## *Микробиология и её роль в народном хозяйстве*

Приступая к изучению микробиологии, необходимо выяснить, что изучает эта наука, составить четкое представление о микроорганизмах, чем они характеризуются и отличаются от других организмов, их положение в системе живых существ. Познакомьтесь с их распространением и значением в природе, различных отраслях народного хозяйства, охране окружающей среды и решении общебиологических задач.

Изучая историю развития микробиологии, имейте представление об этапах развития этой науки, связанные с открытиями А. Левенгука, Л. Пастера, Р. Коха, И. Мечникова, П. Эрлиха. Уделите особое внимание роли и творческому вкладу соотечественников: Л.С. Ценковского, И.И. Мечникова, Д.И. Ивановского, Н.Ф. Гамалеи, С.Н. Виноградского, В.Л. Омелянского, Н.А. Михина и др.

Запомните отраслевые направления микробиологии: ветеринарная, медицинская, санитарная, техническая, сельскохозяйственная и др., связь микробиологии с другими науками.

Микробиология — наука о жизни мельчайших живых существ, населяющих биосферу земли: вирусов, микоплазм, хламидий, риккетсий, бактерий, актиномицетов, дрожжей, микроскопических грибов, водорослей. Она изучает строение, функции названных микроорганизмов, их распространение, размножение в различных условиях среды и использование в интересах человека.

Микробная клетка — это удивительная, уникальная организация, способная воспроизводить сама себя с высокой скоростью и точностью в различных условиях, довольствуясь ограниченным количеством субстрата.

Познакомьтесь с научно-исследовательскими и практическими бактериологическими ветеринарными учреждениями Российской Федерации.

Микробиологи научились использовать широкие возможности клеток микроорганизмов и заставили их работать для получения нужных нам продуктов. Этим занимается микробиологическая промышленность, являющаяся стержнем современной биотехнологии.

Биотехнология сегодня — одно из прогрессивных направлений, способных заменить традиционные технологии в народном хозяйстве.

Основой современной биотехнологии является микробиология, так как микроорганизмы представляются наиболее мощными агентами, которые может использовать человек в своих интересах. Они работают с большой скоростью, огромными темпами увеличивают биомассу, способны жить в экстремальных условиях, утилизировать самые разнообразные вещества и материалы, производство их не зависит от природных условий и сезонных факторов. Биотехнологические процессы можно сделать безопасными для окружающей среды, используя отходы производства как сырье и с помощью микроорганизмов превращать их в ценные продукты.

Биотехнология имеет самое непосредственное отношение к решению продовольственной проблемы. Наиболее перспективная область применения продукции промышленной микробиологии — животноводство.

Существенное значение в качестве потенциального источника белка в рационе сельскохозяйственных животных приобретают продукты синтеза одноклеточных микроорганизмов: дрожжей, бактерий, водорослей, низших грибов. В последнее время все эти продукты называют «протеины одноклеточные».

Широкое применение получили кормовые дрожжи, выращиваемые на гидролизатах сельскохозяйственного производства, отходах деревообрабаты­вающей, сахарной и спиртовой промышленности, углеводородах нефти. Микробный белок получают также из микроскопических водорослей, метанокисляющих и водородных бактерий. Последние накапливают до 75% белка, которые они производят за счет минерального азота, водорода и диоксида углерода.

Несбалансированность по аминокислотному составу растительного белка фуражных культур можно ликвидировать, добавляя в корма растительного происхождения незаменимые аминокислоты, полученные микробиологическим синтезом. С высокой эффективностью используются в животноводстве кормовые витамины, получаемые в результате биосинтеза их микроорганизмами. Скармливание микробных ферментных препаратов аминолитического, пектолического и протеолитического действия оказывает положительные результаты на переваримость питательных веществ и продуктивность животных.

Учеными получены ассоциации целлюлозолитических бактерий, применение которых обеспечивает повышение живой массы животных, примерно на 10%, снижение затрат кормовых единиц и переваримого протеина на 1 кг привеса.

