

Федеральное агентство научных организаций

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии»



УТВЕРЖДАЮ
директор ФГБНУ ВНИИСХМ
д-р биол. наук, академик РАН
И.А. Тихонович
2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Микробиология

Направление подготовки

06.06.01 «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ»

Профиль направления подготовки

03.02.03 МИКРОБИОЛОГИЯ

Квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения

Очная

Санкт-Петербург, 2015 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины	3
1.1. Цели и задачи дисциплины.....	3
1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы...3	
2. Результаты освоения дисциплины.....	3
3. Структура и содержание дисциплины.....	4
3.1. Распределение часов по темам и видам занятий.....	5
3.2. Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий.....	5
3.3. Наименование тем для самостоятельной работы, их содержание.....	9
3.4. Структура дисциплины.....	11
4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	12
5. Образовательные технологии.....	13
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.	13
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	15
8. Кадровое обеспечение дисциплины.....	15

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели и задачи дисциплины.

Цель изучения дисциплины – формирование у аспирантов углубленных профессиональных теоретических знаний фундаментальных основ современной микробиологии и практических навыков в области прикладной и сельскохозяйственной микробиологии.

Задачи изучения дисциплины.

- расширить знания по фундаментальным аспектам микробиологии, включая таксономию, генетику, физиологию, молекулярную биологию, экологию и эволюцию микроорганизмов с различными уровнями клеточной и генетической организации (прокариоты, эукариоты, вирусы);
- углубить представления о клеточной организации, закономерностях изменчивости и наследственности микроорганизмов;
- освоить современные молекулярно-биологические методы изучения систем взаимодействия микроорганизмов с высшими эукариотами (растениями, животными);
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний для изучения хозяйственно-ценных микроорганизмов, включая конструирование штаммов с повышенной эффективностью взаимодействия с сельскохозяйственными растениями и животными.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

«Микробиология» является дисциплиной, направленной на подготовку к сдаче кандидатского экзамена и входит в вариативную часть цикла Б.1.В (Б.1.В.ОД.7) Блока 1 ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки.

Дисциплина «Микробиология» направлена на получение знаний в области генетики, геномики, метагеномики, физиологии, экологии и эволюции различных групп микроорганизмов, а также применения этих знаний для конструирования хозяйственно-ценных штаммов. Дисциплина «Микробиология» включает в себя: основы таксономии различных групп микроорганизмов; клеточную биологию прокариотических (бактерии, археи) и эукариотических (грибы, протисты) форм; основные типы питания и получения энергии у микроорганизмов; основы аутоэкологии и синэкологии микроорганизмов; метагеномный анализ микробных сообществ почвы, а также внутренней среды растений и животных; организацию, воспроизведение и экспрессию генетического материала про- и эукариотических микроорганизмов; популяционную генетику микроорганизмов; филогенетические отношения и современные теории эволюции прокариот, эукариот и вирусов, генетическую инженерию и биотехнологию хозяйственно-ценных микроорганизмов; создание, поддержание и паспортизация генетических ресурсов микроорганизмов; основы технической микробиологии.

2. Результаты освоения дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО

В результате изучения дисциплины формируются и углубляются универсальные компетенции:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК -1);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК – 3);

общефессиональные компетенции:

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области микробиологии с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК – 1);

профессиональные компетенции

- способность планировать эксперименты и анализировать результаты научно-исследовательской работы в области фундаментальной и прикладной микробиологии, включая подготовку публикаций в научных изданиях, индексируемых в отечественных (РИНЦ) и международных (Web of Science, Scopus) базах данных (ПК-1);

- владение методами молекулярно-генетического анализа микроорганизмов, включая характеристику их геномной и метагеномной организации (ПК-2);

- способность применять теоретические знания и практические навыки в работах по генетическому конструированию микроорганизмов и разработке новых микробных биотехнологий, включая создание симбиотических микроорганизмов, повышающих продуктивность сельскохозяйственных растений и животных (ПК-3).

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

знать

- основные закономерности развития, функционирования и эволюции микроорганизмов; ключевые показатели генетического разнообразия микробных популяций (сообществ) и методы их оценки; механизмы экспрессии наследственного материала, изучаемой с помощью методов транскриптомики, протеомики и метаболомики; характеристики основных форм питания микроорганизмов; особенности взаимодействия микроорганизмов с многоклеточными эукариотами; основы классификации микроорганизмов.

