БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

_____ О.Н.Здрок
«09» декабря 2020 г.

Регистрационный № УД- 8973 /уч.

Взаимоотношения микроорганизмов с другими организмами

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 01 03 Микробиология

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 03-2018 и учебных планов УВО № G31-222/уч. и № G31з-225/уч., утверждённых 13.07.2018 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:
М.И. Чернявская, доцент кафедры микробиологии, кандидат биологических наук

РЕЦЕНЗЕНТЫ:
А.В. Сидоренко, зав. лабораторией «Коллекция микроорганизмов» ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», кандидат биологических наук, доцент;
Е.А. Николайчик, доцент кафедры молекулярной биологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой микробиологии БГУ
(протокол № 7 от 11 ноября 2020 г.);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 2 от 07.12.2020 г.)

Заведующий кафедрой
д.б.н., профессор В.А. Прокулевич

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование у студентов представления о взаимосвязях микроорганизмов между собой, а также с макроорганизмами в сообществах.

Задачи учебной дисциплины:

1) рассмотреть различные типы взаимодействия между живыми организмами;

2) сформировать представления о способах и механизмах взаимодействия между микроорганизмами;

3) сформировать представление о способах и механизмах взаимодействия между микроорганизмами и макроорганизмами;

4) углубить знания о месте и значении микроорганизмов в отдельных сообществах и биосфере в целом.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина «Взаимоотношения микроорганизмов с другими организмами» входит в учебный **модуль** «Основные группы микроорганизмов и вирусов-2» студентов (компонент учреждения высшего образования) и является дисциплиной по выбору.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Преподавание учебной дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении учебных дисциплин «Структурная организация клеток микроорганизмов», «Физиология микроорганизмов», «Систематика микроорганизмов», «Генетика микроорганизмов», «Культивирование микроорганизмов». В свою очередь, изучение данной дисциплины будет способствовать усвоению других курсов по специальности «Микробиология». В целом программа учебной дисциплины составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным учебным дисциплинам («Медицинская и санитарная микробиология», «Микробиологическая биотрансформация веществ», «Микробная экология человека», «Экология микроорганизмов», «Биогеохимическая деятельность микроорганизмов»).

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Взаимоотношения микроорганизмов с другими организмами» наряду с учебными дисциплинами «Систематика микроорганизмов», «Вирусология» должно обеспечить формирование следующей **базовой профессиональной компетенции**:

БПК-7. Быть способным характеризовать основные подходы к классификации микроорганизмов и вирусов, особенности жизнедеятельности, взаимодействия с другими организмами, методы их изучения, роль в природе и практической деятельности человека.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

– основные типы взаимоотношений между микроорганизмами, между микроорганизмами и макроорганизмами;

– экологическое значение различных типов взаимоотношений между живыми организмами;

– практическое значение и способы применения различных типов взаимоотношений между живыми организмами;

уметь:

– выдвигать обоснованные гипотезы для объяснения наблюдаемых биологических явлений и выбирать адекватные методы для проверки этих гипотез;

– применять знания о способах взаимодействия между живыми организмами для планирования и осуществления исследований, направленных на решение разнообразных практических задач в экологии микроорганизмов, сельского хозяйства, биотехнологии;

владеть:

– терминологией, использующейся в изучаемой дисциплине;

– навыками понимания и критического анализа научной литературы в области микробной синэкологии.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 6 семестре (очная форма получения образования) и в 6-7 семестрах (заочная форма получения образования). Всего на изучение учебной дисциплины «Взаимоотношения микроорганизмов с другими организмами» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 108 часов, в том числе 46 аудиторных часа, из них: лекции – 24 часа, лабораторные занятия – 18 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа;

– для заочной формы получения высшего образования – 12 аудиторных часов, из них: лекции – 10 часов (6 семестр), лабораторные занятия 2 часа (7 семестр).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение

Тема 1.1 Общие понятия

Понятие «синэкологии», ее место в «экологии микроорганизмов». Предмет и задачи микробной синэкологии. Развитие исследований в области микробной синэкологии в Беларуси и за рубежом.

Тема 1.2. Типы взаимодействий между биологическими объектами

Типы взаимодействий между биологическими объектами. Комменсализм, мутуализм, протокооперация, синтрофия, паразитизм, пассивная конкуренция и антагонизм. Факультативные и облигатные симбиозы.

