соединений фосфора в растворимые, доступные для растений

6. Роль микроорганизмов в превращении соединений железа. Морфологические и физиологические особенности возбудителей. Значение.

10. Синтез микроорганизмами белка и биологически активных веществ

Запомните, что в процессе метаболизма некоторые микроорганизмы синтезируют ряд веществ, нашедших широкое применение в сельском хозяйстве, медицине, в пищевой промышленности и т. д.

Особенно важно развитие промышленного производства кормового белка, аминокислот (лизина, триптофана), витаминов, гетероауксинов, ферментов и других биологически активных веществ. Использование для микробиологического синтеза указанных продуктов дешевого сырья (n-алканы нефти, спирты, метан, отходы животноводства, растениеводства) снижает себестоимость продукции и, следовательно, повышает экономическую эффективность.

Ознакомьтесь с микроорганизмами, используемыми для получения кормового белка, аминокислот и других биологически активных веществ

Необходимо знать, что микробы-антагонисты продуцируют антибиотические вещества, широко используемые в медицине, ветеринарии, и для предупреждения заболеваний сельскохозяйственных культур.

Отметьте, какие микроорганизмы относятся к числу наиболее активных продуцентов антибиотических веществ, чем отличаются антибиотики от общебиологических ядов, каково значение антибиотиков для самих продуцентов.

Некоторые микроорганизмы в процессе жизнедеятельности вырабатывают токсические соединения. Пища или корма, содержащие токсигенные микробы, способны вызывать тяжелые отравления.

Литература: 1, стр. 367-374.

Вопросы для самопроверки

1. Использование микроорганизмов для получения кормового белка и незаменимых аминокислот.
2. Получение кормового белка при использовании микробами жидких углеводов.
3. Синтез микроорганизмами витаминов и ферментов.
4. Микроорганизмы, продуцирующие антибиотические вещества. Их характеристика. Значение.
5. Пищевые и кормовые отравления, вызываемые токсинами микробного происхождения. Микотоксикозы. Методы предупреждения.
6. Пробиотики, их использование.

11. Генетика и селекция микроорганизмов

Микробам, как любым существам, свойственны наследственность и изменчивость.

Запомните, что учение о наследственности организмов, закономерностях изменчивости наследуемых свойств и передаче их из поколения в поколение называется генетикой.

Следует отметить, что бактерии и вирусы стали главными объектами изучения структуры, функции генов из-за их сравнительно простой морфологии, быстроты размножения. Генетическую конструкцию организма представляет геном или генотип – совокупность генов. Под фенотипом понимают совокупность проявляемых признаков, присущих данному организму в определенных условиях.

Уясните, что материальным носителем наследственности являются нуклеиновые кислоты – ДНК и РНК. Надо знать, что они собой представляют (в химическом отношении) и какова роль каждой нуклеиновой кислоты в организме.

Разберитесь в генотипической и фенотипической (модификационной) изменчивости. Последняя возникает в результате изменения некоторых внешних факторов и исчезает после прекращения их действия. Предполагают, что в основе фенотипической изменчивости лежит изменение нехромосомных генетических систем: рибосом, клеточной мембраны, жгутиков.

Подробнее изучите наследственные (генотипические) изменения – мутации и генетические рекомбинации. Мутационные изменения у эукариот заключаются в изменениях количества хромосом, а также

индивидуальных генов. Прокариоты имеют лишь одну хромосому. Их мутации могут быть результатом макроизменений в хромосоме, сопровождающихся нарушением последовательности и количества генов (хромосомные мутации), либо микроизменений, затрагивающих лишь один ген (генные мутации). Что такое, мутагенные факторы и какое они могут иметь происхождение?

Ознакомьтесь с ролью полового процесса в изменении свойств эукариот и генетических рекомбинаций у прокариот.

Уясните, что генетические рекомбинации могут произойти от передачи генетического материала от одних бактерий другим при трансформации (воздействия ДНК, выделенной из других бактерий), конъюгации (обмена ДНК через конъюгационный мостик), трансдукции (передача ДНК с помощью бактериофага).

Существенную роль в переносе признаков при рекомбинации у прокариот играют плазмиды (нехромосомные ДНК) и эписомы-ДНК, способные к самостоятельному существованию вне хромосомы и к обратному включению в нее.

Обратите внимание на важную для производства роль направленного выращивания микробов – селекцию. Селекцией микроорганизмов решается задача выведения новых активных рас микробов – продуцентов антибиотиков, аминокислот, витаминов, стероидных гормонов и других биопрепаратов.

Особенно большое значение придается получению полезных форм микробов.

Литература: 1, стр. 84-96.

Вопросы для самопроверки

1. Организация генетического аппарата у микроорганизмов.
2. Генотипическая и фенотипическая изменчивости микроорганизмов.
3. Мутации, их разновидности. Мутагенные факторы.
4. Генетические рекомбинации бактерий.
5. Методы селекции микробов. Получение ценных форм микроорганизмов для сельского хозяйства.

II. ОСНОВЫ ПОЧВЕННОЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МИКРОБИОЛОГИИ

1. Развитие взглядов на роль микроорганизмов в образовании почв

Микроорганизмы, участвующие в превращении соединений азота, фосфора, серы, железа и других элементов, являются почвенной микрофлорой, изучением которой занимается специальный раздел этой науки – почвенная микробиология.

В развитии почвенной микробиологии огромное значение имели труды выдающихся русских микробиологов. Ознакомьтесь с работами П.А. Костычева, С.Н. Виноградского, В.Л. Омелянского, Б.Л. Исаченко, Н.Н. Худякова, В.Н. Буткевича, Е.Н. Мишустина и других исследователей и их ролью в развитии микробиологии почв.

Литература: 1, стр. 16-20.

Вопросы для самопроверки

1. Основные направления исследований почвенной микробиологии.
2. Роль русских ученых в становлении почвенной микробиологии (П.А. Костычев, С.Н. Виноградский, В.Л. Омелянский, Н.Н. Худяков и другие).

2. Почвенное микронаселение, методы определения ее состава и активности

Микрофлора почв чрезвычайно многочисленна и довольно разнообразна. Изучите периодичность колебания численности и состава микробного населения почвы, основные формы бактерий, водорослей и простейших, живущих в ней, типы взаимоотношений между микробами и с высшими растениями.

Представление о микробиологическом составе почв дают различные методы исследования (микроскопирование, посев на питательные среды, стекла обрастания, использование педоскопа и т.п.), позволяющие учесть численность, видовое разнообразие или суммарную активность отдельных микробиологических процессов (нитрификационную способность, дыхание, ферментативную активность и др.).

Литература: 1, стр. 248-256.

Вопросы для самопроверки

1. Общая характеристика методов изучения состава и численности почвенного микронаселения.
2. Как можно наблюдать за микроорганизмами в природных условиях?
3. Методы определения суммарной биохимической активности почвенной микрофлоры (нитрификационная способность, дыхание почвы, метод аппликаций, ферментативная активность почв).
4. Роль биологических факторов в формировании ценозов почвы.

3. Роль микроорганизмов в первичном почвообразовательном процессе, в образовании перегноя и структуры почвы

Изучите микроорганизмы, участвующие в первичном почвообразовательном процессе. Выясните роль микроорганизмов в формировании гумуса. Необходимо знать, что образование и накопление гумуса обеспечивает создание запасов большинства элементов, необходимых для жизни растений и существенно улучшает различные физические свойства почвы. В благоприятных условиях под влиянием микроорганизмов гумусовые соединения медленно минерализуются, снабжая растения необходимыми элементами питания.

Знайте, что определенную роль играют микроорганизмы в агрегировании почв и формировании почвенной структуры,

Литература: 1, стр. 292-294.

Вопросы для самопроверки

1. Роль микроорганизмов в почвообразовательном процессе.
2. Роль микроорганизмов в формировании почвенной структуры?
3. Роль микроорганизмов в формировании и разрушении перегноя.

4. Факторы среды, определяющие формирование микробных ассоциаций почвы

Существенное влияние на численность микрофлоры почв и ее активность оказывают факторы внешней среды.

Изучите роль температуры в формировании ценоза почвы, влияние влажности на почвенную микрофлору. Обратите внимание на

важность в почвенных процессах сочетания температурных условий и влажности. Необходимо знать, что воздушный режим во многом способствует созданию определенных ценозов в почве. Рассмотрите вопрос влияния кислотности на микробные ассоциации, а также механического состава, на биологическую активность почвы.

Литература: 1, стр. 271-282.

Вопросы для самопроверки

1. Воздушный режим почвы как фактор, определяющий направленность микробиологических процессов в почве.
2. Влияние активной кислотности на микрофлору почвы. Методы регулирования.
3. Влияние температуры и влажности на жизнедеятельность микроорганизмов почвы.
4. Роль механического состава почвы в активизации микрофлоры.
5. Что представляют собой метабиотические и синтрофные взаимоотношения микроорганизмов?

5. Микробное население почвенных типов

Уясните, что групповой состав и количество микроорганизмов в разных почвах неодинаковы. Некоторые виды микробов могут служить индикатором определения типа почвы. Окультуренность почвы во всех почвенно-климатических зонах положительно влияет на увеличение численности микронаселения.

Изучите основные группы почвенного микронаселения: зимогенная и автохтонная микрофлора, олиготрофные и автотрофные микроорганизмы.

Ознакомьтесь с количественным и качественным составом бактерий, актиномицетов и грибов в почвах различных типов. Что такое микробиологическая диагностика, индикация типа и окультуренности почвы?

Литература: 1, стр. 256-270.

Вопросы для самопроверки

1. Количественный и качественный состав микрофлоры разных типов почв. Привести цифровые данные.
2. Характеристика основных групп почвенного микронаселения.

3. Распределение микроорганизмов по профилю почв.
4. Распределение бацилл в различных типах почв.
5. Развитие грибов в разных типах почв.
6. Численность актиномицетов в почвах северных и южных зон.

6. Влияние обработки почв на деятельность микроорганизмов

Агротехнические приемы, изменяющие условия, необходимые для жизни микробов, оказывают разнообразное влияние на них. Поэтому вопросы агротехники должны решаться с учетом их воздействия на микробные ценозы. Обработка почвы улучшает водно-воздушный режим, способствует активизации отдельных групп микроорганизмов, участвующих в мобилизации питательных веществ для растений.

Изучите влияние разных способов обработки почвы на микробиологические процессы, происходящие в ней.

Обратите также внимание на влияние мелиорации на состав почвенного микронаселения и его активность.

Литература: 1, стр. 282-287.

Вопросы для самопроверки

1. Влияние обработки почвы на жизнедеятельность почвенных микроорганизмов и степень минерализации органических веществ.
2. Активизация деятельности почвенной микрофлоры известкованием.
3. Роль гипсования почв в активизации микрофлоры?

7. Химизация земледелия и задачи микробиологии

Микроорганизмы могут использоваться для микробиологического метода определения потребностей в почве макро- и микроэлементов, нуждаемости в известковании.

Уясните, какое огромное практическое значение имеет проблема биологической фиксации азота атмосферы, а следовательно, исследования по генетике, физиологии, селекции свободноживущих азотфиксаторов и клубеньковых бактерий, по совершенствованию методов массового размножения азотфиксаторов и приготовлению высококачественных бактериальных удобрений.

На почвенную микрофлору особенно благоприятно влияют орга-

нические удобрения (навоз, компосты, торф, городские отходы). Их подготовка должна быть увязана с учетом деятельности микроорганизмов.

Ознакомьтесь с качественным и количественным составом микрофлоры навоза. Запомните, что микробиологические процессы, протекающие в почве, определяют не только ее естественное плодородие, но и полноту использования вносимых удобрений. Знайте, что коэффициент использования их значительно снижается вследствие деятельности почвенных микробов. Поэтому целесообразно разрабатывать технику применения удобрений с учетом возможных их трансформаций микроорганизмами почвы. Изучите приемы повышения коэффициента использования азотных удобрений путем подавления денитрификации.