уметь

- проводить мутационный и гибридологический анализ различных групп микроорганизмов;

- оценивать генетическую структуру микробных популяций и филогенетическое разнообразие их сообществ с использованием современных методов геномики, метагеномики и биоинформатики;

- использовать в практической работе компьютерные базы первичных последовательностей генов, контролирующих различные фенотипические признаки, и их ортологов;

- изучать генетический контроль взаимодействия микроорганизмов с растениями и животными.

владеть

- методами выявления генов, контролирующих ключевые фенотипические признаки у конкретной группы микроорганизмов;

- методами изучения организации и аннотации генома, включая выявление генов, контролирующих хозяйственно-ценные свойства;

- методами анализа экспрессии генов и биоинформационной обработки данных транскриптомного и протеомного анализа;

- методами идентификации основных групп микроорганизмов, создания и паспортизации генетических коллекций, а также генетического конструирования хозяйственно-ценных форм.

3. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 часов.

3.1. Распределение часов по темам и видам занятий.

Тема	В часах	
	Лекций	Самостоятельная работа
Тема 1. Разнообразие и строение микроорганизмов.	6	6
Тема 2. Основы генетики микроорганизмов	8	12
Тема 3. Молекулярная биология и биохимия микроорганизмов	8	12
Тема 4. Экология и биотехнология микроорганизмов	14	4
Итого	34	34

3.2. Наименование тем, их содержание, объем лекционных занятий в часах.

Тема 1. Разнообразие и строение микроорганизмов.

Лекция 1. Биоразнообразие микроорганизмов. Основные группы микроорганизмов –прокариоты (бактерии, археи), эукариоты (грибы, водоросли, простейшие), вирусы и их эволюционные отношения. Принципы и методы систематики микроорганизмов. Метод диагностических сред и его современные модификации; принципы нумерической таксономии. Таксономия, основанная на анализе ДНК: геносистематика, гомология генов рРНК. Различия в понятии вида у прокариот и эукариот.2 ч

Лекция 2. Систематика и цитология прокариот. Основные группы прокариот: эубактерии, цианобактерии, актиномицеты, археи: сравнительная характеристика и важнейшие представители. Грамположительные и грамотрицательные бактерии, их клеточные формы. Поверхностные структуры бактерий: цитоплазматические мембраны, клеточная стенка, периплазма, фимбрии и жгутики, экзополисахариды, капсульные полисахариды, липополисахариды. Внутриклеточные структуры бактерий. Способы деления бактериальных клеток. Клеточная дифференцировка у бактерий при адаптации к стрессам, азотфиксации и образовании многоклеточных форм2 ч

Лекция 3. Эукариотические микроорганизмы. Современная классификация эукариот. Способы клеточного деления – митоз и мейоз. Одноклеточные, дрожжеподобные и мицелиальные грибы. Поверхностные структуры – мембраны, клеточная стенка. Половые процессы у грибов: гомо- и гетеро-талличность, типы спаривания, чередование гаплоидных и диплоидных фаз в жизненных циклах. Парасексуальные процессы у дикарионов и гетерокарионов. Основные группы простейших и одноклеточных водорослей.....2 ч

Тема 2. Основы генетики микроорганизмов.

Лекция 4. Изменчивость и наследственность у бактерий. Предмет и задачи генетики микроорганизмов, понятие об их изменчивости и наследственности. ДНК как носитель наследственной информации. Репликация и репарация ДНК, их неоднозначность как источник генетической изменчивости. Понятие об эпигенетическом наследовании, прионизация белков.

Мутационная и рекомбинационная изменчивость. Основные типы физических и химических мутагенов. Прямой и непрямой отбор мутантов. Мутации спонтанные и индуцированные; Типы мутаций: точковые, транспозиции, хромосомные перестройки. Миссенс- и нонсенс-мутации, синонимические и несинонимические замены пар оснований. Мобильные элементы, их использование для маркировки и идентификации генов.

Способы переноса генов и механизмы рекомбинация у бактерий. Генетическая трансформация и ее механизмы. Плазмиды, их конъюгативный перенос и мобилизация хромосомы. Перенос генов с помощью вирусов и бактериофагов, общая и специфическая трансдукция. Принципы картирования генов у бактерий и грибов.....2 ч

Лекция 5. Строение и функции генов. Ген как единица наследственности и наследования. Преобразования и экспрессия наследственной информации: матричные и ступенчатые процессы. Центральная догма молекулярной биологии и ее современные модификации. Продукты действия генов – РНК и белки. Выявление генов путем классического генанализа (мутационный и гибридологический анализ) и с использованием продуктов действия генов (“обратная генетика”). Создание клонок генов и библиотек кДНК. Соотношения генотипа и фенотипа, “теория один ген – один полипептид”.

