

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет почвоведения

УТВЕРЖДАЮ

и. о. декана П.В.Красильников / _____ /

« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Почвенная микробиология

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки (специальность):

06.04.02 Почвоведение

Направленность (профиль) ОПОП:

Биология почв

Форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
факультета почвоведения (протокол № _____, дата _____)

На обратной стороне титула:

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 06.04.02 «Почвоведение» программы магистратуры

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова от 28 декабря 2020 года (протокол № 7).

1. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Вариативной части, по выбору

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

общепрофессиональные дисциплины базовой части программы бакалавра почвоведения, а также спецкурсы – «Строение, развитие и систематика бактерий», «Строение, развитие и систематика актиномицетов», «Строение, развитие и систематика грибов», «Строение, развитие и систематика дрожжей», «Почвенные водоросли», «Биохимия почвенных микроорганизмов», «Физиология почвенных микроорганизмов», «Динамика микробных популяций», «Молекулярные методы в почвоведении».

3. Планируемые результаты обучения в результате освоения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями
М-СПК-1. Способен применять на практике фундаментальные и прикладные аспекты почвенной микробиологии и зоологии, понимает современные насущные задачи и проблемы в данных областях	М-СПК-1.1. Применяет на практике фундаментальные и прикладные аспекты почвенной микробиологии и зоологии	Знать историю изучения почвенных микроорганизмов, область их применения в различных сферах деятельности, использовать эти знания при решении насущных практических задач
	М-СПК-1.2. Глубоко понимает современные насущные проблемы почвенной микробиологии и зоологии и применяет их при решении профессиональных задач	Понимать современные проблемы экологии, почвенной микробиологии и зоологии, использовать имеющиеся знания о биологии почвенных микроорганизмов при решении различных профессиональных задач
М-СПК-2. Способен применять на практике знания о строении, составе и функционировании живой клетки, метаболизме и механизмах его	М-СПК-2.1. Применяет на практике знания о строении, составе и функционировании живой клетки, метаболизме и механизмах его регуляции	Знать строение, состав и особенности физиологии клеток, их метаболизме и механизмах регуляции

регуляции; может использовать в профессиональной деятельности знания базовых основ генетики организмов	М-СПК-2.2. Использует в профессиональной деятельности знания базовых основ генетики организмов	Использовать знания базовых основ генетики организмов при идентификации почвенных микроорганизмов и решении других профессиональных задач
М-СПК-3. Способен применять на практике знание биологической систематики организмов, особенностей онтогенеза отдельных групп почвенных организмов и условий устойчивого существования и жизнеспособности почвенных микробных популяций	М-СПК-3.1. Применяет на практике знание биологической систематики организмов, особенностей онтогенеза отдельных групп почвенных организмов и условий устойчивого существования и жизнеспособности почвенных микробных популяций	Знать способы размножения, особенности онтогенеза различных групп почвенных микроорганизмов, подходы и принципы систематики почвенных микроорганизмов, использовать эти знания при решении различных практических задач
М-СПК-4. Способен использовать в профессиональной деятельности знания о роли микроорганизмов в глобальных биогеохимических циклах элементов в биосфере, а также значении почвенных организмов в почвообразовании и формировании плодородия почв	М-СПК-4.1. Использует в профессиональной деятельности знания о роли микроорганизмов в глобальных биогеохимических циклах элементов в биосфере	Использовать в профессиональной деятельности знания об экологии почвенных микроорганизмов, понимать их роль в различных межорганизменных взаимодействиях и глобальных биосферных процессах
	М-СПК-4.2. Имеет четкое представление о значении почвенных организмов в почвообразовании и формировании плодородия почв, использует эти знания при решении практических задач	Иметь четкое представление о значении почвенных организмов в почвообразовании и формировании плодородия, понимать роль почвенных микроорганизмов в природе, использовать эти знания для решения профессиональных задач

4. **Объем дисциплины** 3 з.е., в том числе 72 академических часа на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения** очный

6. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам, с указанием отведенного на них количества академических часов, и виды учебных занятий:

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины / форма текущей аттестации	Всего (часы)	В том числе						
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)					Самостоятельная работа обучающегося	
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (семинары)	Занятия семинарского типа (лабораторные)	Занятия семинарского типа (практические)	Всего	Подбор и анализ литературы, подготовка презентаций и докладов	Всего
Введение	6	2	2			4	2	2
Особенности почвы как среды обитания микроорганизмов	9	3	3			6	3	3
Принципы изучения экологии почвенных микроорганизмов	9	3	3			6	3	3
Экология клетки микроорганизма	9	3	3			6	3	3
Экология микробных популяций в почве	9	3	3			6	3	3
Взаимодействие между популяциями	8	3	3			6	2	2
Экология микробных сообществ	8	3	3			6	2	2