Химизация земледелия включает в себя также широкое использование пестицидов. Уясните влияние гербицидов и других токсических соединений на микрофлору почв и выясните роль почвенных микробов в защите ее от химических загрязнений.

В этом разделе следует также ознакомиться с влиянием севооборотов и монокультур на почвенное микронаселение, регулированием этими агроприемами состава биоценозов почвы.

Литература: 1, стр. 287-324; 3, стр. 259-263.

Вопросы для самопроверки

1. Роль биологического азота в земледелии.
2. Качественный и количественный состав микроорганизмов навоза и микробиологические процессы, происходящие при заготовке органических удобрений.
3. Влияние минеральных и органических удобрений на состав микрофлоры почвы.
4. Влияние пестицидов на почвенную микрофлору. Факторы, определяющие скорость разложения пестицидов в почве.
5. Влияние севооборотов на почвенное микронаселение.

8. Микроорганизмы зоны корня и поверхности растений

Ознакомьтесь с корневой и прикорневой микрофлорой растений (ризоплана и ризосфера), зависимостью ее состава и активности от вида и возраста растительного организма. Рассмотрите, в чем сущ-

ность положительного влияния ризосферной микрофлоры на всхожесть семян и развитие растений, приемы регулирования ее численности путем бактеризации, протравливания.

Обратите внимание на изучение микоризы и ее роль. Запомните, что микроорганизмы, находящиеся на поверхности растений, составляют эпифитную микрофлору. Какова ее роль в жизни растений? Использование знаний видового состава эпифитной микрофлоры при оценке качества зерна.

Литература: 1, стр. 325-341.

Вопросы для самопроверки

1. Роль микробов ризопланы и ризосферы в росте и развитии растений?
2. Эндифитные ризобактерии – *Klebsiella planticola*?
3. Микориза, ее виды, использование в сельском и лесном хозяйстве.
4. Эпифитная микрофлора, ее состав и значение в сохранении урожая.

9. Микробные почвоудобрительные препараты и их эффективность

Одним из путей повышения плодородия почвы является использование бактериальных удобрений, при внесении которых вместе с семенами в почву в зоне корневой системы образуются очаги полезных микроорганизмов, улучшающих питание растений, стимулирующих их рост и развитие. В то же время, некоторые микроорганизмы (азотобактер, фосфорные бактерии), на основе которых готовятся бактериальные удобрения, могут являться активными антагонистами возбудителей, поражающих корневую систему.

Применение бактериальных удобрений, особенно ризоторфина, способствующего повышению белковости и урожайности бобовых, позволит решить проблемы белка за счет увеличения производства зерновых бобовых культур (сои, гороха, нута, фасоли, люпина, вики и др.) и бобовых трав (люцерны, клевера, донника, козлятника восточного, люцерны рогатого и др.).

Ознакомьтесь с вопросом создания бактериальных удобрений, методами их приготовления, сущностью действия и эффективностью.

Следует указать, что в настоящее время выпускаются новые формы бактериальных удобрений на основе клубеньковых бактерий: ризоторфин, ризобин, ризолигнин, на основе культур цинобактерий, на основе ассоциативных азотфиксирующих бактерий (агрофил, агрофор, мизорин и др.), а с использованием азотобактера – ризофил и другие.

Литература: 1, стр. 341-354.

Вопросы для самопроверки

1. Ризоторфин, получение, применение и влияние на урожай.
2. Азотобактерин (ризофил), получение, применение. Положительное действие на растение. Условия, способствующие его эффективности.
3. Фосфоробактерин, получение, применение. Положительное действие на растение.
4. Агрофил, агрофор, мизорин, приготовление, применение, эффективность.
5. Микоризация растений.

10. Использование микробных метаболитов для защиты и стимуляции роста растений

Велика роль микробиологии в борьбе с потерями урожая от вредителей, в профилактике и лечении болезней сельскохозяйственных растений. Разработка мероприятий по борьбе с вредителями и болезнями сельского и лесного хозяйства должна основываться на глубоком знании биологии используемого микроорганизма и экологических условий, благоприятствующих их массовому размножению.

Болезни вредителей сельского хозяйства (насекомых, грызунов) могут вызываться бактериями, грибами и вирусами. Ознакомьтесь с микроорганизмами, используемыми для приготовления микробиологических средств защиты растений от вредителей, принципом их действия на организмы, условиями, необходимыми для получения наибольшей эффективности.

В борьбе с вредителями заболеваний сельскохозяйственных растений могут также использоваться их враги – микробы, которые вступают в разнообразные отношения с патогенами (см. раздел «Взаимноотношения микроорганизмов между собой и другими существами»).

В биологической защите применяют микроорганизмы – гиперпаразиты, антагонисты и продукты их жизнедеятельности – антибиотики, а также продуценты растений – фитонциды.

Изучите микроорганизмы, рекомендуемые для защиты растений от заболеваний, принципы их действия на патогены. Новым методом борьбы с некоторыми вирусными заболеваниями является вакцинация растений ослабленными штаммами вирусов.

Уясните, что микроорганизмы в процессе своей жизнедеятельности вырабатывают разнообразные биологически активные вещества, в том числе ростовые. В сельском хозяйстве в основном используется гиббереллин – стимулятор роста растений. Ознакомьтесь с микроорганизмом, выделяющим этот стимулятор, и с использованием его в растениеводстве.

Литература: 1, стр. 355-366.

Вопросы для самопроверки

1. Микробиологические средства защиты растений. Преимущества микробиологического метода борьбы перед химическим.
2. Биопрепараты в защите растений от вредных насекомых. Препараты бактериального, грибного и вирусного происхождения.
3. Явление антагонизма. Антибиотики и их применение в растениеводстве.
4. Биопрепараты в защите растений от возбудителей заболеваний.
5. Гиббереллин и его использование.

III. МИКРОБИОЛОГИЯ КОРМОВ

1. Микробиологические процессы при силосовании кормов и использование продуктов микробного синтеза в питании животных

Правильная технология заготовки кормов растительного; происхождения (сена, сенажа, силоса, соломы и других продуктов) может быть применена лишь при четком представлении о динамике микробиологических процессов, биохимических изменений, происходящих в растительной массе. Качество кормов во многом определяется составом эпифитной микрофлоры, зависящей от вида растений, агроклиматических и других условий.

При работе над этим разделом очень важно вспомнить об основных экологических условиях, определяющих жизнедеятельность микроорганизмов: влажности, pH среды, концентрации солей, наличия или отсутствия кислорода. Нужно четко представлять процессы питания, дыхания и связанное с дыханием явление термогенеза. В этом случае будет легко понять, почему в условиях аэрации происходит самосогревание зерна, сена, соломы. Следует уяснить, с какими условиями жизни микроорганизмов связана смена фаз при правильном ведении процесса силосования, приготовлении сенажа. Кроме того, студент должен знать, в каких случаях нужно применять закваски или химические консерванты, и ознакомиться с химическими и микробиологическими показателями качества кормов.

Растения могут быть поражены фитопатогенной микрофлорой и служить источником тяжелых отравлений. Не исключается возможность попадания в организм животного с кормами растительного происхождения бациллы ботулинуса и ее токсинов. Уясните, в каких случаях это явление имеет место.

Следует уделить особое внимание вопросам: синтезу микробного белка, аминокислот, витаминов, ферментов, антибиотиков и перспективам развития биотехнологии в решении проблемы питания сельскохозяйственных животных.

Литература: 1, стр. 367-374; 2, стр. 271-284.

Вопросы для самопроверки

1. Качественный и количественный состав эпифитной микрофлоры: а) молочнокислой, б) гнилостной, в) маслянокислой, г) грибной.
2. Микробиологические процессы, происходящие при силосовании кормов, и их регулирование.
3. Сенажирование кормов. Микробиологические процессы; при созревании сенажа.
4. Химические и микробиологические показатели качества кормов.
5. Использование продуктов микробного синтеза в питании животных.

IV. МИКРОБИОЛОГИЯ ВОДЫ И ВОЗДУХА

Вода является средой обитания разнообразных микробов.

Их количественный и качественный состав зависит от типа водоемов, хозяйственной деятельности человека.

Санитарно-гигиеническое состояние воды имеет большое практическое значение. Запомните, что показателем фекальной загрязненности воды является коли-титр и коли-индекс. Вода может служить фактором передачи возбудителей инфекционных болезней. Необходимо уметь дать оценку показателям лабораторного исследования воды.

Ознакомьтесь со способами биологической очистки загрязненных вод на полях орошения, фильтрации и других искусственных сооружениях.

Воздух считают неблагоприятной средой для размножения большинства видов микробов. В воздух микрофлора попадает главным образом с поднимающейся пылью. Повышенное содержание микробов в воздухе – показатель антисанитарного состояния помещения (недостаточная вентиляция, плохая уборка и т.д.). Озеленение городов, влажная уборка, побелка помещений, качественная вентиляция способствует снижению численности микробов.

Учитывая, что санитарно-гигиеническое состояние воздуха имеет большое практическое значение, студент должен овладеть методами микробиологического анализа воздуха и дать его оценку.

Литература: 2, стр. 99-107.

Вопросы для самопроверки

1. Распространение микробов в воде. Микробиологические показатели загрязненности воды.
2. Способы обеззараживания воды.
4. Микрофлора воздуха, пути загрязнения воздуха микроорганизмами.
5. Распространение возбудителей инфекционных заболеваний через воду и воздух.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

АБИОЗ (от греч. *a* – отрицание, *bio* – жизнь) – отсутствие жизни. Абиоз – биологический принцип, лежащий в основе переработки продуктов (например, мясных, молочных, рыбных, плодово-овощных). При абиозе прекращаются жизненные процессы, как в перерабатываемых продуктах, так и в клетках микроорганизмов на (в) них находящихся. Достигается термической стерилизацией, облучением.

АВТОТРОФИЯ (от греч. *autos* – сам, *trophe* – питание) – способность организмов использовать для построения своих клеток диоксид углерода в качестве единственного или главного источника углерода. В качестве источника энергии они используют энергию солнца (растения, водоросли, цианобактерии, зеленые серные бактерии и пурпурные серные бактерии) или энергию окисления неорганических химических соединений (нитрифицирующие бактерии, бесцветные серобактерии, тионовые бактерии, водородные бактерии, железобактерии). Автотрофы – первичные продуценты органического вещества в биосфере.

АВТОХТОННЫЕ микроорганизмы (от греч. *chton* – земля). В микробиологию термин введен русским ученым микробиологом С.Н. Виноградским для характеристики истинно почвенных сапротрофных микроорганизмов, живущих преимущественно за счет гумусовых соединений почвы. Типичные представители – актиномицеты, нокардии (проактиномицеты). Использовать боковые группировки молекул гумусовых соединений на начальных этапах разрушения гумуса могут, однако, и зимогенные (см. Зимогенные микроорганизмы) микроорганизмы (например, псевдомонады, бациллы).

АДГЕЗИЯ, АДГЕЗИНЫ (от лат. *adhaesio* – прилипание микроорганизмов. Некоторые бактерии в естественной среде обитания существуют только в прикрепленном состоянии. В первый момент взаимодействия с субстратом клетка удерживается преимущественно за счет физико-химических факторов, далее включаются активные биологические механизмы прилипания – адгезины, чаще кислой полисахаридной или гликопротеидной (гликокаликс) природы. У некоторых бактерий (целлюлозоразрушающих, амилотических) прикрепление к волокнам субстрата – целлюлозе или крахмалу осуществляет ферментно-субстратный комплекс: ферменты целлюлаза или амилаза выделяются бактериями контактно на субстрат. Если бак-

терии патогенные, связь осуществляется с организмом хозяина (человека, животного, др.) комплементарными молекулами: адгезинами бактерий и рецепторами (мишенями) поверхности клеток хозяина.