Кодирующие и регуляторные области генов. Транскрипция генов и РНК-полимераза. Регуляция бактериальных генов на уровне транскрипции: одно- и двух-компонентные регуляторы, промоторы, опероны и регулоны. Структурно-функциональная организация генов эукариот: интрон-экзонная структура и сплайсинг, особенности экспрессии и регуляции.2 ч

Лекция 6. Геномика микроорганизмов. Геном как целостная система, факторы стабильности и пластичности геномов микроорганизмов. Экспериментальные (секвенирование, ПЦР-анализ) и биоинформационные методы анализа генома. Различия в организации геномов прокариот и эукариот. Транскриптомика, протеомика и метаболомика в изучении экспрессии генетического материала.

Структурно-функциональная организация генома бактерий: его коровая часть (гены домашнего хозяйства) и дополнительные (акцессорные) части. Хромосома и внехромосомные генетические элементы. Основные типы генома (колийный, многокомпонентный, редуцированный) и их эволюционные отношения. Геномные острова и их роль в эволюции бактерий. Структурно-функциональное разнообразие плазмид. Мегаплазмиды и их роль во взаимодействиях бактерий с растениями и животными..... 2 ч

Лекция 7. Популяционная и эволюционная генетика. Понятие о популяции, особенности его применения к микроорганизмам. Оценка структуры бактериальных популяций; клональные и панмиктические популяции. Основные факторы эволюции микроорганизмов: мутационная и рекомбинационная изменчивость, естественный отбор, миграция, генетический дрейф. Горизонтальный перенос генов в популяциях; роль конъюгации, трансдукции и трансформации в эволюции бактерий. Теория “нейтральной эволюции”, ее соотношение с теорией естественного отбора и использование в филогении

(метод молекулярных часов). Молекулярная филогения микроорганизмов, таксономически значимые гены и построение дендрограмм. Гомология, ортология и паралогия генов.....2 ч

Тема 3. Молекулярная биология и биохимия микроорганизмов.

Лекция 8. Синтез белка. Белок-синтезирующий аппарат клетки (информационные РНК, рибосомы, транспортные РНК, амино-ацил-тРНК-синтетазы), особенности их строения и функционирования у прокариот и эукариот. Генетический код и его свойства – универсальность и вырожденность. Основные стадии процесса трансляции: инициация, элонгация, терминация. Неоднозначность процесса трансляции, использование нонсенс- и миссенс-супрессоров для ее изучения. Нерибосомный синтез олигопептидов.....2 ч

Лекция 9. Ферменты и их функции. Строение белковой молекулы: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры. Основные группы ферментов (оксидазы, гидролазы, лигазы, синтетазы, трансферазы, киназы), конститутивные и индуцибельные ферменты. Строение ферментов (апопротины и кофакторы, мономерные и мультимерные ферменты), их локализация в клетке. Активный центр фермента, его доменная структура и кинетика ферментативной реакции. Ферменты для восприятия сигналов, их рецепторные и эффекторные домены.2 ч

Лекция 10. Питание и получение энергии. Поступление питательных веществ в клетку: диффузия и активный транспорт, их молекулярные механизмы. Основные способы получения углерода (автотрофия, гетеротрофия), энергии (хемотрофия, фототрофия) и электронов (литотрофия, органотрофия). Синтез АТФ и типы фосфорилирования (окислительное, субстратное, фото-фосфорилирование). Катаболитная репрессия и ее роль в питании микроорганизмов. Катаболизм углеводов: гликолиз, пентозофосфатный путь, цикл Кребса. Аэробное дыхание и цитохромные цепи; анаэробное (нитратное, сульфатное) дыхание. Основные типы брожения (спиртовое, уксуснокислое, молочнокислое, маслянокислое), их биохимия, энергетическая эффективность и биотехнологическое значение. Роль пирувата и ацетил-кофермента А в углеродном обмене. Фотосинтез и фиксация CO₂ у бактерий и эукариот.....2 ч

Лекция 11. Метаболизм микробной клетки. Первичный метаболизм микроорганизмов: синтез аминокислот, азотистых оснований и витаминов. Заменяемые и незаменимые метаболиты. Вторичный метаболизм микроорганизмов: синтез антибиотиков, бактериоцинов, токсинов, фитогормонов, их экологическое и биотехнологическое значение. Синтез и разложение полимерных веществ (целлюлоза, крахмал, хитин, липиды): роль экзоферментов и ферментов периплазмы в клеточном метаболизме.....2 ч

Тема 4. Экология и биотехнология микроорганизмов.

