

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан биологического факультета МГУ

Академик

М.П.Кирипичников

2015 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля): «Фотобиология фототрофных микроорганизмов»

2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. Направление подготовки – **06.06.01 Биологические науки**. Направленность (профиль) программы – Биотехнология; Клеточная биология, цитология, гистология.

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП (весенний семестр), спецкурс по выбору (читается на кафедре биоинженерии)

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотношенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1: Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Видеть: навыки анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1) Видеть:

	навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1)
УК-2 Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.	Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код 31 (УК-2)
УК-3: Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	Владеть: технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2 (УК-3)
УК-4: Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке	Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1 (УК-4) Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код 32 (УК-4)
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении.

6. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 академических часа, из которых 24 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (24 часа занятий лекционного типа) и 48 часов составляет самостоятельная работа аспиранта (выполнение домашних заданий и написание реферата).

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

ЗНАТЬ: биофизику, физическую химию, биохимию, основы молекулярной биологии, клеточной биологии и физиологии (на уровне программ специалиста/магистра), теоретические и методологические основы биологических научных исследований

УМЕТЬ: вырабатывать на основе рационального анализа экспериментальных результатов свою точку зрения в вопросах физиологии и отстаивать ее во время дискуссии со специалистами и неспециалистами; читать и реферировать научную литературу в области фотофизиологии, в том числе на иностранных языках, при условии соблюдения научной этики и авторских прав.

ВЛАДЕТЬ: современными информационно-коммуникационными технологиями, иностранным языком.

8. Образовательные технологии: классические лекционные технологии.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.
Раздел I: Общие представления о ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ЖИВЫМИ ОРГАНИЗМАМИ. Электромагнитное излучение. Диапазоны электромагнитного излучения. Свет. Взаимодействие света с молекулами и клетками живых организмов. Поглощение, отражение, рассеяние. Люминесценция. Флуоресценция. Фосфоресценция. Основные пигментные хромофоры, флуорофоры пигменты, области их практического применения.	18	6				6	12		12

Раздел II: АССИМИЛЯЦИЯ СВЕТОВОЙ ЭНЕРГИИ, МЕХАНИЗМЫ ФОТОПОВРЕЖДЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ОТ НЕГО. Организация и функционирование фотосинтетического аппарата. Пигменты, хроматическая адаптация. Регуляция фотосинтеза. Радикальные и нерадикальные механизмы фотоповреждения. Фотозащитные механизмы у фототрофных организмов. Оптическая спектроскопия фототрофов. Флуоресцентные методы анализа фотосинтетического аппарата.	12						12	24		24
Раздел III: БИОТЕХНОЛОГИЯ ФОТОТРОФНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ. Основы биотехнологии микроводорослей. Физиологические основы дизайна фотобиореакторов. Экологические фотобиотехнологии.	6						6		12	12
Промежуточная аттестация - зачет										
Итого:	72	24					24	36	12	48

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.
Конспекты лекций, аудио- и видеозаписи лекций, файлы презентаций лекций, основная и дополнительная учебная литература (см. п.11)

11. Ресурсное обеспечение:
Основная литература

1. Шмидт, В. (2007). Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. Москва: Техносфера. 368 с.

2. Потапенко А.Я., Владимиров Ю.А. Физико-химические основы фотобиологических процессов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений - 2-е изд. - ("Высшее образование").
3. Richmond, A; Nu Q. Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied physiology. Wiley-Blackwell. 2nd ed. 2008.

Дополнительная литература

1. Соловченко А.Е., Мерзляк М.Н. Оптическое экранирование как фотозащитный механизм растений. М.: А-Литера, 2010.
2. Цоглин, Л., Пронина, Н. Биотехнология микроводорослей. Москва: Научный мир. 2013. 184 с.
3. Prasad P.N. Introduction to Biophotonics. Wiley-Interscience. New Jersey, 2003, 616 p.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Сайт Photobiology.info
- Сайт algae.openscience.ru
- Сайт кафедры биотехнологии биологического факультета МГУ new.bioeng.ru

Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

Интернет-браузер, базы данных rhytozome.org, PubMed (NCBI, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), Protein Data Bank (Research Collaboratory for Structural Bioinformatics <http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>)

Описание материально-технической базы.

