

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖАЮ
Проректор по учебной работе

_____ А. Д. Болстик

« 29 » _____ 2015

Регистрационный № УД- 1575/уч.

**ФОТОБИОИНЖЕНЕРИЯ.
ЗАЩИТНЫЕ СИСТЕМЫ КЛЕТКИ**

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 04 01 Физика (по направлениям)
1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность)

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 01 2013 и учебных планов № G31-163/уч. от 30.05.2013 г., № G31и-174/уч. от 30.05.2013 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Н.Л. Пшибытко – заместитель директора по научной и инновационной работе ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси», кандидат биологических наук.

Н.В. Козел – старший научный сотрудник ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси», кандидат биологических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой биофизики
физического факультета Белорусского государственного университета
(протокол № 12 от 28.04.2015);

Советом физического факультета
(протокол № 9 от 28.05. 2015 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины «Фотобиоинженерия. Защитные системы клетки» разработана для специальности 1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность) (специализация «Биофизика»). Она состоит из двух разделов «Фотобиоинженерия» и «Защитные системы клетки».

Основной целью учебной дисциплины является ознакомление студентов с последними теоретическими и практическими достижениями современной науки в области светозависимых реакций в микроорганизмах и растениях, регуляции экспрессии фоточувствительных генов в геноме и пластоме, а также использование биоинженерных подходов для модификации фотосинтетического аппарата; с последними достижениями современной биологии в области состояния и функционирования защитных систем клеток в норме и в стрессовых условиях.

В курсе дается классификация антиоксидантов и антиоксидантных ферментов, рассматриваются их свойства и роль в адаптации клетки к абиотическим и биотическим стрессовым факторам. Приводится классификация стрессовых белков и современные представления об экспрессии генов, кодирующих эти белки. Приводятся сведения о регуляции активности антиоксидантных систем на генетическом и метаболическом уровнях. Затрагиваются вопросы создания трансгенных растений с модифицированной антиоксидантной системой с целью повышения их устойчивости к стрессовым факторам окружающей среды.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные механизмы протекания светозависимых реакций в микроорганизмах и растениях;
- основные биоинженерные подходы для модификации фотосинтетического аппарата;
- основы функционирования защитных систем клеток в норме и в стрессовых условиях;

уметь:

- объяснять молекулярно-генетические особенности ответа клетки на различные стрессовые воздействия, а также протекание в клетке светозависимых реакций;

владеть:

- основной терминологией в области фотобиоинженерии и биофизики защитных систем клетки;
- основными теоретическими подходами при исследовании различных стрессовых, в том числе и светозависимых, воздействий на клетку.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины – 50, из них количество аудиторных часов – 28, из них по разделу «Фотобиоинженерия» общее количество – 26 часов, в том числе 12 лекцион-

ных часов, 2 часа – КСР; по разделу «Защитные системы клетки» – общее количество 24 часа, в том числе 10 лекционных часов, 4 часа – КСР.

Форма получения высшего образования – дневная.

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1 «Фотобиоинженерия»

Тема 1.1. Объекты фотобиоинженерии. Фототрофные бактерии (зеленые и пурпурные бактерии, цианобактерии, гелиобактерии), водоросли (зеленые красные, диатомовые и др.) и высшие растения как объекты для модификации фотозависимых процессов.

Тема 1.2. Эволюция растительной клетки. Происхождение хлоропластов. Роль пластома в функционировании хлоропластов и растительной клетки в целом.

Тема 1.3. Светозависимые гены. Гены фитохромов, белков фотосистем, ферментов фотосинтетического аппарата и системы биосинтеза пигментов. Регуляция их экспрессии.

Тема 1.4. Регуляция экспрессии фоточувствительных генов в геноме и пластоме. Регуляция экспрессии генов на транскрипционном и посттранскрипционном уровнях, включая трансляцию и посттрансляционную модификацию белков.

Тема 1.5. Ядерный и хлоропластовый геномы растительной клетки и их взаимодействие. Полуавтономность хлоропластов в растительной клетке. Ядерно-хлоропластные взаимодействия в биогенезе органелл. Двойное подчинение ядерному и пластоному геномам всех функциональных ансамблей органелл. Транспорт белков ядерного кодирования, синтезированных в цитоплазме, в хлоропласты.