Создана возможность управления процессом силосования путем искусственного обогащения зеленой массы специально отселектированными культурами молочно-кислых бактерий, способных активно размножаться в ней и вести процесс созревания силоса в нужном направлении. Использование заквасок для силосования ускоряет процесс ферментации, накопления молочной кислоты, ограничивает потери питательных веществ, улучшает органолептические свойства силоса и, следовательно, лучшую поедаемость скотом и активизацию деятельности сычужной микрофлоры животных. Применение заквасок повышает сохранность каротина, аминокислот в силосе и оказывает положительное влияние на продуктивность животных.

В области растениеводства биотехнология, основанная на использовании микроорганизмов, нашла широкое применение при производстве бактериальных удобрений. Употребление ризоторфина (бактериального удобрения из клубеньковых бактерий), по мнению специалистов, позволит увеличить белок бобовых до 1 млн т, что сократит его дефицит, повысит почвенное плодородие и сэкономит сотни тысяч тонн азотных удобрений.

Важный резерв снижения потерь от вредителей и болезней — использование микробиологических средств защиты растений, которые отличаются избирательностью действия и безопасны для окружающей среды.

В перерабатывающих отраслях агропроизводства трудно обойтись без микробных ферментных препаратов. Фермент амилазу употребляют в хлебопекарной промышленности для повышения качества хлебобулочных изделий, пектиназы — для осветления соков, вин, для мочки прядильных растений, лактазу — для переработки молочных продуктов, протеиназы — для тендеризации мяса, обработки кожи, изготовления сыра и других продуктов.

Одна из причин появления и развития биотехнологии — необходимость охраны окружающей среды. Скопление большого количества отходов вблизи животноводческих комплексов представляет серьезную опасность для природы. Между тем имеется возможность использования навоза как в качестве источника энергии, так и для получения ценного удобрения. Все более широкое распространение в мире находят биогазовые установки, которые за счет анаэробной биоконверсии животноводческих, коммунальных и иных отходов под действием микроорганизмов дают биогаз метан, используемый для хозяйственных надобностей в сельской местности, и органическое удобрение.

Принципиально новые возможности биотехнологии открываются с использованием методов генетической инженерии. Микроорганизмы, созданные методом генной инженерии, начинают производить вещества, им не свойственные, но нужные человеку. С помощью этого метода получены микроорганизмы, синтезирующие физиологически активные белки: гормональные препараты (инсулин, соматостатин, соматотропин) и стимулирующие иммунитет (тимозин, интерферон).

Активное внедрение методов генной инженерии в биотехнологии открывает новые, поистине неисчерпаемые возможности в вопросах направленного конструирования микроорганизмов с заданными новыми и улучшенными свойствами.

## *Систематика микроорганизмов*

Объектом исследования микробиологии являются микроорганизмы, которые не представляют собой единой систематической группы. Однако их объединяют свойственные им микроскопические размеры клетки, быстрота размножения, однотипная техника изучения и культивирования.

Микроорганизмы по клеточной организации разделяются на два царства: прокариоты Procaryotae (доядерные) и эукариоты Eucaryotae (ядерные). Необходимо хорошо знать их основные отличительные признаки.

Основанием для систематизации и классификации микробов царства прокариот служат их морфологические признаки, физиологические свойства, генотипические связи. Следует знать методы систематики, таксономические категории, вид как основной таксон микробов, понятие о чистой культуре, клоне, штамме микроорганизмов. Познакомьтесь с генотипической и фенотипической характеристикой вида, инфраподвидовыми таксонами (биовар, фаговар, хемовар, морфовар, патовар, серовар). Разберитесь с принципами современной классификации бактерий по Берги.

## Морфология и строение микроорганизмов

При изучении данной темы обратите внимание на различные формы микроорганизмов: шаровидные, палочковидные и извитые. Схематично изобразите на рисунке 1 монококки, диплококки, тетракокки, стрептококки, стафилококки, сарцины, бациллы, клостридии, палочковидные бактерии, вибрионы, спириллы, спирохеты.

Необходимо хорошо знать строение бактериальной клетки — обязательные ее компоненты (клеточная стенка (оболочка), цитоплазматическая мембрана, нуклеоид) и вспомогательные (надстеночные структуры: капсула, спора, жгутики, фимбрии, пили).

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.