Адгезия может осуществляться фимбриями гликопротеидной природы. Так, на «брюшной» стороне нитчатых бактерий родов *Simonsiella* и *Alysiella bovis*, прикрепляющихся к эпителию языка коровы фимбриями, с помощью последних осуществляется свободное скольжение по поверхности языка (они могут прикрепляться и неподвижно к поверхности стекла и других твердых предметов).

АЗОТОБАКТЕРИН землеудобрительный препарат на основе свободноживущей азотфиксирующей бактерии *Azotobacter chroococcum*. Кроме функции азотфиксации азотобактер еще и продуцент фунгистатического антибиотика анисомицина (открыт Е.Н. Мишустиным и В.Г. Марьенко), витаминов, ростовых веществ типа ауксинов, других биологически активных веществ – стимуляторов роста растений.

В полевых условиях препарат малоэффективен, поскольку азотобактер не ризосферный микроорганизм и плохо приживается в ризосфере. К тому же он требователен к условиям почвы (ему необходимы благоприятный pH, высокий уровень фосфора, кальция, достаточная аэрация), иначе он не выживет. В условиях защищенного грунта препарат дает довольно стабильный эффект. При обработке суспензией азотобактерина рассады томатов и огурцов (10^5 клеток/мл; 10 мл на 1 растение) прибавка урожая достигает 10-15 %, или до 2,0 кг/м².

АЗОТФИКСАЦИЯ биологический процесс связывания молекулярного азота (N₂) атмосферы и перевода его азотфиксирующими бактериями в азотсодержащие соединения. Один из важнейших биологических процессов в круговороте азота в природе. Осуществляется только прокариотами – свободноживущими, симбиотическими и ассоциативными бактериями, обитающими в почвах, пресных водах, морях и океанах. В качестве первого стабильного продукта в процессе азотфиксации образуется NH₃.

По современным гипотетическим схемам молекулярный азот активизируется и хемосорбируется ферментным комплексом – нитрогеназой (см. Нитрогеназа). Источником энергии для восстановления N₂ служит процесс дыхания у аэробных азотфиксаторов и брожения – у анаэробных. Недоступный растениям молекулярный азот в результате азотфиксации становится доступным.

АММОНИФИКАЦИЯ – минерализация азотсодержащих соединений микроорганизмами с выделением аммиака.

АНАБИОЗ (от греч. *a, an* – отрицание дважды, т.е. отрицание жизни и отрицание этого отрицания; т.е. возможность оживления) – латентное безжизненное, но обратимое состояние живых биологических систем, в частности клеток микроорганизмов, когда метаболические процессы в них заторможены или идут на чрезвычайно низком уровне и они ведут себя как «закрытые» (Бекер с соавт., 1981): например, споры бактерий, лиофилизированные культуры микроорганизмов, сухие живые вакцины.

Термины анабиоз, абиоз (см. Абиоз), ценанабиоз (см. Ценанабиоз) введены Я.Я. Никитинским для характеристики перерабатываемой плодоовощной продукции и их микрофлоры. При сушке, замораживании, мариновании и спиртовании плоды и овощи переходят в состояние абиоза, микроорганизмы в них (или на них) содержащиеся – в состоянии анабиоза. Подобное явление наблюдается также при переработке и других продуктов (например, рыбных, мясных) путем соления, копчения, сушки, замораживания и т.п.

АНАБОЛИЗМ, объединяет процессы синтеза макромолекул клетки (нуклеиновых кислот, белков, полисахаридов и т.д.) из более простых соединений, присутствующих в окружающей среде. Реакции биосинтеза связаны с потреблением свободной энергии, которая вырабатывается в процессах дыхания, брожения (а также фотосинтеза) и сохраняется в форме АТФ. Катаболизм и анаболизм протекают одновременно, многие реакции и промежуточные продукты для них общие.

АНАЭРОБЫ – микроорганизмы, которые могут расти и размножаться в бескислородной среде.

АНТАГОНИЗМ (от греч. *antagonisma* – спор, борьба) взаимоотношения между микроорганизмами, когда одна конкурирующая популяция подавляет рост другой в природных или лабораторных условиях. Причины антагонизма различны: 1) более быстрый рост популяции, 2) угнетение конкурента в случае образования популяцией специфических соединений – антибиотиков, 3) образование популяцией токсических веществ неспецифического действия, например, H₂S или органических кислот. Так, молочнокислые бактерии подавляют развитие аммонификаторов (гнилостных бактерий) и маслянокислых бактерий, продуцируя молочную кислоту.

АНТИБИОТИКИ (от греч. *anti* – против, *bio* – жизнь) специфические низкомолекулярные органические вещества; образуемые микроорганизмами для подавления роста других, микроорганизмов – их конкурентов. Продуценты антибиотиков в основном почвенные сапротрофные аэробные микроорганизмы: актиномицеты, грибы, бактерии. Антибиотики относят к группе вторичных метаболитов клетки, поскольку их синтез не связан с основными процессами роста, развития и энергетики. Мишенями действия антибиотиков на поражаемую ими бактериальную или грибную клетку могут быть структуры клетки: клеточная стенка, в частности, у бактерий нарушается синтез пептидогликана (муреина), цитоплазматическая мембрана, рибосомы, нуклеоид или этапы биосинтеза белка, липидов, нуклеиновых кислот.

По направленности ингибирующего действия различают бактерицидные, фунгицидные и другие антибиотики. Они могут обладать узким или широким спектром действия. Известно более 8500 природных антибиотиков, промышленность производит около 160 антибиотиков, преимущественно пенициллиновой, тетрациклиновой, цефалоспориновой, стрептомициновой групп. Ежегодно в производство на смену старым приходят новые поколения более сильных антибиотиков за счет включения в структуру антибиотика новых химических группировок (полусинтетические антибиотики).

Антибиотики используют в медицине как лекарственные препараты для лечения инфекционных болезней человека, животных; в сельском хозяйстве – для защиты растений, в животноводстве и птицеводстве как лекарственные препараты и стимуляторы роста – добавки к кормам. Положительный эффект в животноводстве и птицеводстве в последнем случае связывают со снижением числа патогенных микроорганизмов и токсинов, образуемых в кишечнике гнилостными бактериями, повышением защитных свойств организма, усилением секреции пищеварительных желез, подавлением возбудителей скрытых, так называемых субклинических инфекций – основной причины задержки роста молодняка. Добавление антибиотиков к кормам ограничивается трудностью равномерного распределения в корме.

В пищевой промышленности, особенно при консервировании продуктов детского питания, используют антибиотики с сильным биологическим эффектом и совершенно нетоксичные для человека (например, антибиотики бактериального происхождения низин и субтилин). К антибиотикам в широком смысле относят также антимикробные вещества тканей растений (фитонциды) и животных.

АНАЭРОБНАЯ ФЕРМЕНТАЦИЯ – минерализация навоза, органической части отходов в анаэробных условиях с получением биогаза и различных продуктов.

АРХЕБАКТЕРИИ. Представлены классом *Archaeobacterta*. К нему относят прокариот, обладающих уникальными физиологическими, биохимическими свойствами и экологией, резко отличными от остальных прокариот. Так, они отличаются от других бактерий составом и первичной структурой рибосомальных 16S и 5S рРНК, а также транспортных РНК; составом мембранных липидов и образованием однослойной липидной мембраны; составом клеточных стенок (состоят не из пептидогликана, а из других биополимеров – кислых полисахаридов, белков и псевдомуреина); отсутствием сложных жизненных циклов, патогенных и паразитических видов экзоферментов; способностью использовать только низкомолекулярные органические соединения; жизнеспособностью некоторых видов даже при температуре выше 100°C и другими признаками. Среди археобактерий выделяют пять основных групп: метанообразующие, аэробные сероокисляющие, анаэробные серовосстанавливающие, галобактерии и термоацидофильные «микоплазмы».

БАКТЕРИАЛЬНАЯ ХРОМОСОМА. Вся генетическая информация прокариот содержится в одной молекуле ДНК, имеющей форму ковалентно замкнутого кольца и получившей название бактериальной хромосомы. В прокариотной клетке ДНК может находиться и вне бактериальной хромосомы – в плазмидах, но последние не являются обязательными клеточными компонентами.

БАКТЕРИОЦИНЫ (от греч. *bactrion* – палочка, от лат. *caedere* – убивать) – специфические антибиотикоподобные белки, вырабатываемые некоторыми бактериями и убивающие бактерии того же вида или близкородственных видов; их наименования даются в соответствии с видовым названием продуцента: у *Escherichia coli* – колицины, у *Klebsiella pneumoniae* – пневмоцины, у *Serratia marcescens* – марцесцины, у *Yersinia pestis* – пестицины.

Спектр действия бактериоцинов уже, чем у антибиотиков, а механизм действия определяется ингибированием отдельных этапов синтеза макромолекул, который наступает после адсорбции бактериоцинов на специальных рецепторах клеточной стенки чувствительных бактерий. Гибель бактерий под действием бактериоцинов может определяться повреждением цитоплазматической мембраны или нарушением ее функций, подавлением синтеза белка, ДНК или РНК.

БАКТЕРИЦИДЫ – органические и неорганические соединения, вызывающие в низких концентрациях задержку роста и развития бактерий (бактериостатическое действие), и в высоких концентрациях гибель клеток (бактерицидное действие).

БИОИНДИКАТОРЫ (от лат. *indico* – указываю, определяю) – организмы, в частности микроорганизмы, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания. Ряд микроорганизмов, водорослей, растений, простейших служат биотестами при ботанической, зоологической, агрономической биоиндикации почв.

По комплексам почвенных микроорганизмов можно определять типы почв и их изменение под влиянием хозяйственной деятельности человека. При помощи микроорганизмов, например дрожжей, устанавливают присутствие в субстрате витаминов и других биологически активных веществ. Важный аспект применения биоиндикаторов – оценка с их помощью степени загрязнения природной среды (тяжелыми металлами, пестицидами, нефтью, радиоактивными веществами и др.), постоянный контроль (мониторинг) за ее качеством и изменениями.

БИОТА (от греч. *biotl* – жизнь) – по В.И. Вернадскому, «живое вещество», например почвы. Это исторически сложившийся комплекс живых организмов, обитающих на (в) том или ином субстрате, той или иной территории или представляющий собой многочисленные популяции и группы популяций организмов, различающихся экологическими функциями (продуценты, редуценты, консументы) и таксономическим положением. В случае микробиоты речь идет только о представителях микроскопического мира, микобиоты – о микроскопических грибах.

БОТУЛИЗМ (от лат. *botulus* – колбаса) тяжелое пищевое отравление, возникающее в результате приема пищи, содержащей экзотоксин *Clostridium botulinum*. Ботулинические, спорообразующие облигатно анаэробные палочковидные бактерии клостридии встречаются в почвах, навозе, кишечнике животных, человека. При нарушении санитарно-гигиенических норм могут попадать на пищевые продукты при их кулинарной обработке.

Особенно опасно, если они попадают на (в) белковые продукты (мясные, рыбные, молочные и др.), а затем эти продукты используются в пищу без термической обработки. В холодильных установках при – 16°C споры *C. botulinum* в пищевых продуктах остаются

жизнеспособными длительное время. Споры ботулинического клостридия выдерживают температуру 120°C в течение более 10 мин и остаются жизнеспособными даже после 4...5 ч кипячения в водной среде. Попавшие в продукт споры прорастают, и бактерии образуют и накапливают ботулинический токсин – нейротоксичный белок, один из наиболее сильных ядов для человека (см. Токсины). Тысячные доли грамма токсина могут вызвать смерть. Токсин устойчив в кислой среде, к пищеварительным ферментам.

Попадая в пищеварительный тракт, токсин хорошо всасывается через стенки кишечника в лимфу и кровь и, не вызывая нарушения пищеварения, действует на черепно-мозговые нервы: сначала влияет на зрение (предметы двоются), опускаются веки, нарушаются глотательные функции, исчезает голос, затем паралич дыхания и в 60 % случаев летальный исход.