Эколого-географическое распространение микроорганизмов	6	2	2			4	2	2
Инокуляция, бактериальные удобрения	6	2	2			4	2	2
Почвенное органическое вещество	8	3	3			6	2	2
Роль микроорганизмов в разрушении и создании минералов в почве	8	3	3			6	2	2
Взаимодействие между микроорганизмами и растениями	8	3	3			6	2	2
Взаимодействие между микроорганизмами и беспозвоночными животными	8	3	3			6	2	2
Форма текущей аттестации по разделу – доклады								
Промежуточная аттестация	Экзамен						6	
Итого:	108							

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

1. Введение. Почвенная микробиология как наука. Краткая история развития почвенной микробиологии (С.Н. Виноградский, М. Бейеринк, С.П. Костычев, Д.М. Новогрудский, Н.А. Красильников, С. Ваксман, Е.Н. Мишустин, Т.В. Аристовская). Основные теоретические и практические достижения (биоразнообразие, полифункциональность, микробный пул, бактериальные удобрения).

2. Особенности почвы как среды обитания микроорганизмов. Микроорганизмы и почвенный воздух. Специфика концентрации макро- и микрогазов. Летучие органические вещества. Жидкая фаза почвы, химический состав, степень доступности воды, потенциал влаги, активность воды. Ксеро-, мезо- и гигрофильные микроорганизмы. Степень сохранности микроорганизмов при высыхании и замораживании почв. Способы транспортировки почвенных образцов. Значение величины pH почвенного раствора для развития микроорганизмов, регулирование величины pH микробами. Микроразнообразие по pH. Окислительно-восстановительный потенциал, микроразнообразие. Аэробные, анаэробные, факультативно анаэробные, микроаэрофильные микроорганизмы. Температурные группы микроорганизмов: психрофилы, психротолеранты, мезофилы, термофилы, экстремальные термофилы. Кардинальные точки роста. Относительность понятия «оптимальная температура». Твердая фаза почвы, величина поверхности, состав, концентрация питательных веществ на поверхности твёрдой фазы. Адгезия микроорганизмов. Адгезия в естественных и лабораторных условиях. Закономерности адгезии. Природа сил адгезии: электрические взаимодействия, теория DLVO, молекулярно-биологические представления об адгезии (адгезин-рецептор). Активность адгезированных микроорганизмов. Адгезия и количественный учет микроорганизмов прямыми микроскопическими методами и посевом. Возможность передвижения микроорганизмов в почве в связи с адгезией.

3. Принципы изучения экологии почвенных микроорганизмов. Общие концепции. Возможность использования для экологических целей сведений, полученных в области морфологии, физиологии, биохимии и генетики при изучении чистых культур микроорганизмов. Прямые микроскопические методы, их возможности, достоинства и недостатки: методы Виноградского, Холодного, Перфильева, люминесцентная микроскопия (акридиновый оранжевый, калькофлюор, live-dead, FISH, люминесцирующие антитела) трансмиссивной и сканирующей электронной микроскопии. Закономерности, выявленные на основе прямых микроскопических исследований почвы: численность прокариот, длина мицелия грибов и актиномицетов, биомасса (методы определения биомассы), плотность заселения, адгезия, микроразнообразие, микроколонии,

чистые культуры в почве, мелкие размеры почвенных микроорганизмов. Анабиотические и некультивируемые формы. Почва как множество сред обитания микроорганизмов. Воспроизведение условий микросред в лаборатории в макроусловиях (питательные среды). Чистые культуры как основной метод изучения многообразия микроорганизмов и микробиологических процессов в почве. Степень изученности этих процессов. Степень изученности биоразнообразия почвенных прокариот.

Изучение микрокосмов – наиболее продуктивный подход последнего времени: динамика биоразнообразия и биомассы, динамика микробиологических процессов (дыхание, азотфиксация, денитрификация, метаногенез, метанотрофия, выделение и поглощение водорода в почвах) и т.д.