Тема 1.6. Использование биоинженерных подходов для модификации фотосинтетического аппарата. Направленная модификация белков фотосинтетического аппарата. Мутанты и трансформанты с измененным биосинтезом фотосинтетических пигментов, их метаболизмом. Трансформанты и мутанты с изменениями в фотосинтетическом аппарате и чувствительностью клеток к стрессовым воздействиям (повышенному освещению). Возможности повышения продуктивности растений и фототрофных микроорганизмов.

Раздел 2 «Защитные системы клетки»

Тема 2.1. Предмет «Защитные системы клетки». Защитные системы клетки как новая область биофизических знаний. Биотический и абиотический стресс. Стресс и адаптация. Биофизические аспекты стресса и адаптации. Надежность биологических систем. Особенности защитных систем растительной и животной клеток.

Тема 2.2. Молекулярно-физические основы генерации активных форм кислорода в клетках и механизмы их повреждающего действия. Генерация молекулярного синглетного кислорода, супероксидного анионрадикала, пероксида водорода, гидроксильного радикала и оксида азота. Взаимопревращение активных форм кислорода. Особенности

генерации активных форм кислорода в клетках растений и животных. Токсичность активных форм кислорода. Окислительный и фотоокислительный стресс. Патогены как индукторы активных форм кислорода. Теория окислительного взрыва. Модификация ДНК и основных компонентов клеточных мембран активными формами кислорода. Активные формы кислорода как сигнальные молекулы.

Тема 2.3. Низкомолекулярные антиоксиданты. Классификация. Важнейшие природные низкомолекулярные антиоксиданты: аскорбат, глутатион, токоферол и каротиноиды. Полифенолы как антиоксиданты. Синтетические антиоксиданты. Детоксикация активных форм кислорода с участием низкомолекулярных антиоксидантов. Физическое и химическое тушение молекулярного синглетного кислорода.

Тема 2.4. Антиоксидантные ферменты. Классификация. Ферменты первичной антиоксидантной защиты, их изоформы и компартментализация. Ферменты, поддерживающие антиоксидантный статус клеток. Ферменты «вторичной антиоксидантной защиты». Молекулярные основы детоксикации активных форм кислорода с участием антиоксидантных ферментов. Сочетанное действие каталазы и пероксидазы при детоксикации пероксида водорода в клетках.

Тема 2.5. Молекулярные основы функционирования защитных систем клеток. Регуляция активности защитных систем на генетическом и метаболическом уровнях. Стрессовые белки: классификация и функция стрессовых белков. Механизмы реализации антистрессовой программы клетки. Состояние и функционирование защитных систем при фотоокислительном стрессе, индуцированном фотосенсибилизаторами разной природы. Состояние и функционирование антиоксидантных систем при биотическом стрессе (патогенезе). Создание трансгенных растений с модифицированной защитной системой с целью повышения их устойчивости к стрессовым факторам.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские Занятия (КСР)	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Раздел «Фотобиоинженерия»									
1.	Объекты фотобиоинженерии	2						[1] [2] [3]	
2.	Эволюция растительной клетки	2		2					
2.1.	Происхождение хлоропластов.	2						[1] [2] [4] [11] [12]	
2.2.	Роль пластома в функционировании хлоропластов и растительной клетки в целом.			2				[1] [2] [4] [11] [12]	Опрос. Защита рефератов

3.2.	Полифенолы как антиоксиданты. Синтетические антиоксиданты.			2				[3–4, 11]	Опрос. Защита рефератов
4.	Антиоксидантные ферменты	2						[3–4]	
5.	Молекулярные основы функционирования защитных систем клеток	2		2					
5.1.	Регуляция активности защитных систем на генетическом и метаболическом уровнях.	2						[4, 15]	
5.2.	Состояние и функционирование защитных систем при фотоокислительном стрессе. Состояние и функционирование антиоксидантных систем при биотическом стрессе (патогенезе).			2					Опрос. Защита рефератов

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература по разделу «Фотобиоинженерия»