Если есть хоть какое-то подозрение, что продукт несвежий или домашние консервы (например, грибы) недостаточно простерилизованы (а в них всегда могли с почвой попасть клостридии) необходимо их снова подвергнуть термической обработке. Инкубационный период при ботулизме длится от нескольких часов до 10 суток.

БРОЖЕНИЕ – это сугубо микробиологический термин. Он характеризует энергетическую сторону способа существования нескольких групп зубактерий, при котором они осуществляют в анаэробных условиях окислительно-восстановительные превращения органических соединений, сопровождающиеся выходом энергии, которую эти организмы используют.

ВИРОИДЫ – неканонические вирусы; инфекционные частицы нуклеиновой природы («живые молекулы нуклеиновой кислоты, лишённые белка»), совершенно новое явление в природе. Нуклеиновая кислота (РНК) вирида не несет никакой наследственной информации, а его инфекционная сущность связана с тем, что он дезорганизует, отвлекает на себя деятельность клеточных ферментов и тем нарушает развитие организма хозяина. Устойчивы к противовирусным препаратам, нагреванию, действию формалина, протеаз, нуклеаз, излучениям.

ГОМЕОСТАЗ (от греч. *homioios* – подобный, одинаковый, *stasis* – неподвижность) – прежде всего это относительное постоянство состава и свойств внутренней среды организма, клетки. Поддержание гомеостаза биологических систем в почве, например, зависит от их способности сохранять устойчивость при стрессовых воздействиях биологических и небиологических факторов. Гомеостаз возможен

благодаря наличию в системах механизмов регуляции и координации. Сдвиг в численности одной популяции сопровождается обычно возникновением противоположных сдвигов в других популяциях, замещающих первую, что приводит к восстановлению биологического равновесия. Чем больше видовое разнообразие сообщества, тем большей степенью гомеостаза оно характеризуется.

ЗИМОГЕННЫЕ (от греч. *zyme* – закваска, *genesis* – происхождение) – «заквасочные» «начинающие» микроорганизмы. Термин введен С.Н. Виноградским. Это сапротрофные микроорганизмы, первыми развивающиеся в аэробных и анаэробных условиях в почве при использовании внесенных легко разлагающихся соединений (разнообразных остатков растительного и животного происхождения). Преимущественно это *r*-стратеги.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ (от лат. *identificate* – отождествлять) микроорганизмов – определение рода, вида микроорганизмов на основании изучения морфологических, культуральных, физиолого-биохимических, антигенных и других свойств. Это важный этап диагностики возбудителя инфекционного заболевания, характера процесса, им вызываемого при установлении загрязнения объектов окружающей среды или для других целей.

ИНФЕКЦИЯ (от лат. *inficio* – заражать, *infecto* – отравлять) – совокупность процессов, происходящих в макроорганизме при размножении в нем патогенных (болезнетворных) микроорганизмов. Возникновение и форма течения инфекционного процесса зависят от степени патогенности возбудителя, состояния защитных механизмов макроорганизма, условий среды и др.

КАТАБОЛИЗМ – это комплекс процессов расщепления пищевых веществ – углеводов, жиров и белков, которые происходят в основном за счет реакций окисления, в результате чего выделяется энергия. У микроорганизмов различают основные формы катаболизма – брожение и дыхание (аэробное или анаэробное). При брожении наблюдается неполный распад органических веществ с высвобождением незначительного количества энергии и накоплением богатых энергией конечных продуктов (этилового спирта, молочной, масляной и других кислот). При аэробном дыхании обычно осуществляется полное окисление органических веществ с выходом большого количества энергии и образованием бедных энергией конечных продуктов (CO_2 и H_2O).

КОЛОНИЯ микроорганизмов – видимое невооруженным глазом скопление клеток (или мицелия) микроорганизма, иногда потомство

одной клетки, образуемое в процессе роста и размножения на (в) плотном питательном субстрате. Различаются у разных видов культуральными признаками: размером, формой, характером роста, пигментацией, консистенцией и т.п. При диссоциации разные виды и даже штаммы одного вида бактерий могут образовывать разные варианты колоний: *M* (*mucoid*) – слизистые, *S* (*smooth*) – гладкие, *R* (*rough*) – шероховатые или складчатые.

КОМЕТАБОЛИЗМ – или соокисление, когда микроорганизмы разлагают периферийные группировки молекул некоторых сложных соединений только при наличии в среде дополнительного легкоутилизируемого субстрата (косубстрата). Последний сопряженно используется в качестве источника углерода или азота (или энергетического материала). Так, потребляя подобные соединения, микроорганизмы-деструкторы путем кометаболизма превращают, например, пестициды в нетоксичные продукты или полностью их минерализуют.

КОММЕНСАЛИЗМ (от лат. *com* – вместе и *mensa* – стол, трапеза) – тип симбиоза, когда один из партнеров симбиотической системы (комменсал) возлагает на другого партнера (хозяина) регуляцию своих взаимоотношений с окружающей средой, однако при этом не вступает с ним в тесный контакт. Базой для подобного симбиоза могут быть общее пространство, пища, кров и т. п. Комменсалы – это микроорганизмы, которые живут на внешних покровах и во внутренних органах высших животных и растений. Например, эпифиты, колонизирующие надземные части растений (листья стебли) живут как комменсалы.

КОНЬЮГАЦИЯ – процесс, при котором сблизившиеся родительские клетки соединяются при помощи конъюгационных мостиков, через последние происходит обмен генетическим материалом. Конъюгацию исследовали у различных видов бактерий (*Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Pseudomonas*) она хорошо изучена у *Escherichia coli*.

При этом возможность клетки стать донором определяется специфическим половым фактором *F* (от англ. *fertility* – плодовитость), который при конъюгации переносится из одной бактериальной клетки в другую. Клетки, связанные конъюгацией, называют *F*⁺-клетками. Клетки бактерий не имеющие *F*-фактора, служат реципиентами генетического материала и обозначаются *F*⁻. Половой фактор *F* относится к числу конъюгативных плазмид и представляет собой кольцевую молекулу ДНК молекулярной массой $44 \cdot 10^6$ а.е.м.

КОПИОТРОФЫ – функциональная группа микроорганизмов, характеризующаяся высокой скоростью потребления мономеров в окружающей среде. Их активность в микробной системе почвы проявляется лишь при наличии в среде высоких концентраций мономеров, которую они быстро снижают, стабилизируя на сравнительно низком уровне.

ЛЕГОГЛОБИН (*leg* – *Leguminosae* – бобовое; глобин – пигмент, родственный гемоглобину крови). Продукт симбиоза клубеньковых бактерий и бобовых растений, облегчает диффузию кислорода в клетки клубенька и к бактериоидам клубеньковых бактерий, находящимся в клубеньках.

Благодаря легоглобину бактериоиды получают кислород в количестве, достаточном для их существования и получения энергии в реакциях катаболизма. В то же время в клубеньке не возникает высокого парциального давления кислорода, что может ингибировать фиксацию азота бактериоидами. Присутствие легоглобина придает клубенькам красноватую окраску, что косвенно свидетельствует об активно идущем процессе азотфиксации.

ЛЕКТИНЫ – гликопротеиды; образуемые корнями бобовых растений, способные специфически связывать полисахариды или остатки сахаров. Считают, что взаимодействие лектинов корневых волосков бобового растения с поверхностными полисахаридами клубеньковых бактерий определяет начало процесса инфицирования бобового растения ризобиями.

ЛИЗИС МИКРООРГАНИЗМОВ – под влиянием специфических бактериолизин, бактериофагов и антибиотиков растворение клеток микроорганизмов.

ЛИЗОГЕНИЯ, ЛИЗОГЕННЫЕ БАКТЕРИИ (от греч. *lysis* – растворение). Лизогения – носительство клетками бактерий умеренных, невирулентных фагов. В лизогенных бактериях фаговая нуклеиновая кислота встроена в бактериальную хромосому, фаг находится в неинфекционном состоянии профага. Лизогенные бактерии размножаются синхронно с профагом.

Спонтанно лизогенные бактерии лизируются редко, необходимо воздействие какого-либо индуктора (УФ-лучей, физических или химических агентов), которое бы привело к превращению профага в вирулентный инфекционный фаг. Поскольку лизогенные бактерии не поражаются другими фагами, а переход профага в автономное состояние, ведущее к размножению фага и лизису бактерий с высвобождением фага, требует индуктора, для микробиологической про-

мышленности (производств, где продуцентами являются бактерии) лизогенные культуры даже желательны.

L (L) – ФОРМЫ бактерий названы в честь английского ученого Джозефа Листера. Возникают при разрушении клеточной стенки или утраты способности к ее образованию. Различают нестабильные (реверсирующие) и стабильные *L*-формы. Первые сохраняют свойства только в присутствии фактора, вызвавшего их образование.

МАГНИТОБАКТЕРИИ проявляют магнитотаксис способность двигаться в соответствии с направлением силовых линий магнитного поля Земли (на большинство бактерий магнитное поле Земли влияния не оказывает). Обитают в водоемах с малоподвижной водой (заболоченных и пресноводных водоемах, прудах для очистки сточных вод). Магнитотаксис обнаружен у кокков, вибрионов, спирилл. В сфере действия постоянного магнита, поднесенного к пробам воды или ила из очистного пруда, можно собрать до 10^6 - 10^9 клеток таких бактерий в 1 мл.

МАГНИТОСОМЫ – кубические или эктаэдрические кристаллы магнита в клетках магнитобактерий. В клетках магнитобактерий велико также содержание железа – до 3,8%. У обычных бактерий оно не выше 0,025 %.

МЕЗОСОМЫ (от греч. *meso* – средний, *soma* – тело) – впячивание (инвагинация) цитоплазматической мембраны в цитоплазму клетки прокариот. Участвуют в делении клеток бактерий. Считают, что мезосомы бактерий – эквиваленты митохондрий, так как на них локализируются ферменты цитохромной системы.

МЕЗОФИЛЫ (от греч. *mesos* – средний, промежуточный). Температурный оптимум для *мезофилов* составляет 30-41°C, минимум – 10-15°C. В указанную группу входит большинство микроорганизмов, в том числе болезнетворные. Для бактерий, патогенных для человека и теплокровных животных, температурный оптимум около 37°C.

МЕТАБОЛИЗМ (от лат. *metabole* – изменение, превращение) – обмен веществ микроорганизмов. Включает катаболизм (энергодаяющие процессы) и биосинтез (энергопотребляющие процессы). Катаболизм – это процессы расщепления углеводов, жиров, белков, в основном за счет реакций окисления, в результате которых выделяется энергия. Биосинтез объединяет процессы синтеза макромолекул клетки (нуклеиновых кислот, белков, полисахаридов) из более простых соединений. Катаболизм и биосинтез протекают одновременно, многие реакции и промежуточные продукты для них общие.

МЕТАБИОЗ – метабиотические отношения. Последовательно изменяя компоненты среды, микроорганизмы создают благоприятные условия для существования других микроскопических существ. Например, аэробы, поглощая кислород, благоприятствуют развитию анаэробов.

Продукты жизнедеятельности одних видов микробов могут служить источником энергии, питательных или ростовых веществ для других. Нитрифицирующие бактерии получают необходимую энергию при окислении аммиака, образующегося в результате жизнедеятельности аммонифицирующих бактерий. Для других микроорганизмов аммиак служит источником азота. Продукты обмена веществ бактерий, расщепляющих целлюлозу, используются фиксаторами азота и т.д.

МИКОРИЗА (грибкорень) – симбиоз высших растений, главным образом древесных (корни) и грибов (высших и низших). Существуют: микориза эктотрофная – гифы гриба, не проникая (за редким исключением) внутрь корня, образуют вокруг него чехол, корневые волоски со временем отмирают; микориза экто-эндотрофная – промежуточная форма между экто- и эндотрофной микоризами. Степень проникновения микромицетов в клетки корней различна.