По строению клеточной стенки различают фирмикутные (грамположительные) и грациликутные (грамотрицательные) бактерии. На рисунке 3 изобразите схему строения клеточной стенки фирмикутной и грациликутной бактерии. Укажите у грамположительных бактерий белковую оболочку, слой пептидогликана, цитоплазматическу мембрану. У грамотрицательных — отметьте наружную мембрану, состоящую из О-специфической цепи, ядра липополисахарида, липида А, двойного слоя фосфолипидов и липопротеина, а также пептидогликан и цитоплазматическую мембрану. Изучая строение и роль в жизни клетки пептидогликана, обратите внимание на прото-, сферопласты, L-формы бактерий.

Некоторые прокариоты образуют капсулы и споры. Выясните их назначение. Обратите внимание на расположение споры в клетке, условия образования, прорастания, сроки сохранения в различных субстратах.

Отдельные бактерии способны к передвижению. Проанализируйте различные способы и скорость движения. Приведите примеры и изобразите на рисунке 4 бактерии с различным числом и расположением жгутиков. Отметьте атрихи, монотрихи, перитрихи, амфитрихи, лофотрихи, приведите примеры микроорганизмов.

К прокариотам также относятся спирохеты, микоплазмы, риккетсии, хламидии и актиномицеты.

Микоплазмы хотя и имеют клеточное строение, но их организация более проста, чем истинных бактерий. Обратите внимание на особенности структуры микоплазм, их сходство и отличия от L-форм бактерий.

Риккетсии и хламидии играют большую роль в патологии человека и животных. Изучите морфологию этих микробов. Отметьте заслуги Г. Риккетса и С. Провачека в становлении риккетсиологии, работы П.Ф. Здродовского по классификации риккетсий. Укажите сходство и различие этих микроорганизмов с вирусами.

Актиномицеты по своей морфологии приближаются к грибам, но отсутствие истинного ядра характеризует их как прокариотные микроорганизмы.

Сопоставьте размеры разных микробов, обратите внимание на единицу измерения и методы исследования их морфологии.

Из эукариотных микроорганизмов детальнее ознакомьтесь с грибами. Необходимо подробно изучить их морфологические признаки: строения мицелия, виды спороношения, особенности строения немицелиальных грибов (на примере дрожжей). Обратите внимание на способы размножения грибов, их классификацию. Уясните понятия — совершенные и несовершенные грибы, низшие (фикомицеты) и высшие (эумицеты).

На рисунке 5 изобразите морфологические признаки грибов: Mucor (a), Aspergillus (б), Penicillium (в), отметьте соответствующими цифрами обозначения: 1) одноклеточный мицелий; 2) многоклеточный мицелий; 3) спорангий со спорами; 4) спорангиеносец; 5) конидии; 6) конидиеносец.

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

Изучите вирусы, их морфологию, основные принципы классификации. Обратите внимание на ДНК- и РНК-геномные, сложные и простые. Учтите, что у вирусов нет собственного обмена веществ, разберитесь с репродукцией вирусов, которая состоит из нескольких стадий: адсорбции, проникновения, депротеинизации, репликации, сборки и выхода из клетки — хозяина. Выясните значение открытия Д.И. Ивановского в становлении и развитии вирусологии. Уясните значение вирусов и фагов. Вироиды.

## *Физиология микроорганизмов*

Физиология — наука о жизнедеятельности организмов. Чтобы направлено регулировать микробиологические процессы, необходимо изучить закономерности питания, дыхания (метаболизма обмена веществ и энергии), роста и размножения различных существ.

*Метаболизм.* Всем организмам присущ обмен веществ, который у микробов протекает во много раз интенсивнее, чем у животных и растений. Он представляет собой совокупность двух взаимосвязанных процессов: катаболизма и анаболизма, которые совершаются одновременно, причем многие реакции и промежуточные продукты у них общие.

Дайте определение этим понятиям. Изучите, как осуществляется подготовка усвояемых веществ, внешнее переваривание, перенос в клетку мономеров, биосинтез полимеров, эвакуация метаболитов (продуктов обмена) и роль ферментов в жизнедеятельности микробов.

Необходимо знать химическую природу, основные свойства ферментов (активность, специфичность), их классификацию, влияние на ферментативную активность различных факторов среды, роль экзоферментов, пермеаз и эндоферментов для функционирования клетки.