Кафедра биотехнологии биологического факультета МГУ располагает необходимым аудиторным фондом, компьютерами, проекторами и экранами, аудиопаратурой.

12. Язык преподавания: русский

13. Преподаватель (преподаватели): профессор кафедры биотехнологии А.Е.Соловченко



Приложение

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Фототрофия микроорганизмов» на основе карт компетенций выпускников

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю), баллы БРС					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1, 0	2 1-29	3 30-59	4 60-89	5 90-100	
Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1)						- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код З1 (УК-2)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть:	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат,

технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2(УК-3)							зачет
Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код З2(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет	
Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет	
Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет	

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры вопросов к промежуточному контролю (темы рефератов, вопросы для индивидуального собеседования):

1. Возбужденные состояния молекул, пути и кинетика их образования и диссипации.
2. Особенности действия различных диапазонов УФ излучения, повреждающие эффекты, фотоинаktivация, фоторепарация.
3. Основные формы активированного кислорода, пути возникновения в темновых и световых реакциях, их превращения.
4. Влияние света на развитие живых организмов, свет как фактор морфогенеза.
5. Основные законы фотохимии и типы фотохимических реакций.
6. Действие УФ на нуклеиновые кислоты, белки и мембранные структуры.
7. Спектр солнечного излучения. Основы и особенности действия излучений в УФ, видимой и ИК областях спектра на организмы.
8. Фотоингибирование и роль виолаксантинового цикла в диссипации поглощенной энергии при фотосинтезе.
9. Основные биологически важные пигменты, строение и спектроскопия. Хромофоры и флуорофоры. Хроматические адаптации.
10. Фотобиореакторы, основные виды. Принципы разработки. Промышленное культивирование микроорганизмов.
11. Принципы защиты фотосинтетического аппарата от фотоокислительных повреждений. Роль каротиноидов.
12. Молекулярные механизмы защиты фотосинтезирующих организмов от фотоокислительного стресса.
13. Применение оптических методов в биотехнологии и мониторинге состояния среды.
14. Биотехнологически значимые фототрофные микроорганизмы.
15. Использование флуоресценции хлорофилла для оценки функционального состояния клеток растений в лабораторных и полевых условиях. Индукция флуоресценции.

ПРОГРАММА

зачета по спецкурсу «Фотофизиология фототрофных микроорганизмов»

Раздел I. ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ЖИВЫМИ ОРГАНИЗМАМИ.

Тема № 1. Введение.

Предмет «Фотофизиология фототрофных микроорганизмов». Понятия «автотрофность», «фототрофность», «окислительный фотосинтез», «неокислительный фотосинтез», «биоэкономика», «биотехнология микроводорослей». Биотехнология фототрофов и глобальные вызовы современности.

Тема № 2. Электромагнитное излучение. Диапазоны электромагнитного излучения. Свет.

Основы взаимодействия электромагнитного излучения с веществом. Возбужденные состояния молекул, пути их образования и диссипации, кинетика реакций. Спектр солнечного излучения. Основы и особенности действия излучений в ультрафиолетовой (УФ), видимой и инфракрасной областях спектра на организмы. Дозиметрия УФ излучения.

Тема № 3. Взаимодействие света с молекулами и клетками живых организмов. Поглощение, отражение, рассеяние.

Фотометрия, актинометрия и единицы измерений световых потоков. Понятие о квантовом выходе фотопроцессов. Основные законы (Гротгуса, Эйнштейна-Штарка, Бунзена-Роско) и типы фотохимических реакций. Типы фотобиологических реакций. Взаимодействие клеток микроорганизмов со светом. Особенности поглощение света клетками микроорганизмов. Роль и типы светорассеяния.

Тема № 4. Люминесценция. Флуоресценция. Фосфоресценция.

Излучательная диссипация возбужденных состояний молекул. Флуоресценция хлорофиллов. Квантовый выход флуоресценции хлорофиллов в клетках и в растворе. Люминесцентная микроскопия (CSLM, FRET, FLIM). Визуализация компонентов, структур и процессов в клетках микроорганизмов и принципы обработки изображений.

Тема № 5. Основные пигментные хромофоры, флуорофоры пигменты, области их практического применения.

Основные биологически важные пигменты, строение хромофорных и флуорофорных групп. Пигменты, участвующие в поглощении фотосинтетически активной радиации у различных групп микроорганизмов и их связь с особенностями среды обитания. Практическое значение пигментов.

Раздел II. АССИМИЛЯЦИЯ СВЕТОВОЙ ЭНЕРГИИ, МЕХАНИЗМЫ ФОТОПОВРЕЖДЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ОТ НЕГО.

Тема № 6. Организация и функционирование фотосинтетического аппарата.

Организация фотосинтетического аппарата цианопрокариот и эукариот. Темновые реакции фотосинтеза. Фотосинтетическая и анаэробная фиксация углерода. Перенос электронов в электрон-транспортной цепи хлоропластов.

Тема № 7. Пигменты, хроматическая адаптация.

Хроматические адаптации у микроводорослей. Адаптации пигментного аппарата к действию излучений в видимой и УФ частях спектра. Молекулярные механизмы адаптации фотосинтезирующих организмов к фотоокислительному стрессу.

Тема № 8. Регуляция фотосинтеза.

Механизмы регуляции фотосинтеза. Световая кривая. Регуляция светособирающей антенны. Нефотохимическое тушение, его виды.

Тема № 9. Радикальные и нерадикальные механизмы фотоповреждения.

Особенности действия различных диапазонов УФ излучения, повреждающие эффекты, фотоинактивация. Действие УФ на нуклеиновые кислоты и белки. Фоторепарация повреждений. Механизмы токсического действия гербицидов на фотосинтетический аппарат и их связь с фотодеструктивными событиями. Примеры фотоокислительной гибели у микроорганизмов. Фотодинамическое действие и его типы. Примеры фотосенсибилизаторов у микроорганизмов; их роль как фототоксиканов. Основные формы активированного кислорода, пути возникновения в темновых и световых реакциях, их превращения

Тема № 10. Фотозащитные механизмы у фототрофных организмов.

Принципы защиты фотосинтетического аппарата от фотоокислительных повреждений: низкомолекулярные перехватчики кислородных радикалов и липидные антиоксиданты, супероксиддисмутаза и другие компоненты цикла Халивелла-Асады, тушители синглетного кислорода. Механизмы детоксикации кислородных радикалов и синглетного кислорода. Роль каротиноидов. Фотоингибирование и роль виолаксантинового цикла в диссипации поглощенной энергии. Оптическое экранирование.

Тема № 11. Оптическая спектроскопия фототрофов.

Применение оптических методов в биотехнологии и мониторинге состоянии среды. Дистанционное зондирование. Недеструктивное определение содержания пигментов в клетках. Разработка алгоритмов для дистанционного зондирования.

Тема № 12. Флуоресцентные методы анализа фотосинтетического аппарата.

Использование флуоресценции хлорофилла для оценки функционального состояния клеток растений в лабораторных и полевых условиях. Индукция флуоресценции. JIP-тест.

Раздел III. БИОТЕХНОЛОГИЯ ФОТОТРОФНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Тема № 13. Основы биотехнологии микроводорослей.

Культивирование фототрофных микроорганизмов и фотобиотехнология. Биоресурсы. Биопродукты из микроводорослей. Природные и инженерные штаммы. Оптимизация культивирования микроорганизмов. Переработка биомассы.