Микориза эндотрофная – гифы гриба развиваются преимущественно в клетках корней растений, корневые волоски обычно сохраняются. Микориза имеет большое значение для растения: удлиняет корневую систему почти на 10 км, снабжает растение водой и минеральными солями, улучшает фосфорное питание растений. Это тип «непрямого симбиоза» – взаимодействия растения с грибом и ризосферными микроорганизмами.

МИКРОАЭРОФИЛЫ – бактерии, использующие кислород при невысоком его содержании. Распространение таких бактерий в природе определяется тем, что во многих местообитаниях (водоемах, почве) содержание молекулярного кислорода значительно ниже, чем в атмосфере. Степень чувствительности микроаэрофилов к O_2 различна. Примером микроаэрофилов служат азоспириллы, клубеньковые бактерии и пропионовокислые бактерии.

МИКСОТРОФИЯ – тип питания, при котором микроорганизмы одновременно используют 2 источника углерода (например, органическое вещество и диоксид углерода). Впервые такую гетеротрофную ассимиляцию CO_2 обнаружили Х. Вуд и К. Веркман у пропионовокислых бактерий – так называемая реакция Вуда и Веркмана при сбраживании глицерина.

МУТУАЛИЗМ (от лат. *mutuus* – взаимный) – форма симбиоза (см. Симбиоз), при которой отношения между партнерами характеризуются взаимовыгодностью и, как правило, ни один из них не может существовать без другого. Мутуалистические взаимоотношения полезны и выгодны для обоих партнеров, но часто партнеры находятся как бы на грани паразитизма, и в зависимости от условий внешней среды взаимосвязи между ними по-разному проявляются. Так, мутуалистические связи существуют в лишайниках между грибами и водорослями, но в последнее время лишайник рассматривается как пример взаимоотношений «сбалансированного паразитизма». Мутуалистическими можно считать и взаимоотношения некоторых микоризных грибов с растениями. Сеянцы сосны, например, очень плохо растут, если на их корнях нет микоризы (см. Микориза), а многие микоризные грибы, в свою очередь, не встречаются вне корней.

НЕЙТРАЛИЗМ (от лат. *neuter* – ни тот, ни другой) взаимоотношения микроорганизмов в составе ценоза, при которых они не влияют друг на друга непосредственно. Косвенная взаимозависимость организмов при этом неизбежна, поскольку они функционируют в одном сообществе. Такой тип взаимодействия характерен для микроорганизмов с равной скоростью роста и примерно равной плотностью популяции. Характерен для субстратов, вновь заселяемых. Например, для вулканических почв, рекультивируемых отвалов.

НИТРАГИН – препарат, содержащий клубеньковые бактерии. В качестве наполнителя (носителя бактерий) можно использовать стерилизованную почву, торф, бентонит и т.п. В России чаще используют торфяной нитрагин – ризоторфин: стерилизованный гамма-облучением низинный торф, обогащенный питательными для ризобий веществами. Расфасованную массу с внесенной в нее соответствующей культурой клубеньковых бактерий выдерживают в термостате для размножения ризобий.

Титр клубеньковых бактерий в готовом препарате 2,5 млрд. клеток в 1 г. Перед посевом семена бобовых растений обрабатывают препаратом, специфичным для данной бобовой культуры из расчета 200 г препарата на одну гектарную порцию семян. Для каждого вида бобовых растений (люпина, сои, вики, фасоли, люцерны, гороха, клевера, донника, эспарцета и др.) ризоторфин готовят отдельно.

Препарат увеличивает в прикорневой зоне количество активных клубеньковых бактерий, что способствует образованию большого количества клубеньков на корнях и усилению процесса биологической

фиксации азота атмосферы симбиотической системой бобовое растение – клубеньковые бактерии. Урожай зерна сои ризоторфин повышает на 2-5, гороха – на 1-2, люпина – на 1,5-2,0, сена люцерны и клевера – на 6-8 ц/га. При этом на 2-3% возрастает содержание протеина в урожае.

НИТРОГЕНАЗА – ферментный комплекс, катализирующий процесс восстановления молекулярного азота до аммиака. Нитрогеназа состоит из двух компонентов: белка в состав которого входят молибден, железо и сера (компонент I или Mo – FeS – белок) и белка, содержащего железо и серу (компонент II или FeS – белок). Для связывания молекулярного азота необходимы восстановительная сила и энергия получаемые в процессе дыхания (у аэробных азотфиксаторов), брожения (у анаэробных азотфиксаторов) и фотосинтеза (у фотосинтезирующих бактерий). Энергия – это АТФ, восстановительная сила реакций – это восстановленные НАД и ферредоксины, возможно также использование переносчиков, содержащих флаводоксин. Восстановление молекулярного азота до аммиака осуществляется в три стадии. Сначала N_2 превращается в диимид ($HN=NH$), затем в гидразин ($H_2N - NH_2$) и, наконец, в NH_3 , практически первый продукт, который легко обнаруживается.

Синтез нитрогеназного комплекса у микроорганизмов непосредственно кодируется *nif*-генами, которые либо входят в состав хромосомы, либо существуют в форме мегаплазмиды. Гены-*nif* при переносе в другие виды бактерий легко «вписываются» в метаболизм нового хозяина. Благодаря существованию эффективных систем обмена генетической информации *nif*-гены широко распространены в мире микроорганизмов.

НУМЕРИЧЕСКАЯ (или **ЧИСЛОВАЯ**) **ТАКСОНОМИЯ** (от греч. *taxis* – расположение, ранг, *nomos* – закон) микроорганизмов предложена М. Адамсоном, современником Карла Линнея для систематизации микроорганизмов (определения их сходства и общности происхождения). В основу положены следующие принципы: равнозначность изучаемых признаков организмов, доведение числа признаков до максимума, выделение каждой таксономической группы по числу совпадающих признаков. Указанный подход к систематике микроорганизмов достаточно объективен, однако для реализации необходимы обширные математические расчеты с использованием ЭВМ.

ОЛИГОТРОФЫ (от греч. *oligos* – малый) – сапротрофные микроорганизмы, не растущие на обычных питательных средах, так как не выносят высокой концентрации органических веществ, и предпо-

читают ассимилировать питательные вещества из растворов с низкой концентрацией. Так, олигонитрофилы развиваются только в присутствии ничтожных количеств азотсодержащих соединений, рост олигокарбофилов лимитируют высокие концентрации углеродсодержащих соединений.

Олиготрофов относят к группе, названной Г.А. Заварзиным «микрорфлорой рассеяния». Им свойствен факультативный метилотрофизм и водородный автотрофизм, у них отсутствуют экзогидролазы и оксидазы.

ОСМОФИЛЬНЫЕ (от греч. *osmos* – давление) микроорганизмы – «любящие» высокое осмотическое давление. Так, многие грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium* имеют внутриклеточное давление порядка 200-250 атм. Известны осмофильные дрожжи, растущие на меде, концентрация сахаров в котором достигает 70-80 %.

ПАРАЗИТИЗМ (от греч. *parasitos*, от *para* и *silos* – хлеб, пища, – нахлебник) у микроорганизмов – форма антагонистических взаимоотношений двух организмов, при которой один из них (паразит) использует другого (хозяина) в качестве среды обитания или источника питательных веществ, возлагая на него регуляцию своих отношений с внешней средой. По существу, форма взаимодействия, когда один организм влияет неблагоприятно на другой, но зависит от него: ослабленная форма хищничества.

Паразиты принимают участие в регуляции численности популяции хозяев, а иногда определяют направленность микроэволюционных процессов. Паразиты подразделяются на облигатные (обязательные) и факультативные (необязательные). Возбудители болезней человека и животных (патогенные), растений (фитопатогены) паразиты.

ПАСТЕРА ЭФФЕКТ – переключение процесса спиртового брожения у дрожжей усиленной аэрацией на дыхание и наоборот. Сбраживание дрожжами глюкозы – анаэробный процесс, хотя дрожжи – аэробные организмы. В анаэробных условиях брожение идет очень интенсивно, но роста дрожжей почти не происходит. При аэрации брожение ослабевают, уступая место дыханию. У некоторых дрожжей можно почти полностью подавить брожение усиленной аэрацией (эффект Пастера). Пастер открыл этот эффект более ста двадцати лет тому назад, исследуя процессы брожения при изготовлении вина. Это явление свойственно не только дрожжам, но и всем другим факультативно-анаэробным клеткам.

ПЕРМЕАЗЫ или **ТРАНСЛОКАЗЫ** – субстратспецифичные связывающие белки. Это молекулы – переносчики, циркулирующие между внешним и внутренним пограничными слоями цитоплазматической мембраны. Считают, что данные переносчики связывают молекулы растворенных веществ на ее внешней стороне, транспортируют их к внутренней, где освобождают, и молекулы питательного вещества поступают в цитоплазму без изменения.

ПОПУЛЯЦИЯ (от лат. *populus* – народ, население) микроорганизмов – первичная элементарная единица экологии микроорганизмов, одно из центральных понятий в микробиологии, однако четкого определения нет. Трудность заключается в невозможности перенести традиционные определения вида и популяции (Тимофеев-Ресовский Н.В. с соавт. Очерк учения о популяции. М.: Наука, 1973), разработанные для макроорганизмов, на микроорганизмы.

Делать вывод о родстве последних на основании их морфологических черт сходства едва ли возможно, а обмен генетической информацией потенциально может происходить в пределах широких групп микроорганизмов. В частности, Брок (Brock T., 1966) назвал популяцией микроорганизмов любую группу микроорганизма, определенную в пространстве и времени. По Д.Г. Звягинцеву, популяция – это специфическая группа, которая занимает особое место в потоке вещества и энергии и представляет собой нечто целостное по отношению к другим составляющим биогеоценоза, т.е. популяция – это совокупность микроорганизмов, выполняющих определенную функцию, характеризующихся сходными физиологическими и биохимическими особенностями и локализованных определенным образом в пространстве.

Популяция может быть представлена группой аэробных и анаэробных азотфиксаторов (локализованы в одной нише и связывают молекулярный азот) или только аэробными азотфиксаторами или даже только одним азотобактером. В разных дисциплинах (микробиологии, экологии, генетике) термин трактуется по-разному.

ПРИОНЫ – неканонические вирусы; инфекционные частицы белковой природы («живые белковые молекулы»), имеющие вид фибрилл размером 10-20–100-200 нм. Прионы, по-видимому, являются одновременно индукторами и продуктами автономного гена человека или животного. Вызывают у них заболевание центральной нервной системы, проявляющееся в постепенном разрушении нервных клеток и превращении мозговой ткани в губкообразную массу.

ПРОКАРИОТЫ (от лат. *pro* – перед, раньше; от греч. *karyon* – ядро) – микроорганизмы с примитивным ядерным аппаратом – нуклеоидом, без мембраны, ядрышка. ДНК в виде замкнутой в кольцо молекулы свободно располагается в цитоплазме. В разомкнутом состоянии нить ДНК приблизительно в 500 раз длиннее клетки, вмещающей эту нить. Эта «бактериальная хромосома» содержит всю наследственную информацию. Кроме того, в клетках прокариот могут содержаться небольшие внехромосомные наследственные детерминанты – автономные самореплицирующиеся плазмиды.

К плазмидам относят *F*-факторы (англ. *fertile* – плодородный), *R*-факторы (англ. *resistance* устойчивость), бактериофаги и др. *R*-факторы – это трансмиссивные плазмиды множественной лекарственной устойчивости клетки одновременно к нескольким препаратам: антибиотикам, лекарственным веществам, солям тяжелых металлов.

В клетке могут находиться также особые мигрирующие элементы – сегменты ДНК-транспозоны, роль которых заключается в перемещении (транспозиции) из одного места генома в другое, не переходя в автономное состояние. Перемещающиеся элементы могут встраиваться не только в хромосому, но и переходить на плазмиду или с плазмид в хромосому. Комбинации трансмиссивных плазмид с транспозонами особенно благоприятны для распространения множественной лекарственной устойчивости бактерий.

Все плазмиды могут существовать в клетке и в интегрированном состоянии с бактериальной хромосомой, сохраняя при этом способность переходить к автономии. Благодаря сложности и подвижности генетической структуры бактериальных клеток реализуются изменчивость и эволюция прокариот.