Лекция 12. Распространение в природе и экологические функции микроорганизмов. Основные экологические группы микроорганизмов. Микроорганизмы в экстремальных условиях (термофилы, галофилы, психрофилы, ацидофилы, алкалофилы), механизмы адаптации к стрессам (недостатку питания и влаги, засолению, экстремальным температурам, кислотности, загрязнению ксенобиотиками и тяжелыми металлами). Взаимоотношения микроорганизмов в сообществах: синтрофия, антибиоз,

конкуренция, хищничество; метабиоз и сукцессии микробных сообществ. Микробиом и его регуляция (биопленки, модель Quorum Sensing). Понятие метагенома, его эволюционный и адаптивный потенциал. Роль микробов в круговороте основных биогенных элементов – углерода, азота, фосфора, серы, железа.....2 ч

Лекция 13. Основы почвенной микробиологии. Почва как среда обитания. Микробные сообщества почвы, использование методов метагеномики для анализа их таксономической и функциональной структуры.

Роль микроорганизмов в формировании азотного пула почвы (азотфиксация, аммонификация, нитрификация, денитрификация, разложение белков, иммобилизация азота). Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы. Нитрогеназа: структура и каталитические функции, разнообразие нитрогеназ. Методы измерения азотфиксирующей активности – ацетиленовой, балансовой и изотопный. Организация и регуляция *nif*-генов у свободноживущих (*Klebsiella pneumoniae*) и симбиотических (ризобии) азотфиксаторов.

Участие микроорганизмов в формировании и разложении гумусовых веществ. Автохтонная и зимогенная микрофлора. Микробиологическая ремедиация почв: иммобилизация тяжелых металлов и радионуклидов, деструкция ксенобиотиков. Перспективы использования микроорганизмов для повышения плодородия почв.....2 ч

Лекция 14. Микробно-растительные взаимодействия. Основы симбиологии и симбиогенетики. Определение симбиоза, его основные формы. Основные симбиотические процессы – сигнальное взаимодействие, развитие новых структур, метаболическая интеграция партнеров. Симбиоз как надвидовая генетическая система; единицы наследственности в симбиозе.

Ассоциативные симбиозы. Ризосферные рост-стимулирующие бактерии (PGPR): разнообразие, функции (азотфиксация, мобилизация питательных веществ из почвы, синтез фитогормонов), роль в питании растений и их защите от патогенов и вредителей. Ризосферный эффект и роль генотипа растения в формировании микрофлоры прикорневой зоны. Эпифитная микрофлора.

Азотфиксирующие симбиозы. Разнообразие азотфиксирующих симбиозов. Организация клубеньковых симбиозов двудольных растений с ризобиями и актиномицетами. Бобово-ризобияльный симбиоз: узнавание и сигнальное взаимодействие. Развитие клубенька, “симбиотические” гены растений: их выявление, основные группы и функции. Генетическая система симбиоза у клубеньковых бактерий: контроль вирулентности, азотфиксирующей активности, симбиотической эффективности, специфичности и конкурентоспособности. Эндосимбиотические ниши клубенька (инфекционные нити, симбиосомы), генетический контроль их развития. Метаболическая интеграция партнеров, формирование объединенных путей C/N метаболизма. Системная регуляция симбиоза. Диалог клубеньковых бактерий с защитными системами растений. Симбиозы растений с азотфиксирующими актинобактериями и цианобактериями.

Микоризные симбиозы. Разнообразие микоризных грибов. Арбускулярная микориза (АМ): распространение, основные стадии и молекулярные механизмы развития и метаболизма. Контроль развития АМ со стороны растения-хозяина. Роль АМ в фосфорном питании растений. Эктомикориза и ее роль в питании и развитии растений. Орхидная микориза. Экологическое значение микоризы и ее роль в эволюции растений.

Защитные симбиозы. Биоконтроль патогенов, его экологические основы и биохимические механизмы (прямое подавление патогенов, индукция защитных реакций растения). Эпифитные и эндوفитные микроорганизмы – антагонисты животных-фитофагов.....4 ч

Лекция 15. Микробные агротехнологии. Экологические последствия зеленой революции и химизации земледелия. Утрата симбиотического потенциала культурных растений. Понятие об экологически устойчивых агроценозах, адаптивный потенциал микробно-растительных взаимодействий.

Генетические ресурсы хозяйственно-ценных микробов, использование центров происхождения культурных растений для их изучения. Аналитическая селекция и генетическое конструирование симбиотически эффективных штаммов. Мутагенез, гибридизация и генно-инженерные подходы для получения хозяйственно-ценных микроорганизмов. Стабильность производственных штаммов и способы ее повышения. Экологическая и генетическая безопасность микробных препаратов. Создание симбиотрофных растений и биоинженерия симбиотических комплексов.

Культивирование и хранение полезных микроорганизмов. Рост микроорганизмов в стационарной культуре, хемостате, турбидостате. Питательные среды и условия роста. Понятие о технологичности микроорганизмов. Сохранение генетических ресурсов микроорганизмов: способы поддержания микробных коллекций, идентификация и паспортизация хозяйственно-ценных штаммов.

Микробиологические препараты в растениеводстве. Определение микробного препарата. Препараты клубеньковых бактерий (ризобий): история применения, экологическая эффективность в зависимости от генотипа растений и почвенно-климатических условий. Взаимосвязь экологической эффективности и специфичности ризобий. Экономическая эффективность, препаративные формы ризобий. Конкуренция производственных и местных штаммов за инокуляцию растений, прямые и косвенные методы оценки конкурентоспособности клубеньковых бактерий, пути ее повышения. Препараты ризосферных и эндофитных микроорганизмов.

Использование микроорганизмов, взаимодействующих с животными. Структура и функции микробиоты рубца, возможность ее оптимизации. Микробиологические основы приготовления кормов для сельскохозяйственных животных. Микробные препараты для биоконтроля грызунов, насекомых-фитофагов, кровососущих двукрылых..... .4

ч

3.3. Наименование тем для самостоятельной работы, их содержание.

- 1. История изучения бактерий.** Становление микроскопии и современные микроскопические методы. Эволюция взглядов на биологическую природу бактерий. Летопись открытия и изучения важнейших групп бактерий. Медицинское, промышленное и эколого-физиологическое направления в исследованиях бактерий. Труды Л.Пастера, Р.Коха, С.Н.Виноградского, М.Бейеринка и других основоположников микробиологии.
- 2. Разнообразие типов метаболизма – основа биоразнообразия прокариот.** Метаболизм как метаморфоз энергии и вещества. Фототрофия, хемотрофия, автотрофия, гетеротрофия, миксотрофия, литотрофия, органотрофия, углеродная и азотная автотрофия, фотосинтез, хемосинтез, специализация и универсализм, олиготрофия, копиотрофия. Связь между грамматрицательным морфотипом и специализированным метаболизмом.
- 3. Энергетический обмен.** Ассимиляция энергии в форме АТФ: окислительное и субстратное фосфорилирование. Аккумуляция энергии в форме трансмембранного электрохимического потенциала. Хемотрофия. Брожения (типы брожения, образование пирувата). Дыхание, органические и неорганические доноры электронов для дыхательной цепи. Разнообразие

терминальных акцепторов электронов и типы дыхания. Хемолитотрофия, образование метана, синтез ацетата. Фототрофия у бактерий и архей.