Раздел 2. Микробное сообщество

Тема 2.1. Структура микробного сообщества

Трофическая структура сообщества. Физическая организация сообщества.

Тема 2.2. Особенности структуры и функционирования микробных сообществ различных типов

Цианобактериальные маты как морфологически оформленное автономное сообщество. Галофильные маты. Термофильные маты. Сульфуреты. Анаэробное сообщество. Искусственные микробные сообщества.

Раздел 3. Взаимоотношения между микроорганизмами

Тема 3.1. Взаимоотношения между прокариотическими микроорганизмами

Мутуализм. Протокооперация. Синтрофные взаимоотношения. Межвидовой перенос водорода и формиата. Синтрофное окисление бутирата, пропионата, этанола, гексоз. Анаэробное окисление метана. Фототрофные консорциумы (“*Pelochromatium roseum*”, “*Chlorochromatium aggregatum*”).

Примеры хищничества и паразитизма. Цикл развития бактерий *Bdellovibrio*.

Пассивная конкуренция. Антагонизм.

Тема 3.2. Взаимоотношения между прокариотическими и эукариотическими микроорганизмами

Взаимодействие бактерий и архей с простейшими. Метаногенные симбионты вторично анаэробных протистов. Тройственные симбиозы. Внутриядерный паразитизм бактерий в простейших.

Тема 3.3. Взаимоотношения между эукариотическими микроорганизмами

Использование простейших как модельных объектов для изучения взаимоотношений хищник – жертва, конкурентных взаимоотношений. Симбиоз ресничных простейших с микроводорослями.

Раздел 4. Взаимоотношения между микроорганизмами и макроорганизмами

Тема 4.1. Взаимоотношения микроорганизмов с растениями

Микробиота филлосферы и ризосферы растений. Симбиоз растений с азотфиксирующими бактериями. Симбиоз бобовых с азотфиксирующими клубеньковыми бактериями. Этапы формирования симбиоза (аттракция, адгезия, интернализация). Понятие о лектинах.

Фитопатогенные микроорганизмы. Особенности паразитизма *Rhizobium radiobacter*. Понятие о генетической колонизации.

Микориза. Арбускулярная. Эктомикориза. Эрикоидная микориза. Микориза зеленых орхидных. Микориза бесхлорофилльных растений.

Тема 4.2. Взаимоотношения микроорганизмов с беспозвоночными животными

Взаимодействие бактерий с насекомыми и его контроль со стороны хозяина. Внутриклеточные симбионты насекомых. Микробные симбионты глубоководных погонофор. Метанотрофные симбионты моллюсков. Бактерии – симбионты энтомопатогенных нематод. Определение метаморфоза беспозвоночных животных микроорганизмами и продуктами их метаболизма. Биолюминисценция *Aliivibrio fischeri* в световых органах кальмаров. Симбиоз протистов с термитами. Симбиоз микроводорослей с беспозвоночными животными.

Тема 4.3. Взаимоотношения микроорганизмов с позвоночными животными

Понятие об автохтонной и аллохтонной микробиоте тела позвоночных. Микробиоценозы рубца жвачных животных. Органы свечения глубоководных рыб.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	**Введение**							
1.1	Общие понятия	2						Опрос
1.2	Типы взаимодействий между биологическими объектами	2						Опрос
2	**Микробное сообщество**							
2.1	Структура микробного сообщества.	2			2			Отчет по лабораторным занятиям Тест Опрос
2.2	Особенности структуры и функционирования микробных сообществ различных типов.	2						Опрос
3	**Взаимоотношения между микроорганизмами**							
3.1	Взаимоотношения между прокариотическими микроорганизмами	4			4		1	Отчет по лабораторным занятиям Тест

								Тест Опрос Коллоквиум
3.2	Взаимоотношения между прокариотическими и эукариотическими микроорганизмами.	2			2		1	Отчет по лабораторным занятиям Тест
3.3	Взаимоотношения между эукариотическими микроорганизмами.	2			2			Отчет по лабораторным занятиям Тест Опрос
4	**Взаимоотношения между микроорганизмами и макроорганизмами**							
4.1	Взаимоотношения микроорганизмов с растениями.	4			4		1	Отчет по лабораторным занятиям Тест Опрос
4.2	Взаимоотношения микроорганизмов с беспозвоночными животными	2			4		1	Отчет по лабораторным занятиям Тест Опрос
4.3	Взаимоотношения микроорганизмов с позвоночными животными	2						Опрос Эссе