Ознакомьтесь с тем, какие продукты микробного синтеза, биологически активные вещества получают с помощью ферментов, роль их в диагностировании болезней.

*Питание.* Для роста микроорганизмов необходимы вода и элементы, которые идут на построение структур клеток. Качественный химический состав микробов определяет их потребность в питательной среде.

Изучите химический состав микробов. Обратите внимание, из каких мономеров строятся такие сложные органические вещества, как белки, липиды, полисахариды, нуклеиновые кислоты и их количественный состав в сухом веществе клетки.

Для биосинтеза собственных органических соединений многие микроорганизмы используют диоксид углерода. Для осуществления этого процесса необходима энергия, источником которой может быть свет или энергия окислительно-восстановительных реакций. Разберитесь, какие микробы являются автотрофами (автономно питающиеся). Какова природа окисляемых веществ у фотолитотрофов, хемолитотрофов и какие источники энергии используются ими? Большое число микробов употребляют углеродсодержащие органические вещества: моно, полисахариды и т.д.

Необходимо знать, какие микробы называют фотогетеротрофами (фотоорганотрофы) и какие хемогетеротрофами (хемоорганотрофы). Укажите источник энергии, который ими используется, и определите природу окисляемого вещества. Ознакомьтесь с работами С.Н. Виноградского по хемосинтезу у бактерий. Приведите конкретные примеры микробов, являющиеся фотолитотрофами, фотоорганотрофами, хемолитотрофами, хемоорганотрофами. В чем различие сапрофитов и паразитов?

Запомните, что некоторые микроорганизмы нуждаются в добавочных веществах, которые играют роль факторов роста. Их называют ауксотрофами. Другие же способны переходить от одного типа питания к другому — это миксотрофы.

*Дыхание.* Процесс, в котором атомы или молекулы теряют электроны, называется окислением, и наоборот, их присоединение — восстановлением. Дыхание микробов — это процесс биологического окисления различных органических соединений и некоторых минеральных веществ. Этот процесс сопровождается 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 доноры водорода (хемоавтотрофы) и органические (хемогетеротрофные организмы), окислителями (акцепторами) водорода выступают 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 (СО2 и Н2О). Необходимо знать, что имеется ряд микроорганизмов, получающих энергию за счет окисления неорганических веществ (нитрифицирующие, тионовые, железобактерии). Это разновидность аэробного дыхания.

Имейте в виду, что в природе существуют микробы, способные использовать для окисления углеводов не свободный, а связанный кислород. Это анаэробное дыхание. Распространенным способом получения энергии у микроорганизмов является брожение.

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 народном хозяйстве.

*Рост и размножение микробов.* Чтобы регулировать микробиологические процессы, надо знать закономерности роста и способы размножения микроскопических существ. Уясните понятия: «рост», «размножение», «время генерации», «клон», «штамм». Обратите внимание на условия роста микробов: влияние рН, окислительно-восстановительный потенциал среды, осмотическое давление, температура, молекулярный кислород.

Изучите фазы размножения бактерий в культуре, а также особенности биологических свойств микробов на разных стадиях размножения. Дайте определение — культуральные, ферментативные, тинкториальные свойства микроорганизмов.

Из эукариотных микроорганизмов изучите способы размножения у грибов. У них существует бесполое и половое размножение. Обратите внимание на разные виды полового и эндогенного, экзогенного бесполого размножения.

## *Генетика микроорганизмов*

Микробам, как любым существам, присуще наследственность и изменчивость.

Запомните, что наука 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 простого строения, 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 видах генотипической и фенотипической (модификационной) изменчивости. Последняя форма возникает в результате изменения некоторых внешних факторов и исчезает после прекращения их действия. Предполагают, что в основе фенотипической изменчивости лежит включение так называемых «молчащих генов».

Подробнее изучите наследственные (генотипические) изменения — мутации и генетические рекомбинации. Мутационные изменения 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 (мутагены)? Их происхождение.

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

Уясните, что 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 (sex-пили)), трансдукции (передачи ДНК с помощью бактериофага).

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

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

Выясните значение учения об изменчивости микробов в диагностике, специфической профилактике инфекционных болезней и получении производственных штаммов микроорганизмов с полезными свойствами.