4. **Синэкология прокариот.** Микробные маты и консорции. Эндоцитобиоз бактерий на основе фотосинтеза, хемосинтеза и diaзотрофии у животных и растений. Бактериальные патогены растений, животных и человека, внутриклеточный паразитизм.
5. **Структура и функции бактериальной мембраны.** Мембранный транспорт, пассивная и облегченная диффузия. Энергозависимый (активный) транспорт. Экскреция метаболитов и антимикробных агентов, ABC-транспортеры. Системы секреции низкомолекулярных метаболитов, белков и нуклеиновых кислот.
6. **Поверхностные структуры клетки.** Мембранные тейхоевые (липотейхоевые) кислоты, липополисахариды и липогликаны, негликозилированные липопротейны и гликопротеины грамположительных бактерий. Экзоплазматические ригидные слои клеточной стенки грамположительных бактерий и архей. Вспомогательные покровные структуры – капсулы и чехлы. Дискретные наружные структуры – шипы, внеклеточные газовые баллоны, целлюлосомы.
7. **Цитоплазматические компартменты.** Внутриклеточные мембраны, квази-эукариотизм. Рибосомы бактерий и архей. Цитоскелет у прокариотов. Микрокомпартменты для процессинга белков и РНК. Специализированные компартменты (вакуоли; газовые везикулы; полифосфатные, полигликозидные и цианофициновые гранулы). Периплазматический компартмент грамотрицательных бактерий.
8. **Движение и регуляция поведения прокариот.** Жгутики бактерий и архей. Строение, биогенез и механизм работы жгутика. Кинетические параметры плавания. Фимбрии бактерий и архей. Таксисы как индивидуальная поведенческая реакция. Механизм хемотаксиса. Коллективное поведение на основе внутривидовой коммуникации на основе механизма чувства кворума (Quorum sensing).
9. **Клеточный цикл прокариот.** Клеточный рост как координированная репликация клеточных структур. Сбалансированный и несбалансированный рост. Кривая роста, ее фазы и особенности физиологического состояния бактерий. Клеточное деление у бактерий и архей. Деление клетки и фрагментация трихома как два способа размножения бактерий. Бинарное деление – равное и неравное (почкование); тройственное и множественное деление (дробление). Старение и смерть клетки.
10. **Клеточная дифференцировка у прокариот.** Свойства эндоспор; механизм образования эндоспор; регуляция спорообразования. Цисты. Дифференцировка клеток при азотфиксации и симбиозе. Многоклеточные прокариоты.
11. **Геномика прокариот.** Общие принципы организации бактериального генома, его коровые и аксессуарные компоненты. Основные типы бактериального генома (унитарный, многокомпонентный, редуцированный)

и их эволюционные отношения. Строение хромосом бактерий и архей. Плазмиды (классификация; строение; экологическое и эволюционное значение). Мегаплазмиды и хромиды. ДНК- и РНК-геномы вирусов. Современные теории эволюции генома.

12. **Эукариотические (ядерные) микроорганизмы.** Основы фенотипической и молекулярно-филогенетической классификации протистов, микроскопических грибов и микроскопических водорослей. Принципы подразделения на царства. Современные представления об эволюции и филогенетическое древо эукариот.
13. **Основы теории симбиогенеза.** Органеллы эукариотических микроорганизмов. Митохондрии (морфология, разнообразие, метаболизм). Простые и сложные пластиды (онтогенез, функциональное разнообразие). Особенности геномов митохондрий и пластид. Гидрогеносомы и митосомы – безгеномные органеллы.
14. **Надорганизменные генетические системы.** Генофонд популяции и пангеном, их соотношение с геномами индивидуальных штаммов. Метагеномный анализ микробных сообществ, построение их филогенетической и функциональной структуры. Основные компоненты метагенома почвы (активные и покоящиеся клетки, вирусы, свободная ДНК), методы их разделения. Метагеномы внутренней среды растений (эндофиты) и животных (микробиота рубца и кишечника). Основы биоинформационного анализа метагеномных данных.
15. **Основы вирусологии.** Систематика и биоразнообразие вирусов. Роль вирусов в экосистемах. Современные представления о происхождении и эволюции вирусов. Типы вирусного генома. Особенности бактериофагов. Культивирование, количественный учет и препаративное получение. Онтогенез бактериофагов (адсорбция; проникновение; размножение; сборка и освобождение вирионов). Лизогения и лизогенная конверсия. Фаговая трансдукция – общая и специализированная.

3.4. Структура дисциплины

Виды работ	№ семестра 6	Всего, час
Общая трудоемкость	108	108
Аудиторная работа:	34	34
<i>Лекции (Л)</i>	34	30
Самостоятельная работа:	38	38
<i>Самостоятельное изучение разделов</i>	50	50
Вид итогового контроля (Экзамен)	36	36

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

В процессе преподавания дисциплины «Микробиология» для текущей аттестации используются следующие формы:

- проведение контрольных работ в форме тестовых заданий;
- написание реферата (литературный обзор по теме диссертации)

Вопросы выходного контроля (экзамена)

1. Основные типы микроорганизмов – эукариоты, прокариоты, вирусы – их базовые свойства и эволюционные отношения.
2. Принципы и методы систематики микроорганизмов.
3. Основные таксономические группы бактерий и архей.
4. Поверхностные и внутриклеточные структуры бактерий.
5. Клеточная и дифференцировка и многоклеточность у бактерий.
6. Основные группы эукариотических микроорганизмов.
7. Жизненные циклы и типы клеточного деления у грибов.
8. ДНК как носитель наследственной информации.
9. Мутационная и рекомбинационная изменчивость, методы ее анализа.
10. Мобильные элементы генома, их использование для маркировки и идентификации генов.
11. Способы переноса генов и механизмы рекомбинация у бактерий.
12. Принципы картирования генов у бактерий и грибов.
13. Центральная догма молекулярной биологии и ее современные модификации.
14. Выявление генов методами классического генанализа и “обратной генетики”.
15. Преобразования и экспрессия наследственной информации, опероны и регулоны.
16. Гены эукариот: интрон-экзонная структура, сплайсинг, особенности регуляции.
17. Основные типы генома бактерий, их эволюционные отношения.
18. Плазмиды бактерий, их структура, функции и эволюционное значение.
19. Структура популяций у прокариот и эукариот, основные факторы их эволюции.
20. Белок-синтезирующий аппарат клетки у прокариот и эукариот.
21. Строение белковой молекулы и основные группы ферментов.
22. Способы получения углерода, энергии и электронов микробной клеткой.
23. Катаболизм углеводов и синтез АТФ.
24. Дыхание и брожение, их биохимия и энергетическая эффективность.
25. Первичный и вторичный метаболизм, синтез и разложение биополимеров.
26. Основные экологические группы микроорганизмов и их взаимоотношения в сообществах.
27. Понятие о микробном сообществе почвы, использование методов метагеномики для анализа его структуры.
28. Фиксация атмосферного азота свободноживущими и симбиотическими бактериями.
29. Определение симбиоза, его основные формы и генетический контроль.
30. Ризосферные и эндофитные рост-стимулирующие бактерии: разнообразие, функции, практическое значение.
31. Бобово-ризобийный симбиоз: развитие, генетический контроль, экологическое и практическое значение.
32. Микоризные симбиозы: разнообразие, генетический контроль, значение для питания и эволюции растений.
33. Микробиологический контроль фитопатогенов и вредителей растений.
34. Экологически устойчивые агроценозы, адаптивный потенциал микробно-растительных взаимодействий.

35. Селекция и генетическое конструирование хозяйственно-ценных микроорганизмов.
36. Микробиологические препараты в растениеводстве: создание, производство и применение.
37. Бактериальные патогены растений, животных и человека, внутриклеточный паразитизм.
38. Транспортные функции бактериальной мембраны, диффузия, активный транспорт, АВС-транспортёры, системы секреции белков и нуклеиновых кислот.
39. Поверхностные структуры клеток у прокариотических и эукариотических микроорганизмов.
40. Движение прокариот: жгутики и фимбрии, положительный и отрицательный хемотаксис.
41. Органеллы эукариотических микроорганизмов: структура и функции, организация генома, происхождение.
42. Биоразнообразие вирусов, типы их генома, эволюционно значение вирусов.

5. Образовательные технологии

В рамках изучения дисциплины предполагается использовать образовательные технологии:

- традиционная лекция,
- проблемная лекция,
- тестовые задания,

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

Основная литература, необходимая для освоения дисциплины

1. Пиневи́ч А.В. Микробиология, биология прокариотов. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та. Т.1. 2006, Т.2. 2007, Т.3. 2009. 351+330+456с.
2. Жиму́лёв И.Ф. Общая и молекулярная генетика: Учеб.пособие – 3-е издание. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во. 2006. – 478 с. 1.
3. Инге-Вечто́мов С.Г. Генетика с основами селекции. М.: Высш. шк., 2010. – 740
4. Кони́чев А. С. Молекулярная биология. М.: Академия, 2008.
5. Лутова Л.А., Ежова Т.А., Додуева И.Е., Осипова М.А. Генетика развития растений: для биологических специальностей университетов. 2-е изд. перераб. и доп.СПб.: «Изд-во Н-Л», 2010. 432 с.
6. Лью́ин Б. Гены. М.: БИНОМ, 2011.
7. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2008.
8. Ленгелер И., Дре́вс Г., Шлегель Г. Современная микробиология. Прокариоты (в 2 томах). М. Мир. 2008.
9. Квитко К.В., Захаров И.А. Генетика микроорганизмов. Изд. Дом СПбГУ, 2012. 269 с.
10. Тихоно́вич И.А., Проворо́в Н.А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего. Изд-во СПбГУ, Санкт-Петербург, 2009. 210 с.
11. Проворо́в Н.А., Воробье́в Н.И. Генетические основы эволюции растительно-микробного симбиоза. Под ред. И.А. Тихоновича. Информ-Навигатор, С.-Петербург, 2012. 400 с.