Основная

1. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений: Учеб. для вузов. М.: Высшая школа, 2005.
2. Чуб В.В. Рост и развитие растений. М, 2003.
3. Кондратьева Е.Н., Максимова И.В., Самуйлов В.Д.. Фототрофные микроорганизмы. М.: Из-во МГУ, 1989.
4. Даниленко Н.Г., Давыденко О.Г. Миры геномов органелл. Мн.: Тэхналогія, 2003. 494 с.
5. Photosynthesis: Plastid Biology, Energy Conversion and Carbon Assimilation / Series: Advances in Photosynthesis and Respiration, Vol. 34 / Eds. Eaton-Rye J.J., Tripathy B.C., Sharkey T.D. Springer, 2012, 856 p.
6. Юрина Н.П., Одинцова М.С. Экспрессия генома хлоропластов и ее регуляция. Генетика. 1991. 27. С.1125-1134.
7. Беляева О.Б. Светозависимый биосинтез хлорофилла. М., 2009.
9. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений/ под ред. Вл.В. Кузнецова, В.В. Кузнецова, Г.А. Романова. М., 2011. 487 с.
10. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. М.: Мир, 2002.

Дополнительная

11. Кулаева О.Н. Хлоропласт и его полуавтономность в клетке. Соросовский образовательный журнал. 1997. 7. С.2-9.
12. Юрина Н.П., Одинцова М.С. Сравнительная характеристика структурной организации генома хлоропластов и митохондрий растений. Генетика. 1998. 34. С.5-22.
13. Шальго Н.В. Биосинтез хлорофилла и фотодинамические процессы в растениях. Минск. ИООО «Право и экономика», 2004
14. Эдвардс Дж., Уокер Д. Фотосинтез С3 и С4 растений: механизмы и регуляция./ Перевод с англ. М.И. Верховцевой, Г.Л. Клячко-Гурвич, В.И. Мельгунова; Под ред. А.Т. Мокроносова. М.: Мир, 1986. 598 с.
15. Баснакьян И.А. Культивирование микроорганизмов с заданными свойствами. М.: Медицина, 1992.

Рекомендуемая литература по разделу «Защитные системы клетки»

Основная

1. Болдырев, А.А. Окислительный стресс и мозг // Соросовский образоват. журн. 2001. Т. 7, № 4. С. 21–28.
2. Веселова Т.В., Веселовский В.А., Чернавский Д.С. Стресс у растений. (Биофизический подход). М.: Изд. Моск. ун-та, 1993.

3. Мерзляк М.Н. Активированный кислород и окислительные процессы в мембранах растительных клеток // Итоги науки и техники ВИНТИ. Сер. физиология растений. 1989. Т 6. С. 1–168.
4. Шалыго Н.В. Биосинтез хлорофилла и фотодинамические процессы в растениях. Минск. ИООО «Право и экономика», 2004.
5. Зенков Н.К., Меньшикова Е.Б. Активированные кислородные метаболиты в биологических системах // Успехи современной биологии. 1993. Т. 113. № 3. С. 286–295.
6. Зенков Н.К., Меньшикова Е.Б., Вольский Н.Н., Козлов В.А. Внутриклеточный окислительный стресс и апоптоз // Успехи современной биологии. 2000. Т. 119. № 5. С. 440–450.
7. Проскураков С.Я., Коннопляникова А.Г., Иванников А.И., Скворцов В.Г. Биология оксида водорода // Успехи современной биологии. 1999. Т. 119. С. 380–395.
8. Мартинович, Г.Г. Окислительно-восстановительные процессы в клетках. Минск : БГУ, 2006. 154 с.
9. Владимиров, Ю.А. Физико-химические основы фотобиологических процессов / Ю.А. Владимиров, А.Я. Потапенко. 2-е изд. М. : ООО «Дрофа», 2006. 287 с.
10. Красновский, А.А., мл. Фотодинамическое действие и синглетный кислород // Биофизика. 2004. Т. 49, вып. 2. С. 305–321.
11. Костюк В.А., Потапович А.И. Биорадикалы и биоантиоксиданты. Мн.: БГУ, 2004.
12. Владимиров Ю.А. Свободные радикалы в биологических системах // Соросовский образовательный журнал. 2000. Т. 6. № 12. С. 13–19.
13. Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений. М: Наука, 2002.
14. Дмитриев А.П. Сигнальные молекулы растений для активации защитных реакций в ответ на биотический стресс // Физиология растений. 2003. Т. 50, № 3. С. 465–474.
15. Войников В.К., Иванова Г.Г., Рудиковский А.В. Белки теплового шока растений // Физиология растений. 1984. Т. 31. С. 970–979.