Морфологически прокариоты слабо дифференцированы: у них нет митохондрий, хлоропластов, эндоплазматического ретикула, комплекса Гольджи. Мембранными образованиями у прокариот являются мезосомы (инвагинации цитоплазматической мембраны), тилакоиды (ламеллярные мембранные структуры у цианобактерий), фикобилисомы, находящиеся на внешней поверхности тилакоидов (выполняют функцию поглощения), аэросомы (газовые вакуоли водных бактерий), карбоксисомы – полиэдральные структуры фотосинтезирующих и хемолитотрофных, в частности нитрифицирующих бактерий, содержащие карбоксидисмугтазу, выполняющую ключевую роль в процессе фиксации CO_2 и др. К прокариотам относят бактерии и цианобактерии.

ПРОТОПЛАСТЫ (от лат. *protos* – первый, *platto* – лепить) – клетки грамположительных бактерий, полностью лишённые ригидной клеточной стенки под действием пенициллина, токсических агентов, лизоцима и других соединений или возникшие в результате мутаций. Сохраняют основные свойства только в условиях, если осмотическое давление среды сбалансировано с давлением в клетке. У грамотрицательных бактерий в этих условиях обычно образуются сферопласты с частично сохраняющейся клеточной стенкой.

ПСИХРОФИЛЫ (от греч. *psychros* – холод, *phileo* – люблю) – микроорганизмы, развивающиеся при пониженных температурах. К облигатным психрофилам относят микроорганизмы, достаточно быстро развивающиеся при температуре ниже 4°C, оптимальная температура их развития 10-15°C, максимальная не выше 20°C. Распространены в арктических районах земного шара. Факультативные психрофилы при – 4°C развиваются слабо. Температурный минимум для обеих групп 0° и ниже (до - 10°C).

Согласно современным представлениям, психрофилы способны развиваться при низкой температуре благодаря следующим особенностям:

- клетки психрофилов содержат ферменты, имеющие низкую температуру активации и в связи с этим способные наиболее эффективно функционировать при низкой температуре; при температуре выше 30°C данные ферменты прекращают свою деятельность;
- несмотря на низкую температуру, проницаемость мембран психрофилов остается высокой в связи с большим количеством ненасыщенных жирных кислот, содержащихся в липидах, в результате мембраны не замерзают;
- свойство образовывать полисомы психрофилы не утрачивают при низкой температуре.

ПУЛ (от англ. *pool* – резерв, запас) микроорганизмов в почве – избыточный запас почвенных микроорганизмов, не обеспеченных органическим веществом и другими элементами питания.

Функция микробного пула – поддерживать гомеостаз в почве.

Постоянное существование пула микроорганизмов в почве даже в периоды, когда в почву не поступают свежие органические вещества, возможно, с одной стороны, благодаря именно нехватке питательных веществ, лимитирующей непрерывность развития и размножения микроорганизмов, а с другой стороны, благодаря наличию в почве пула метаболитов – некоторого количества легкодоступных питательных веществ, высвобождающихся под влиянием внеклеточ-

ных гидролитических ферментов, способствующих выживанию микроорганизмов в неблагоприятных условиях. Пул почвенных микроорганизмов характеризуется не только большой их численностью, но и огромным разнообразием. Концепция микробного пула разрабатывается Д.Г. Звягинцевым.

РИЗОСФЕРА (от греч. *rhiza* – корень, *sphaira* – шар) – слой почвы (2-3 мм), прилегающий к корню. Повышенное содержание микроорганизмов определяется здесь лучшими физико-химическими условиями, наличием корневых выделений и продуктов распада отмерших тканей корня. Непосредственно на поверхности корня (ризоплана) обитают преимущественно эпифиты.

Микроорганизмы ризосферы и ризопланы переводят некоторые труднодоступные растениям соединения в усваиваемые ими, синтезируют биологически активные вещества, вступают в ассоциативные или симбиотические связи с растением, в определенных условиях конкурируют с растением за питательные вещества, паразитируют на них. Число бактерий в ризосфере превышает их число в зоне почвы, удаленной от корней, в десятки – сотни раз. Это так называемый ризосферный эффект.

САПРОТРОФЫ (от греч. *sapros* – гнилой) гетеротрофные микроорганизмы, использующие для питания органические соединения отмерших клеток растений, животных и других организмов. Почвенные сапротрофы участвуют в почвообразовании, повышении плодородия почв, водные – в биологической очистке вод.

СИМБИОЗ (от греч. *symbiōsis* – совместная жизнь) – совместное существование различных организмов. Термин предложен Антуаном де Бари в 1879 году. В симбиотических системах один из партнеров (или оба) в определенной степени возлагают на другого (или друг на друга) регуляцию отношений с внешней средой. В результате один партнер или оба выигрывают в борьбе за существование.

Примером пространственно выраженного симбиоза между микроорганизмами являются кефирные зерна («зерна Аллаха», сформировавшиеся естественным путем на склонах Кавказских гор, где с древнейших времен занимались скотоводством). Они имеют вид миниатюрных головок цветной капусты размерами от булавочной головки до грецкого ореха: плотные комочки (казеиновая строма) пронизаны термофильными молочнокислыми палочковидными бактериями, молочнокислыми стрептококками и кефирными дрожжами, сбраживающими лактозу.

Примером симбиотических взаимоотношений между микроорганизмами и растениями служат клубеньки на корнях бобовых растений. Внутри клубеньков клубеньковые бактерии фиксируют молекулярный азот, переводя его в форму, усваиваемую растениями, а растение, в свою очередь, обеспечивает ризобии источником углерода и минеральными солями. В отсутствие растения клубеньковые бактерии живут в почве как сапротрофы.

СИНТРОФИЯ (от греч. *syn* – вместе) – трофические связи, когда субстрат потребляется только смешанными популяциями, не способными к его использованию в чистых культурах. Основой синтрофных взаимоотношений в данном случае может быть удаление одним микроорганизмом метаболитов, токсичных для другого. Часто может быть и взаимное обеспечение необходимыми веществами, например, витаминами или их предшественниками. Одновременно могут действовать и несколько механизмов синтрофии.

СТЕРИЛИЗАЦИЯ (от лат. *sterilis* – бесплодный). Клетки микроорганизмов и их споры можно либо убить, либо отделить от субстратов, которые необходимо простерилизовать. Существует холодная и термическая стерилизации.

К холодной стерилизации относят фильтрование через мембранные фильтры, фильтры Зейтца, свечи Шамберлана; лучевую обработку (*УФ*-лучи, γ -лучи и др.) Холодную стерилизацию применяют, если в среде содержатся вещества, разрушающиеся при термической обработке.

Термическая стерилизация имеет ряд вариантов: фламбирование, стерилизация сухим жаром, тиндализация, пастеризация, автоклавирование. *Фламбирование* – прокалывание в пламени металлических предметов (петли, иглы, шпатель, ножницы) перед использованием; стерилизация сухим жаром (2 ч при 165-170°C) стеклянной посуды, ваты и др.; *тиндализация* – дробная стерилизация текучим паром сред, содержащих летучие вещества. Предложена английским ученым Тиндалем. Среды нагревают в кипятильнике Коха в парах кипящей воды 30-40 мин, ставят в термостат с температурой 30°C на сутки и повторяют эту процедуру 3-4 раза, полагая, что сохранившиеся споры должны прорасти во время инкубации.

Пастеризация – однократный прогрев материала при температурах ниже 100°C для уничтожения микроорганизмов, не образующих спор. Прием был предложен Луи Пастером для сохранения вина (предотвращения развития в нем уксуснокислых бактерий) и был назван в его честь. Пастеризации не обеспечивает полной стериль-

ности субстрата. Ее выполняют при 60°C в течение 30 мин, при 70°C – 15 мин., при 80°C – 10 мин, при 90°C материал охлаждают сразу после нагревания.

Пастеризацию широко применяют в пищевой промышленности для обработки продуктов (молока, фруктовых соков, пива, уксуса), теряющих при кипячении вкусовые качества. *Автоклавирование* – стерилизация насыщенным паром под давлением, универсальный, наиболее надежный и широко распространенный метод. При автоклавировании температура повышается выше 100°C за счет повышения давления выше атмосферного.

СТРАТЕГИИ популяций микроорганизмов. Термины *rKL*-стратегии, введенные в экологию макроорганизмов экологами МакАртуром, Пианки, развиты применительно к экологии микробных популяций П.А. Кожевниным, Д.Г. Звягинцевым как способ достижения цели – выживания популяции. Стратегия популяции – один из интегральных критериев микробного комплекса почв.

В ненасыщенной среде, на ранних стадиях сукцессии («молодая» система, «экологический вакуум») численность микроорганизмов невелика из-за продолжительного действия неблагоприятных факторов (температура, влажность и т.п.) и организмы, чтобы выжить, должны быстро размножаться в те короткие промежутки времени, когда среда благоприятна и источник питания находится в изобилии.

Именно в этот период происходит *r*-отбор по скорости, роста; преобладают *r*-стратеги, имеющие высокую скорость роста (*r*-показатель скорости логарифмического роста популяций), короткую лаг-фазу и непродолжительную фазу активного метаболизма. *r*-стратеги слабо адаптированы к условиям жесткой конкуренции и резко снижают численность при действии неблагоприятных факторов.

К *r*-стратегам относятся «сахаролитические» грибы, дрожжи и многие бактерии. В определенной степени *r*-стратеги являются приблизительными синонимами зимогенной микрофлоры и копиотрофов. «Популяционное насыщение» системы ведет к деградации среды (истощению источника питания) или к «зрелой» насыщенной, сравнительно стабильной, климаксной системе, поэтому *r*-стратеги либо мигрируют в соседние для них ниши, либо переходят к покою, либо гибнут в массовых количествах.

В насыщенных *K*-системах происходит *K*-отбор по конкурентоспособности. *K*-стратегия (от лат. *climax* – стабильность) относится к последней стадии сукцессии сообществ микроорганизмов. Они имеют более высокую способность к выживанию в условиях конку-

ренции, низкую скорость роста при использовании с высокой эффективностью ресурсов питания в небольших концентрациях, имеют длительный период метаболизма, характеризуются сложными жизненными циклами.

K-стратегии в значительной степени синонимы автохтонной группировки микроорганизмов, в частности нокардий, олиготрофов.

L-стратегия отбор в неблагоприятных условиях среды. К *L*-стратегам относятся популяции с низкой численностью, но способные быстро увеличивать свою плотность. Они устойчивы к стрессовым ситуациям, экстремальным условиям среды. Образуют споры, цисты – устойчивые формы покоя. *L*-стратегами являются грибы, многие бактерии, актиномицеты. Это преимущественно гидролитики. Четкого разделения микроорганизмов почвы на *r*-, *K*-, *L*-стратегов провести невозможно. По существу, всем им присущи способности противостоять конкуренции (*K*-отбор), переживать стрессы (*L*-отбор) и восстанавливаться после нарушения (*r*-отбор), однако доминирование того или иного механизма позволяет провести экологическую дифференциацию популяции в микробной сукцессии.

ТАКСИС (от греч. *taxis* – расположение) – двигательная реакция в ответ на односторонне действующий фактор, например, свет (фототаксис), силовые линии магнитного поля – магнитотаксис или направленное движение бактерий в сторону определенного химического соединения – эффектора (см. Хемотаксис).

Аэротаксис связан с разницей содержания в среде кислорода, а *термотаксис* – с разницей температур. При *фототаксисе* условием направленного движения бактерий служит различие в интенсивности освещения. Фототаксис обнаруживается прежде всего у фототрофных бактерий.

Магнетотаксис – это способность бактерий двигаться по силовым линиям магнитного поля Земли. В клетках этих организмов имеются включения магнетита, выполняющие функцию магнитной стрелки. Если в Северном полушарии магнетобактерии плывут в направлении Северного полюса, то в Южном – в направлении Южного. *Вискозитаксис* – это реакция бактерий на изменение вязкости раствора: они способны плыть в направлении ее увеличения или снижения. Считают, что таксисы можно рассматривать как элементарную форму поведения бактерий.