Изучение микроорганизмов в почвенных образцах: преимущества и недостатки. Биологическая активность почв, методы ее определения. Определение потенциальной биологической активности: термогенез, дыхание, ферментативная активность, количество и биомасса микроорганизмов, нитрификация, азотфиксация, денитрификация, метаногенез и т.д. Определение истиной (актуальной) интенсивности процессов в природе: аппликационные методы, дыхание (CO_2 с использованием газовой хроматографии), азотфиксация (ацетиленовый метод), денитрификация, изотопные методы.

Принципы строения и функционирования комплекса почвенных микроорганизмов: микробный пул, пул микробных метаболитов, принцип дублирования, ненасыщенности почвы микроорганизмами, множественное лимитирование. Формирование из имеющегося пула нового активного сообщества микроорганизмов при резком изменении условий (новый питательный субстрат, тяжелые металлы, пестициды, антибиотики). Экологические доминанты.

4. Экология клетки микроорганизма. Экологическое значение размеров, формы, ригидности, фимбрий, подвижности. Гидрофильность и гидрофобность, положительный и отрицательный заряд. Специфика строения клеток микроорганизмов непосредственно в почве. Наноформы.

5. Экология микробных популяций в почве. Экологическое представление о популяциях, групповые, видовые и штаммовые популяции. Методы изучения (генетическое маркирование иммунолюминесценция, пигментация). Динамика популяций, уровни стабилизации. Регулирование численности микробных популяций в почве. Внесение микробных популяций в почву.

6. Взаимодействие между популяциями. Анализ взаимодействия микробных популяций: нейтрализм, конкуренция, аменсализм, паразитизм, хищничество, комменсализм,

протокооперация, симбиоз, мутуализм, метабиоз. Модификация и регуляция популяций. Представления о роли антибиотиков в почве, «средовые гормоны».

7. Экология микробных сообществ. Комплекс почвенных микроорганизмов как часть биотического сообщества. Связь микробов с другими компонентами биотического сообщества. Особые принципы организации комплекса почвенных микроорганизмов в системе организованного биотического сообщества. Структура сообщества. Систематическая (видовая) структура сообщества биотопическая модель. Таксономия и экология. Экологические классификации почвенных микроорганизмов. Трофодинамическая (энергетическая) модель сообщества и место в ней почвенных микроорганизмов. Показатели структуры сообщества. Доминирование, частота встречаемости. Групповое и видовое разнообразие. Структура сообщества. Индексы разнообразия. Индикаторные виды. Эврибионтные и стенобионтные виды. Консорции. Микробные сукцессии (природные и инициированные). Развитие микробных сукцессий во времени. Закономерная смена отдельных групп, родов и видов микроорганизмов в ходе микробных сукцессий. Климатические микробные сообщества.

8. Эколого-географическое распространение микроорганизмов. Методологические подходы, трудности и достижения. Воздушная и водная дисперсия микроорганизмов. Вертикальная стратификация микробов в наземных экосистемах. Конвейерная переработка веществ в вертикальном профиле почв. Микробные комплексы вертикальных ярусов экосистем. Закономерности распределения микробной биомассы по природным зонам и отдельным типам наземных экосистем. Качественные отличия. Микробные комплексы разных зон и почвенных типов. Изменения количественного и качественного состава почвенных микроорганизмов в связи с антропогенными воздействиями (вспашка, внесение органических и минеральных удобрений, известкование, загрязнение тяжелыми металлами, пестицидами, нефтепродуктами, сточными водами, микробные загрязнения).

9. Инокуляция, бактериальные удобрения. Ризоторфин. Способ приготовления и применения. Микробные удобрения, очищающие почву от нефтепродуктов.

10. Почвенное органическое вещество. Роль микроорганизмов в образовании и разложении гумуса. Микроорганизмы и почвенная структура.

11. Роль микроорганизмов в разрушении и создании минералов в почве (сульфиды, сульфаты, карбонаты, железные и марганцевые руды, глинистые минералы, слюды, силикаты, алюмосиликаты, бокситы).

12. Взаимодействие между микроорганизмами и растениями. Основные концепции взаимодействия. Микориза, типы микориз. Взаимоотношения между микоризой и растением. Клубеньковые бактерии в свете их взаимоотношений с растениями. Свойства

клубеньковых бактерий: доминирование, вирулентность, активность, эффективность, генетическая устойчивость. Эпифиты, взаимодействие между эпифитами и растениями. Попытки использования эпифитов в сельском хозяйстве. Ризосфера и ризоплана. Определение ризосферы, ее протяженность. Качественный и количественный состав микробов ризосферы в зависимости от вида и сорта растения, стадии его развития, типа почвы, почвенного горизонта и других условий. Групповая и видовая специфика микробов ризосферы и ризопланы. Количество и качество корневых выделений. Роль растений в питании микроорганизмов. Роль микроорганизмов в питании растений. Усвоение растениями микробных физиологически активных веществ: антибиотики, токсины, аминокислоты, витамины, стимуляторы роста растений (гиббереллины, ауксины, цитокинины и др).

13. Взаимодействие между микроорганизмами и беспозвоночными животными. Специфика микробных сообществ. Роль животных в регулировании состава и активности микроорганизмов.

7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине:

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости:

1. Способы транспортировки и хранения почвенных образцов.
2. Прямые и косвенные методы учета численности и микробной биомассы, их достоинства и недостатки.
3. Методы изучения биоразнообразия почвенных микроорганизмов.
4. Биологическая активность почв, методы ее определения.
5. Структура сообщества. Доминирование, частота встречаемости. Индексы разнообразия.
6. Микробные сукцессии (естественные и инициированные).

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:

1. Микроорганизмы и почвенный воздух.
2. Ксеро-, мезо- и гигрофильные микроорганизмы.
3. Степень сохранности микроорганизмов при высушивании и замораживании почв.
4. Способы транспортировки почвенных образцов.
5. Значение величины pH почвенного раствора для развития микроорганизмов, регулирование величины pH микробами.

6. Аэробные, анаэробные, факультативно анаэробные, микроаэрофильные микроорганизмы.
7. Температурные группы микроорганизмов: психрофилы, психротолеранты, мезофилы, термофилы, экстремальные термофилы.
8. Адгезия микроорганизмов.
9. Активность адгезированных микроорганизмов.
10. Адгезия и количественный учет микроорганизмов прямыми микроскопическими методами и посевом.
11. Прямые микроскопические методы, их возможности, достоинства и недостатки.
12. Анабиотические и некультивируемые формы.
13. Воспроизведение условий микросред в лаборатории в макроусловиях (питательные среды).
14. Чистые культуры как основной метод изучения многообразия микроорганизмов и микробиологических процессов в почве.
15. Степень изученности биоразнообразия почвенных прокариот.
16. Изучение микрокосмов.
17. Изучение микроорганизмов в почвенных образцах: преимущества и недостатки.
18. Биологическая активность почв, методы ее определения.
19. Определение потенциальной биологической активности.
20. Определение истинной (актуальной) интенсивности процессов в природе.
21. Принципы строения и функционирования комплекса почвенных микроорганизмов.
22. Экологическое значение размеров, формы, ригидности, фимбрий, подвижности.
23. Гидрофильность и гидрофобность, положительный и отрицательный заряд.
24. Специфика строения клеток микроорганизмов непосредственно в почве.
25. Экологическое представление о популяциях, групповые, видовые и штаммовые популяции.
26. Динамика популяций, уровни стабилизации.
27. Регулирование численности микробных популяций в почве.
28. Модификация и регуляция популяций.
29. Представления о роли антибиотиков в почве, «средовые гормоны».
30. Комплекс почвенных микроорганизмов как часть биотического сообщества.
31. Связь микробов с другими компонентами биотического сообщества.
32. Систематическая структура сообщества биотопическая модель.
33. Таксономия и экология.
34. Экологические классификации почвенных микроорганизмов.

35. Трофодинамическая модель сообщества и место в ней почвенных микроорганизмов.
36. Доминирование, частота встречаемости. Групповое и видовое разнообразие.
37. Структура сообщества. Индексы разнообразия. Индикаторные виды.
38. Эврибионтные и стенобионтные виды. Консорции.
39. Микробные сукцессии (природные и инициированные).
40. Развитие микробных сукцессий во времени.
41. Климатические микробные сообщества.
42. Воздушная и водная дисперсия микроорганизмов.
43. Вертикальная стратификация микробов в наземных экосистемах.
44. Конвейерная переработка веществ в вертикальном профиле почв.
45. Микробные комплексы вертикальных ярусов экосистем.
46. Закономерности распределения микробной биомассы по природным зонам и отдельным типам наземных экосистем.
47. Микробные комплексы разных зон и почвенных типов.
48. Изменения количественного и качественного состава почвенных микроорганизмов при антропогенном воздействии.
49. Ризоторфин. Способ приготовления и применения.
50. Микробные удобрения, очищающие почву от нефтепродуктов.
51. Роль микроорганизмов в образовании и разложении гумуса.
52. Микроорганизмы и почвенная структура.
53. Роль микроорганизмов в разрушении и создании минералов в почве.
54. Микориза, типы микориз. Взаимоотношения между микоризой и растением.
55. Клубеньковые бактерии в свете их взаимоотношений с растениями.
56. Свойства клубеньковых бактерий: доминирование, вирулентность, активность, эффективность, генетическая устойчивость.
57. Эпифиты, взаимодействие между эпифитами и растениями.
58. Ризосфера и ризоплан. Определение ризосферы, ее протяженность.
59. Качественный и количественный состав микробов ризосферы.
60. Групповая и видовая специфика микробов ризосферы и ризопланы.
61. Роль растений в питании микроорганизмов.
62. Роль микроорганизмов в питании растений.
63. Усвоение растениями микробных физиологически активных веществ.
64. Роль животных в регулировании состава и активности микроорганизмов.

8. Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине:

В таблице представлена шкала оценивания результатов обучения по дисциплине. Уровень знаний обучающегося оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка "отлично" выставляется если обучающийся демонстрирует сформированные систематические знания, умения и навыки их практического использования. Оценка "хорошо" ставится, если при демонстрации знаний, умений и навыков студент допускает отдельные неточности (пробелы, ошибочные действия) непринципиального характера. При несистематических знаниях, демонстрации отдельных (но принципиально значимых навыков) и затруднениях в демонстрации других навыков выставляется оценка «удовлетворительно». Оценка "неудовлетворительно" ставится, если знания и умения фрагментарны, а навыки отсутствуют.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка РО и соответствующи е виды оценочных средств	2	3	4	5
Знания (виды оценочных средств: устные и письменные опросы, участие в дискуссиях)	Отсутстви е знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированны е систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические контрольные задания и защита полученных результатов, подготовка докладов, участие в дискуссиях)	Отсутстви е умений	В целом успешное, но не систематическо е умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиальног о характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: поиск литературы, подготовка докладов и презентаций)	Отсутстви е навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированны е навыки (владения), применяемые при решении задач

9. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и дополнительной учебной литературы

- *Аристовская Т.В.* Микробиология процессов почвообразования. М.: «Наука». 1980.
- *Добровольская Т.Г.* Структура бактериальных сообществ почв. М.: «ИКЦ "Академкнига"». 2002.
- *Звягинцев Д.Г.* Почва и микроорганизмы. М.: «Издательство Московского университета». 1987.
- *Звягинцев Д.Г., Зенова Г.М.* Экология актиномицетов. М.: «Геос». 2001.
- *Кожевин П.А.* Микробные популяции в природе. М.: «Издательство Московского университета». 1989.
- *Красильников Н.А.* Микроорганизмы почвы и высшие растения. М.: «Издательство АН СССР». 1958.
- Микроорганизмы и охрана почв (*под ред. Д.Г. Звягинцева*). М.: «Издательство Московского университета». 1989.
- *Мирчинк Т.Г.* Почвенная микология. М.: «Издательство Московского университета». 1988.
- Перспективы развития почвенной биологии (*под ред. Д.Г. Звягинцева*). М.: «МАКС Пресс». 2001.

Перечень лицензионного программного обеспечения

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- Описание материально-технической базы
 1. Помещения – аудитория, рассчитанная на группу из 10-15 учащихся.
 2. Оборудование - мультимедийный проектор, компьютер, экран, выход в Интернет.

10. Язык преподавания:

Русский

11. Преподаватель:

Манучарова Наталия Александровна
Профессор кафедры биологии почв,
д.б.н. (2012, Д 501.002.13 МГУ)
Профессор (2019);

12. Разработчик программы:

Манучарова Наталия Александровна
Профессор кафедры биологии почв,
д.б.н. (2012, Д 501.002.13 МГУ)
Профессор (2019)

13. Краткая аннотация дисциплины:

Данный курс знакомит студентов с особенностями почвы как среды обитания микроорганизмов; принципами изучения экологии почвенных микроорганизмов; экологией клетки микроорганизма и микробных популяций в почве, экологией микробных сообществ; особенностями взаимодействий между популяциями, а также между микроорганизмами, растениями и почвенными беспозвоночными животными; ролью микроорганизмов в разрушении и создании минералов в почве; закономерностями распределения микробной биомассы по природным зонам и отдельным типам наземных экосистем.