Дополнительная

1. Gill S.S., Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants // Plant Physiol. Biochem. 2010. Vol. 48. P. 909–930.
2. Bartosz, G. Oxidative stress in plants // Acta Physiol. Plant. 1997. Vol. 19, № 1. P. 47–64.
3. Asada, K. Production and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts and their functions // Plant Physiol. 2006. Vol. 141, № 2. P. 391–396.
4. Asada, K. The water-water cycle as alternative photon and electron sinks // Phil. Trans. R. Soc. Lond B Biol Sci. 2000. Vol. 355, № 1402. P. 1419–1431.
5. Antioxidants in higher plants / Ed. By R.G. Alscher, J.L. Hess – CrC Press: Boca Raton, London. Tokyo. 1993.

6. Foyer Ch.H. et. al. Photooxidative stress in plants // *Physiol. Plantarum*. 1994. Vol. 92. N 4. P. 696–717.
7. Halliwell B., Gutteridge J.M.C. *Free radicals in biology and medicine*. Clarendon Press: Oxford. 1989. 365p.
8. Rennenberg H., Polle A. Protection from oxidative stress in transgenic plants // *Biochemical Society Transactions*. 1994. Vol. 22. P. 936–940.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Оценка знаний студента производится по системе зачет/незачет. Для контроля качества усвоения знаний студентами используются следующие средства диагностики:

1. Подготовка и защита реферативных работ.
2. Устные опросы.

Примерный перечень мероприятий для контроля качества усвоения знаний по учебной дисциплине

Примерная тематика реферативных работ по разделу «Фотобиоинженерия»

1. Структура фотосинтетического аппарата.
2. Фотосинтетические пигменты: структура, синтез, функции, локализация.
3. Первичные процессы переноса энергии и заряда.
4. Цепь переноса электронов при фотосинтезе.
5. Структура и функционирование пигмент-белкового комплекса фотосистемы 2.
6. Фотосинтетическое окисление воды.
7. Структура и функционирование пигмент-белкового комплекса фотосистемы 1.
8. Углекислота как субстрат и кофактор фотосинтеза.
9. Сравнительный анализ С3, С4 и САМ путей восстановления двуокиси углерода.
10. Применение генетической инженерии в исследовании фотосинтеза.
11. Способы повышения устойчивости фотосинтетического аппарата к стрессовым условиям.

*Примерная тематика реферативных работ по разделу
«Защитные системы клетки»*

1. Сравнительный анализ различных типов фототрофных бактерий.
2. Сравнительный анализ фотосинтетического аппарата низших и высших растений.
3. Фоторегуляция биосинтеза хлорофилла.
4. Фоторегуляция биосинтеза фотосинтетического аппарата.
5. Фоторегуляция экспрессии генов.
6. Геном и пластом растений.

7. Взаимодействие генома и пластома.
8. Применение генетической инженерии в исследовании фотозависимых реакций.
9. Способы повышения устойчивости фотосинтетического аппарата к стрессовым условиям.

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Организация текущего контроля и текущей аттестации знаний студентов по учебной дисциплине «Фотобиоинженерия. Защитные системы клетки» осуществляется в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в Белорусском государственном университете (утверждено приказом ректора БГУ от 18 августа 2015 г. № 382-ОД).

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется подготовка и защита реферативных работ по разделам дисциплины, устные опросы. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины.

Реферат оформляется подобно обзору литературных данных в курсовой работе и должен включать около 10-15 с (включая титульный лист, оглавление, иллюстрации и список литературы (5-10 источников)). Защита реферативных работ проводится индивидуально, в устной форме. Оценка рефератов проводится по десятибалльной шкале.

Итоговая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме устного зачета.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Фотобиология	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол № 12 от 28.04.2015
Генетическая инженерия	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол № 12 от 28.04.2015

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____/____ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
(протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой

биофизики

академик, профессор

_____ С.Н.Черенкевич

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

д.ф.-м.н., профессор

_____ В.М. Анищик