ТЕРМОАКТИНОМИЦЕТЫ – объединяет 1 род термофильных актиномицетов. Недавние исследования обнаружили, что споры *Thermoactinomyces* относятся к типичным эндоспорам, и по этому

признаку организм следует отнести к бациллам. На близость к последним указывают также данные анализа 16S рРНК. Однако подобно истинным актиномицетам бактерии этой группы образуют хорошо развитый мицелий и по морфологии напоминают представителей рода *Thermomonospora*, что в данное время позволяет рассматривать их вместе с другими актиномицетами. Все представители группы формируют хорошо развитый субстратный и воздушный мицелий. Аэробные хемоорганогетеротрофы. Основное место обитания – почвы, воды, разлагающиеся растительные остатки.

ТЕРМОГЕНЕЗ (от греч. *therme* – тепло; *genesis* – происхождение) – переход части энергии в тепло при катаболических реакциях микроорганизмов.

В плотно уложенных субстратах (навоз, компост, силос) развиваются преимущественно анаэробные бактерии, осуществляющие процессы брожения с низким выходом энергии; в рыхло уложенных субстратах (тех же и других: влажное сено, хлопок, зерно, табак, прелые листья), где прослойки воздуха создают термоизолированные участки, происходит смена аэробных микроорганизмов: сначала здесь развиваются аэробные мезофилы, способствующие аккумуляции тепла и разогреванию субстрата, затем температура становится благоприятной для аэробных термофилов, при развитии которых она повышается еще значительно, а далее провоцируются чисто химические реакции и самовозгорание органического субстрата.

ТЕРМОФИЛЫ 250-300°C. Появились публикации об обнаружении бактерий, способных расти при температуре воды 250-300°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 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. Выказывается предположение, что прокариоты могут существовать везде, где есть вода в жидком состоянии и достаточное количество питательных веществ.

Термофилы – теплолюбивые микроорганизмы, развиваются в зоне высоких температур (выше 45-50°C). Термофильные микроорганизмы подразделяют на облигатные, факультативные, термотолерантные, а также экстремально термофильные и гипертермофильные.

Облигатные термофилы имеют температурный оптимум 65-75°C, минимальная температура, при которой возможен их рост, – 40-42°C; *факультативные* термофилы имеют температурный максимум 50-60°C, минимум – менее 20°C; термотолерантные – температурный максимум 45-50°C, наконец, *экстремально термофильные* могут существовать при температурах от 60 до 93°C и выше. Среди *гипертермофилов* следует отметить ряд археобактерий. Так, археобактерии *Pyrodictium occultum* и *P. brockii* развиваются при температуре 105°C, но выдерживают и 110°C.

Возможность существования термофилов при высокой температуре обусловлена следующими особенностями:

- составом липидных компонентов клеточных мембран, а именно высоким содержанием длинноцепочечных C₁₇–C₁₉ насыщенных жирных кислот с разветвленными цепями;
- высокой термостабильностью белков и ферментов (последние имеют низкую молекулярную массу и содержат значительное количество ионов кальция);
- термостабильностью клеточных ультраструктур.

Термофильные бактерии широко распространены в природе. Постоянное место обитания термофильных бактерий – термальные (горячие) источники.

ТИТР-КОЛИ (коли-титр, титр кишечной палочки *Escherichia coli*) – наименьший объем или масса исследуемого материала, в котором обнаруживается хотя бы одна клетка кишечной палочки. Коли-индекс – число клеток бактерии в 1 л исследуемого материала. Кишечная палочка – санитарно-показательный тест-организм, так как она обитатель кишечника человека и животных и ее присутствие в исследуемом продукте (молоке, воде) указывает на фекальное загрязнение. Поскольку она не образует спор и гибнет при относительно щадящих способах обработки (обеззараживания), ее присутствие в консервированных продуктах или воде после соответствующей обработки укажет на нарушение режима консервирования и на недостаточность обработки воды, так как если она выжила, значит, могли выжить и другие неспорозоносные бактерии, такие, как дизентерийная шигелла, брюшнотифозная сальмонелла и другие патогенные бактерии – возбудители желудочно-кишечных заболеваний. По существующим нормативам, коли-титр питьевой воды не должен быть менее 333 мл (в Москве не менее 500 мл), а коли-индекс – не более 3.

ТОКСИНЫ (от греч. *toxikon* – яд) патогенных (болезнетворных) бактерий – сложные соединения белковой природы, способные при попадании в организм животных или человека вызывать заболевания или их гибель. Токсины патогенных бактерий подразделяются на экзотоксины и эндотоксины. Экзотоксины (ботулинический, столбнячный, холерный, дифтерийный), продуцируемые соответственно *Clostridium botulinum*, *C. tetani*, *Vibro cholerae*, *Corynebacterium diphtheriae*, состоят из белковых веществ, высокотоксичны.

Одной молекулы дифтерийного токсина, проникшего в чувствительную клетку, достаточно, чтобы ее убить. Столбнячный токсин состоит из двух фракций: тетаноспазмина, поражающего клетки нервной ткани и вызывающего спазматические сокращения мышц, и тетанолизина, растворяющего эритроциты. *C. tetani* – анаэробная спорообразующая палочковидная бактерия, использующая белки, – широко распространена в почвах. Поэтому в случае, если в рану попадает почва и если рана достаточно глубокая, необходимо обратиться в медпункт и ввести анатоксин. Иначе проникшие в кровь клостридии начинают использовать белки крови и образовывать токсин. Один мг кристаллического столбнячного токсина убивает несколько миллионов мышей.

Экзогенный токсин возбудителя ботулизма блокирует передачу нервного импульса через нервномышечные синапсы. В отличие от столбнячного он устойчив к действию желудочного сока, более того, токсин типа Е даже активизируется трипсином. Летальная доза ботулинического токсина для человека 0,3 мкг. Экзотоксины малоустойчивы к действию света, кислорода. Подозреваемые на присутствие токсинов ботулизма продукты (например, домашние мясные, грибные консервы) следует прокипятить в течение 2...3 ч, прежде чем использовать – еще лучше выбросить.

Эндотоксины (сложные белки – комплексы липополисахаридов с белками) резко отличаются от экзотоксинов: они менее токсичны, но очень термоустойчивы. Резко отличаются и продуценты эндотоксинов от продуцентов экзотоксинов. Продуценты экзотоксинов (клостридиумы) более термоустойчивы, чем продуценты эндотоксинов (сальмонеллы, шигеллы). Последние погибают при температурах свыше 60°C. Сальмонеллы – возбудители брюшного тифа продуцируют эндотоксин, дизентерийные шигеллы и холерные вибрионы кроме эндотоксинов, еще и экзотоксины.

ТРАНСДУКЦИЯ. Это перенос генетического материала от одной бактериальной клетки к другой посредством бактериофага. Дру-

гими словами, фаг при этом играет как бы роль гаметы, перенося в клетку-реципиент фрагмент ДНК клетки-донора. Трансдукция происходит при участии умеренных фагов.

Известны три главных типа трансдукции: общая (неспецифическая), локализованная (специфическая) и abortивная. При *неспецифической* трансдукции различные фрагменты ДНК передаются от бактерий-доноров к бактериям-реципиентам с помощью умеренных трансдуцирующих фагов. При этом принесенный фагом фрагмент ДНК донора способен включаться в гомологическую область ДНК клетки-реципиента при рекомбинации.

Специфическая трансдукция характеризует способность фага переносить от бактерий-доноров к бактерии-реципиенту только определенные гены. Это обусловлено тем, что образование трансдуцирующего фага происходит в результате соединения его ДНК со строго определенными бактериальными генами, расположенными на хромосоме клетки-донора. Считают, что каждая частица фага переносит или только один бактериальный ген или несколько близко расположенных генов.

При *abortивной* трансдукции принесенный фагом фрагмент хромосомы клетки-донора не включается в хромосому клетки-реципиента, а располагается в ее цитоплазме автономно и в таком виде функционирует. При делении клетки-реципиента трансдуцированный фрагмент ДНК-донора может передаваться только одной из двух дочерних клеток, т.е. наследуется однолинейно, в связи с чем, утрачивается в потомстве.

При трансдукции возможен перенос генов, контролирующих питательные особенности бактерий, их устойчивость к лекарственным веществам, ферментативную активность, наличие двигательного аппарата (жгутики) и другие свойства. Перенос признаков в процессе трансдукции обнаружен у представителей родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Escherichia* и др.

ТРАНСФОРМАЦИЯ бактерий заключается в переносе ДНК, выделенной из одних клеток, в другие. Для трансформации не требуется непосредственного контакта между двумя клетками. Способность ДНК проникать в клетку-реципиент зависит как от природы самой ДНК, так и от физиологического состояния клетки-реципиента.

УРКАРИОТЫ – представлены ядерно-цитоплазматическим компонентом эукариотной клетки, включившим в себя в качестве эндосимбионтов представителей разных групп эубактерий, превратившихся в митохондрии и хлоропласты.

УРОБАКТЕРИИ – бактерии разлагающие мочевины. Эти организмы могут развиваться при высокой щелочности среды (рН 9-10), что позволяет им вызывать распад значительного количества мочевины до аммиака. Из специфических уробактерии наиболее важны: *Micrococcus urea* из семейства *Micrococcaceae*, *Bacillus pasteurii* из семейства *Bacillaceae*, а также *Sporosarcina urea*.

Физиологический смысл распада мочевины, по-видимому, сводится к переводу аминной формы азота в более легкоусвояемую аммиачную.

ФАГ (от греч. *phagos* – пожиратель) – вирусы бактерий (бактериофаги), актиномицетов (актинофаги). Фаги, заражающие и лизирующие клетки бактерий, называются вирулентными. Фаги, заражающие, но не размножающиеся в клетке автономно и не лизирующие ее, называются умеренными. Умеренные фаги приводят к образованию лизогенных культур бактерий (см. Лизогения, Лизогенные бактерии).

ФАКУЛЬТАТИВНОСТЬ (от лат. *facultas* – возможный, необязательный) – способность бактерий развиваться в различных условиях. Так, факультативные анаэробы развиваются не только в отсутствие кислорода, но и в его присутствии.

ФИМБРИИ (от лат. *fibriae* – бахрома), или **ПИЛИ**, – жгутикоподобные образования, расположенные на полюсах, латерально или перитрихально у многих подвижных и неподвижных бактерий. В отличие от жгутиков имеют меньшие размеры, прямую, слабоизогнутую, нитчатую, лопатную, четковидную и другую (но не спиралевидную) форму. Состоят из гидрофобного белка пилина. Известны свыше 11 видов фимбрий, в частности ответственные за прикрепление клеток к субстрату, за передачу генетического материала при конъюгации клеток – половые пили (*sex*-пили).

ХЕМОТАКСИС (см. Таксис) – направленное движение бактерий в сторону увеличения или уменьшения концентрации химического соединения – эффектора. Среди эффекторов различают аттрактанты (вещества, привлекающие бактерий) и репелленты (отпугивающие их). Способность клетки реагировать на изменение концентрации эффектора определяется наличием у бактерий специфических хеморецепторов. У кишечной палочки обнаружено свыше 30 рецепторов белковой природы, специфичных к сахарам, аминокислотам, спиртам и другим соединениям и до 10 тыс. копий каждого рецептора. Они синтезируются в присутствии индуктора или их синтез конститутивен.

Некоторые рецепторы могут выполнять роль белков-переносчиков (пермеаз, траслоказ) в процессе поступления питательных веществ в клетку. Целесообразность реакций хемотаксиса не всегда очевидна: аттрактанты не всегда служат источником питания, а репелленты не всегда вредны. Хемотаксис клубеньковых бактерий, мигрирующих к корням растения-хозяина, способствует процессу инфицирования бобового растения. В то же время выделения клеток растения служат аттрактантами и для фитопатогенных бактерий, например, возбудителей мягкой гнили (*Erwinia amylovora*), и это способствует заражению растения.