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Заочная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное	
1	Введение	2					Опрос
2	Микробное сообщество	2					
3	Взаимоотношения между микроорганизмами	4			2		Отчет по лабораторным занятиям Опрос
4	Взаимоотношения между микроорганизмами и макроорганизмами	2					Опрос

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Duperron, S. Microbial Symbioses / S.Duperron, 1st ed. – Elsevier, 2016. – 166 p.

2. Stubbendieck, R. M. Multifaceted interfaces of bacterial competition / R. M. Stubbendieck, P. D. Straight // Journal of bacteriology. – 2016. – Vol. 198, № 16. – P. 2145-2155.

Перечень дополнительной литературы

1. Лысак В.В. Микробиология: учеб. пособие / В.В. Лысак. – Минск: БГУ, 2008. – 343 с.

2. Заварзин Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии / Г.А. Заварзин; Отв. ред. Н.Н. Колотилова; Ин-т микробиологии. – М.: Наука, 2004. – 256 с.

3. Колешко О.И., Завезенова Т.В. Микробиология с основами вирусологии: Учебник. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1999. – 452 с.

4. Нетрусов А.И. Экология микроорганизмов / А.И. Нетрусов, Е.А. Бонг-Осмоловская, В.М. Горленко и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 348 с.

5. Bryant M. P. et al. *Methanobacillus omelianskii*, a symbiotic association of two species of bacteria //Archiv für Mikrobiologie. – 1967. – Т. 59. – №. 1-3. – С. 20-31.

6. Cianfanelli F. R., Monlezun L., Coulthurst S. J. Aim, load, fire: the type VI secretion system, a bacterial nanoweapon //Trends in microbiology. – 2016. – Т. 24. – №. 1. – С. 51-62.

7. De Roy K. et al. Synthetic microbial ecosystems: an exciting tool to understand and apply microbial communities // Environmental microbiology. – 2014. – Vol. 16, № 6. – P. 1472-1481.

8. Entomopathogenic nematology / ed. R. Gaugler. – CABI, 2002. – 388 p.

9. Glaeser J., Overmann J. Characterization and in situ carbon metabolism of phototrophic consortia //Appl. Environ. Microbiol. – 2003. – Т. 69. – №. 7. – С. 3739-3750.

10. Hays S. G. et al. Better together: engineering and application of microbial symbioses // Current Opinion in Biotechnology. – 2015. – Vol. 36. – P. 40-49.

11. Molecular basis of symbiosis / Ed. by J. Overmann. - Springer Berlin Heidelberg, 2006. – 309 p.

12. Liu Z. et al. Genomic analysis reveals key aspects of prokaryotic symbiosis in the phototrophic consortium "*Chlorochromatium aggregatum*" //Genome biology. – 2013. – Т. 14. – №. 11. – С. R127.

13. McInerney M. J., Sieber J. R., Gunsalus R. P. Syntrophy in anaerobic global carbon cycles //Current opinion in biotechnology. – 2009. – Т. 20. – №. 6. – С. 623-632.

14. Overmann J., Schubert K. Phototrophic consortia: model systems for symbiotic interrelations between prokaryotes //Archives of microbiology. – 2002. – Т. 177. – №. 3. – С. 201-208.

15. Riley, M. A. Bacteriocins: evolution, ecology, and application / M.A.Riley, J. E. Wertz // Annual Reviews in Microbiology. – 2002. – Vol. 56, № 1. – P. 117-137.

16. Stams A. J. M., Plugge C. M. Electron transfer in syntrophic communities of anaerobic bacteria and archaea //Nature Reviews Microbiology. – 2009. – Т. 7. – №. 8. – С. 568-577.

17. Takahashi, T. Life cycle analysis of endosymbiotic algae in an endosymbiotic situation with *Paramecium bursaria* using capillary flow cytometry / T.Takahashi // Energies. – 2017. – Vol. 10, № 9. – P. 1413.

18. Teasdale M. E. et al. Secondary metabolites produced by the marine bacterium *Halobacillus salinus* that inhibit quorum sensing-controlled phenotypes in gram-negative bacteria //Appl. Environ. Microbiol. – 2009. – Т. 75. – №. 3. – С. 567-572.

19. Vogl K. et al. *Chlorobium chlorochromatii* sp. nov., a symbiotic green sulfur bacterium isolated from the phototrophic consortium "*Chlorochromatium aggregatum*" //Archives of microbiology. – 2006. – Т. 185. – №. 5. – С. 363-372.

20. Wenter R. et al. Expression-based identification of genetic determinants of the bacterial symbiosis '*Chlorochromatium aggregatum*' // Environmental microbiology. – 2010. – Т. 12. – №. 8. – С. 2259-2276.

21. Wanner G., Vogl K., Overmann J. Ultrastructural characterization of the prokaryotic symbiosis in "*Chlorochromatium aggregatum*" // Journal of bacteriology. – 2008. – Т. 190. – №. 10. – С. 3721-3730.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Оценка за ответы на лекциях (опрос) и лабораторных занятиях включает в себя полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики и т.д.

По результатам каждой лабораторной работы предоставляется отчет: ход эксперимента и результаты с выводами должны быть изложены в

рабочей тетради, также предусматривается устный ответ на вопросы по практической части эксперимента и теоретическим основам.

Оценка эссе формируется на основе следующих критериев: оригинальность (новизна) постановки проблемы и способа ее интерпретации/решения, самостоятельность и аргументированность суждений, грамотность и стиль изложения и т.д.

Тесты предусматриваются по теме каждого занятия, включают вопросы с вариантами ответов и эвристические задания.

Формирование отметки за текущую успеваемость:

- ответы на лекциях и лабораторных занятиях (включая тесты) – 25 %;
- защита отчетов по лабораторным занятиям – 25 %;
- написание эссе – 25 %;
- выполнение теста (средняя отметка за две УСР) – 25 %.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Взаимоотношения микроорганизмов с другими организмами» учебным планом предусмотрен зачет

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 3.1 «Взаимоотношения между прокариотическими микроорганизмами», Тема 3.2 «Взаимоотношения между прокариотическими и эукариотическими микроорганизмами» (2 часа).

Общая характеристика видов взаимоотношений между живыми организмами. Структура и функционирование микробных сообществ. Взаимоотношения между прокариотическими микроорганизмами. Взаимоотношения между прокариотическими и эукариотическими микроорганизмами. Взаимоотношения между эукариотическими микроорганизмами.

Форма контроля – выполнение теста.

Тема 4.1 «Взаимоотношения микроорганизмов с растениями», Тема 4.2 «Взаимоотношения микроорганизмов с беспозвоночными животными» (2 часа).

Взаимоотношения микроорганизмов с растениями. Фитопатогенные микроорганизмы. Микориза. Взаимоотношения микроорганизмов с беспозвоночными животными.

Форма контроля – выполнение теста.

Примерная тематика лабораторных занятий

Очная форма получения высшего образования

Лабораторная работа 1. Структура функционирование микробного сообщества на примере колонки Виноградского (2 ч.).

Лабораторная работа 2. Взаимоотношения между прокариотическими микроорганизмами (4 ч).

Лабораторная работа 3. Взаимоотношения между прокариотическими и эукариотическими микроорганизмами (2 ч).

Лабораторная работа 4. Взаимоотношения между эукариотическими микроорганизмами (2 ч).

Лабораторная работа 5. Взаимоотношения микроорганизмов с растениями (4 ч).

Лабораторная работа 6. Взаимоотношения микроорганизмов с беспозвоночными животными (4 ч).

Заочная форма получения высшего образования

Лабораторная работа 1. Взаимоотношения между прокариотическими микроорганизмами (2 ч).

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса ***используется метод проектного обучения,*** который предполагает***:***

- способ организации учебной деятельности студентов, развивающий актуальные для учебной и профессиональной деятельности навыки планирования, самоорганизации, сотрудничества и предполагающий создание собственного продукта;
- приобретение навыков для решения исследовательских, творческих, социальных, предпринимательских и коммуникационных задач.

Используется ***метод учебной дискуссии,*** который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме.

Использование метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

Используется ***метод группового обучения,*** который представляет собой форму организации учебно-познавательной деятельности обучающихся, предполагающую функционирование разных типов малых