12. Багирова С.Ф., Джавахия В.Г., Дьяков Ю.Т., Озерецковская О.Л., Проворов Н.А., Тихонович И.А., Щербакова Л.А. Фундаментальная фитопатология. М.: Красанд. 2012. 512 с.
13. Шевелуха В.С. (ред.). Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия. М.: ЛЕНАНД, 2015. 550 с.
14. Metagenomics: Theory, Methods and Applications. (D. Marco, Ed.), Caister Academic Press, 2010.
15. Брюханов А.Л., Рыбак К.В., Нетрусов А.И. Молекулярная микробиология. М.: изд-во МГУ, 2012. — 474 с.
16. Molecular Microbial Ecology of the Rhizosphere: Volume 1 & 2. (F.J. de Bruijn, Ed.), Wiley-Blackwell, 2013.
17. Ребриков Д.В. NGS: высокопроизводительное секвенирование БИНОМ 2014, 232 с.
18. Лукашов Д.В. Молекулярная эволюция и филогенетический анализ БИНОМ. 2009, 256 с.

Дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины.

1. Шлегель Г. Общая микробиология. М. Мир. 1987.
2. Громов Б.В., Павленко Г.В. Экология бактерий. Изд-во ЛГУ. Л. 1989.
3. Дьяков Ю.Т., Озерецковская О.Л., Джавахия В.Г., Багирова С.Ф. Общая и молекулярная фитопатология. М. Общество фитопатологов, 2001.
4. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. Изд-во МГУ. М., 1978.
5. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. 8-е издание. Издательский центр "Академия". 2008.
6. Мишустин Е.Н., Емцев В.Т. Микробиология. М. Колос. 1978.
7. Пиневиц А.В. Микробиология. Биология прокариотов (в 3 томах). Изд-во СПбГУ, 2007-2009.
8. Инге-Вечтомов С.Г. Введение в молекулярную генетику. М. Высшая школа. 1983.
9. Захаров И.А. Курс генетики микроорганизмов. Минск. Высшая школа. 1978.
10. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Симбиозы растений и микроорганизмов. Молекулярная генетика агросистем будущего. Изд-во СПбГУ. 2009.
11. Ермилова Е.В. Молекулярные механизмы адаптации прокариот. Изд-во СПбГУ. 2007.
12. Дьяков Ю.Т. Шнырева А.В., Сергеев А.Ю. Введение в генетику грибов. 2005. Издательский центр "Академия".
13. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Общая микробиология. Издательский центр "Академия". 2007.
14. Фробишер М. Основы микробиологии. М. Мир. 1965.
15. Биопрепараты в сельском хозяйстве (под ред. И.А.Тихоновича, Ю.В. Круглова). М. Россельхозакадемия, 2005.
16. Возняковская Ю.М. Микрофлора растений и урожай. Л.: Колос, 1969. 240 с.
17. Доросинский Л.М. Клубеньковые бактерии и нитрагин. Л.: Колос, 1970. 191 с.
18. Rhizobiaceae. Молекулярная биология бактерий, взаимодействующих с растениями. Под ред. Г. Спайнка, А. Кондорози и П. Хукаса (перевод под ред. Тихоновича И.А., Проворова Н.А.). Спб: Бионт, 2002. 567 с.
19. Сафронова В.И., Оследкин Ю.С., Свиридова О.В., Воробьев Н.И. Методы консервации коллекционных культур микроорганизмов. Методические рекомендации. Спб.: ГНУ ВНИИСХМ. 2007, 32 с.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Стандартно оборудованная лекционная аудитория со слайд проектором, оверхэдом или мультимедийным проектором с компьютером. В курсе это оборудование используется для демонстрации аспирантам таблиц, слайдфильмов и презентаций по различным темам лекций. Необходимо использование программного обеспечения MicrosoftOffice.

8. Кадровое обеспечение дисциплины

Реализацию образовательного процесса обеспечивают сотрудники:
д.б.н. Н.А. Проворов

Автор программы: д.б.н. Н.А. Проворов – зам. директора по научной работе

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки и утверждена на заседании Ученого совета от 15 мая 2015 г., протокол № 6

Председатель Ученого совета



И.А. Тихонович