ХЕМОТРОФЫ – бактерии, у которых источник энергии – окислительно-восстановительные реакции.

ЦЕНАНАБИОЗ (от лат. *caen* – составляющий) – биологический принцип, лежащий в основе-переработки продукции, ведущей к получению продукта с новыми вкусовыми и питательными качествами и иным составом микрофлоры. Примерами ценанабиоза служат квашение, соленье, мочение, ферментация овощей и фруктов на основе молочнокислого брожения и приготовление вина и пива на основе спиртового брожения.

ЦЕНОЗ (МИКРОБОЦЕНОЗ) – сообщество (включает только микроорганизмов), относительно устойчивое по составу и численности, характерное в пределах определенного ареала, например, на поверхности корней, растительных остатков. Гетерогенным субстратом, которому присуща микроразнообразие и микроочаговость, является почва. Микробоценозы не только самостоятельны. Как правило, они являются элементами биоценозов (сообществ организмов разного уровня – животных, растений, микроорганизмов). Микробоценозы могут быть стабильными, нестабильными, временными. Относительно постоянными и самостоятельными можно считать ценозы пищеварительного тракта человека и животных, рубца жвачных, кишечника насекомых.

ЦИАНОБАКТЕРИИ – большая группа организмов, сочетающих прокариотное строение клетки со способностью осуществлять фотосинтез, сопровождающийся выделением O_2 , что свойственно разным группам водорослей и высших растений. Объединение черт, присущих организмам, относящимся к разным царствам или даже надцарствам живой природы, сделало цианобактерии объектом борьбы за принадлежность к низшим растениям (водорослям) или бактериям (прокариотам).

ШТАММ – культура микроорганизмов, выделенная на питательной среде из определенного местообитания: почвы, водоема, организмов, продуктов питания и т.п. Более узкое, понятие, чем вид; различается по отдельным признакам, не выходя за пределы вида. Промышленные штаммы (используются в промышленности) способны к интенсивному синтезу витаминов, ферментов, аминокислот, антибиотиков и других важных для человека соединений. Промышленные штаммы получают часто методами генной инженерии.

ЭЛЕКТИВНОСТЬ (от англ. *selectivity* – избирательность) – учет избирательных потребностей микроорганизма в специфических условиях развития или создания благоприятных условий для развития одного микроорганизма при создании неблагоприятных условий для других. Элективные среды предназначены для определенных физиологических групп микроорганизмов. Обеспечивают преимущественное развитие вида или группы родственных микроорганизмов и непригодны (или менее пригодны) для развития других. Например, среда для азотобактера не должна содержать источника азота, поскольку он фиксирует молекулярный азот. Среда для целлюлозоразрушающих микроорганизмов должна содержать в качестве источника энергии целлюлозу, которую не используют другие микроорганизмы.

ЭНТОМОПАТОГЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ (биоинсектициды, микробные пестициды) – микробные препараты для борьбы с насекомыми – вредителями сельскохозяйственных культур. Преимущества биоинсектицидов перед химическими средствами защиты растений: не разрушают биоценотические связи в природе, безопасны для человека, не накапливаются в природных очагах (в почве). Известны бактериальные, грибные и вирусные энтомопатогенные препараты. Бактериальные препараты: энтобактерин на основе *Bacillus thuringiensis var. galleriae* против листогрызущих вредителей овощных и плодовых культур, БИП (биологический инсектицидный препарат) на основе *B. thuringiensis var. caucasiensis* для борьбы с вредителями плодовых, овощных и других культур, дендробациллин на основе *B. dendrolimus* для борьбы с сибирским шелкопрядом, шелкопрядом-монашенкой, хлопковой совкой. Грибные препараты: боверин на основе мускардинного гриба *Beaveria bassiana* соснового и тутового шелкопряда, яблонной плодовой гнили, стеблевого мотылька, репной белянки, свекловичного долгоносика, вредной черепашки, колорадского жука. Вирусные препараты: вирин-ЭНШ для борьбы с непарным шелкопрядом и вирин-ЭКС – против капустной совки.

ЭПИФИТНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ (от греч. *epi* – над, *phyton* – растение) – микроорганизмы, обитающие на поверхности надземных органов растений (листьев, стеблей, цветков, плодов). Э.м. существуют за счет продуктов экзосмоса растений, выделяющихся в ничтожно малых количествах. Многие Э.м. вырабатывают физиологически активные вещества, обладают антагонистическими свойствами к фитопатогенным бактериям и грибам, тем самым представляют естественный защитный барьер для растений, усиливают их природный иммунитет. До 80% эпифитов составляют бактерии рода *Pseudomonas* (в частности, *Erwinia herbicola*). В отличие от Э.м. фитопатогенные бактерии (*Bacillus*) и грибы (*Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor*), которые также встречаются на поверхности растений, при повреждении поверхностных покровов проникают внутрь тканей растений и вызывают их заболевания.

ЭУКАРИОТЫ (от греч. *eu* – истинный, *karion* – ядро) микроорганизмы, имеющие истинное ядро. К эукариотам принадлежат грибы, водоросли и простейшие. По строению они сходны с растительными и животными клетками. Бактерии, в том числе цианобактерии (сине-зеленые водоросли), относят к прокариотам. Особую группу прокариот составляют архебактерии (археи).

В эукариотной клетке есть ядро, отделенное от окружающей его цитоплазмы двухслойной ядерной мембраной с порами. В ядре находятся одно-два ядрышка – центры синтеза рибосомальной РНК и хромосомы. В прокариотных клетках ядерная мембрана, ограничивающая генетический материал от цитоплазмы отсутствует. ДНК в клетках такого строения не образует структур, похожих на хромосомы эукариот.

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Микробиология. М., Юрайт, 2012, 448 с.
 2. Асонов Н.Р. Микробиология. М., «Колос», 2001.
 3. Мишустин Е.Н., Емцев В.Т. Микробиология. М., «Колос», 1993.
 4. Шлегель Г. Общая микробиология: Пер. с нем. / Под ред. Е.Н. Кондратьевой. – М.: Мир, 1987.
- Дополнительная:
5. Почвенная микробиология. Пер. с англ. М., Колос, 1979.
 6. Фарниев А.Т. Основные вопросы почвенной микробиологии / А.Т. Фарниев, А.Х. Козырев, А.А. Сабанова. / учебное пособие. Владикавказ: Изд-во «Горский госагроуниверситет», 2015. – 152 с.
 7. Фарниев А.Т. Мир почвенных микроорганизмов и сельское хозяйство. Владикавказ, 2002. – 120 с.
 8. Фарниев А.Т., Сабанова А.А., Калицева Д.Т. Словарь терминов, используемых в сельскохозяйственной микробиологии. Владикавказ, 2010.
 9. Фарниев А.Т. Учебно-методическое пособие к лабораторно-практическим занятиям по микробиологии / Учебно-методическое пособие / А.Т. Фарниев, А.Х. Козырев, А.А. Сабанова. – Владикавказ: Изд-во ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2018. – 144 с.
 10. Фарниев А.Т. Ассоциативные ризобактерии и биологизация технологий возделывания сельскохозяйственных культур в РСО-Алания / А.Т. Фарниев, А.Х. Козырев, А.Р. Пухаев, А.А. Сабанова, Х.П. Кокоев / монография. Владикавказ: Изд-во ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет». 2017. – 280 с.
 11. Фарниев А.Т. Экологические основы реализации биоресурсного потенциала амаранта и бобовых трав / А.Т. Фарниев, А.А. Сабанова, Д.Т. Калицева / монография. Владикавказ: Изд-во ФГБОУ ВПО «Горский госагроуниверситет», 2015. – 165 с.
 12. Фарниев А.Т. Абиотические и экологические основы возделывания козлятника восточного в РСО-Алания / А.Т. Фарниев,

А.А.Сабанова, Д.Т. Калицева / практические рекомендации. Владикавказ: Изд-во ФГБОУ ВПО «Горский госагроуниверситет», 2014. – 36 с.

13. Фарниев А.Т. Ресурсосберегающая технология возделывания сои в РСО-Алания / А.Т. Фарниев, А.Х. Козырев, Х.П. Кокоев, К.С. Гиоев / практические рекомендации. Владикавказ: Изд-во ФГБОУ ВПО «Горский госагроуниверситет», 2014. – 72 с.

14. Фарниев А.Т. Реализация биологического потенциала люцерны в условиях вертикальной зональности РСО-Алания / А.Т. Фарниев, А.Х. Козырев, И.Б. Басаев / монография. Владикавказ: Изд-во ФГБОУ ВПО «Горский госагроуниверситет», 2011. – 160 с.

15. Фарниев А.Т. Основы реализации потенциальной азотфиксирующей активности и урожайности сои в степной и предгорной зонах Северного Кавказа / А.Т. Фарниев, М.А. Плиев, Х.П. Кокоев / монография. Владикавказ: Издательско-полиграфическое предприятие им. В. Гассиева, 2007. – с. 156.

16. Фарниев А.Т. Симбиотическая активность и белковая продуктивность козлятника восточного в предгорной зоне Северного Кавказа / А.Т. Фарниев, А.А. Сабанова, И.Б. Басаев / монография. Изд-во ФГОУ ВПО «Горский госагроуниверситет», Владикавказ, 2006. – 96 с.

17. Фарниев А.Т. Ресурсосберегающая технология возделывания люцерны на корм в РСО-Алания / А.Т. Фарниев, С.А. Бекузарова, А.Х. Козырев, М.В. Герасименко / практические рекомендации. Владикавказ: Изд-во ФГОУ ВПО «Горский госагроуниверситет», 2005.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	7
РАЗДЕЛ II. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ	10
I. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ МИКРОБИОЛОГИИ.....	10
1. Предмет, объекты, краткая история развития и задачи микробиологии	10
2. Микроорганизмы, их классификация, морфология, с троение и размножение	11
3. Влияние факторов внешней среды на микроорганизмы	18
4. Взаимоотношения микроорганизмов между собой и другими существами	21
5. Питание микроорганизмов	22
6. Обмен веществ (метаболизм)	23
7. Превращение микроорганизмами соединений углерода	28
8. Превращение микроорганизмами соединений азота	30
9. Превращение микроорганизмами соединений серы, фосфора, железа и других элементов	32
10. Синтез микроорганизмами белка и биологически активных веществ	33
11. Генетика и селекция микроорганизмов	34
II. ОСНОВЫ ПОЧВЕННОЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МИКРОБИОЛОГИИ	36
1. Развитие взглядов на роль микроорганизмов в образовании почв	36
2. Почвенное микронаселение, методы определения ее состава и активности	36
3. Роль микроорганизмов в первичном почвообразовательном процессе, в образовании перегноя и структуры почвы	37
4. Факторы среды, определяющие формирование микробных ассоциаций почвы	37
5. Микробное население почвенных типов	38

6. Влияние обработки почв на деятельность микроорганизмов	39
7. Химизация земледелия и задачи микробиологии	39
8. Микроорганизмы зоны корня и поверхности растений	40
9. Микробные почвоудобрительные препараты и их эффективность	41
10. Использование микробных метаболитов для защиты и стимуляции роста растений	42
III. МИКРОБИОЛОГИЯ КОРМОВ	44
1. Микробиологические процессы при силосовании кормов и использование продуктов микробного синтеза в питании животных	44
IV. МИКРОБИОЛОГИЯ ВОДЫ И ВОЗДУХА	46
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ	47
Литература	77

б б б

б б б

Лицензия: ЛР. № 020574 от 6 мая 1998 г.

Подписано в печать 03.09.2021 г. Бумага писчая. Печать трафаретная.
Бумага 60x84 1/16. Усл. печ. л. 5. Тираж 35. Заказ 112.

362040, Владикавказ, ул. Кирова, 37.

Типография ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет»