

Рабочий экземпляр № БШУ-627 у/Р

Белорусский государственный университет



ТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ А.Л. Толстик

_____ 2015 г.

Регистрационный № УД- 1280 уч.

Молекулярные основы функционирования антиоксидантных систем

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

1-31 01 01 Биология (по направлениям)
специализаций 1-31 01 01-01 25 Молекулярная биология
и 1-31 01 01-02 25 Молекулярная биология

2015 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 01-2013 и учебных планов УВО №G31-132/уч. 2013 г., №G31-133/уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Николай Владимирович Шалыго, заведующий лабораторией ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси», доктор биологических наук, член-корреспондент НАН Беларуси.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой молекулярной биологии Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 17 декабря 2015 г.);

Учебно-методической комиссией биологического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 5 от 23 декабря 2015 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Спецкурс «Молекулярные основы функционирования антиоксидантных систем» предназначен для студентов 3 курса биологического факультета, специализирующихся на кафедре молекулярной биологии. Изучение данной дисциплины – важный этап в подготовке современных специалистов в области молекулярной биологии.

Цель курса – формирование у студентов представлений об основных достижениях современной науки в области окислительного стресса и молекулярных основ функционирования защитных антиоксидантных систем клеток.

В задачу курса входит изучение молекулярных основ генерации активных форм кислорода, азота и свободных радикалов в клетках человека, животных и растений в норме и при развитии патологических нарушений. Знакомство с классификацией активных форм кислорода, свободных радикалов и их свойствами. Изучение методов обнаружения активных форм кислорода. Знакомство с классификацией антиоксидантов, классификацией стрессовых белков и современными представлениями об экспрессии генов, кодирующих эти белки. Изучение регуляции активности антиоксидантных систем на генетическом и метаболическом уровнях, изучение вопросов создания трансгенных растений с модифицированной антиоксидантной системой с целью повышения их устойчивости к стрессовым факторам окружающей среды. Полученная студентами информация позволит им более глубоко понимать современные проблемы и достижения молекулярной биологии.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

- основные активные формы кислорода;
- особенности генерации активных форм кислорода в растительной и животной клетке;
- основные низкомолекулярные антиоксиданты и антиоксидантные ферменты;
- методы определения содержания низкомолекулярных антиоксидантов и активности антиоксидантных ферментов;
- регуляцию активности антиоксидантных систем на генетическом и метаболическом уровнях;
- особенности создания трансгенных растений с модифицированной антиоксидантной системой с целью повышения их устойчивости к стрессовым факторам окружающей среды;

уметь:

- использовать терминологию молекулярных основ функционирования антиоксидантных систем и легко оперировать терминами;
- определять количество общего и восстановленного аскорбата, а также восстановленного и окисленного глутатиона; общую активность аскорбатпероксидазы, глутатионредуктазы с помощью ферментного анализа;

активность изоформ супероксиддисмутазы с помощью нативного гельэлектрофореза; содержание альфа- и гамма-токоферола с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии

владеть:

- терминологией молекулярных основ функционирования антиоксидантных систем и легко оперировать терминами.

Изучение учебной дисциплины «Молекулярные основы функционирования антиоксидантных систем» должно обеспечить формирование у студента следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, участвовать в разработке новых методических подходов.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям.

ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

Лабораторные занятия предусматриваются в виде практических задач по количественному определению низкомолекулярных антиоксидантов (аскорбата, глутатиона и токоферола), определению активности антиоксидантных ферментов – аскорбатпероксидазы, глутатионредуктазы и супероксиддисмутазы. Студенты знакомятся с основными методами анализа компонентов антиоксидантной системы и соответствующим оборудованием.

Программа курса составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным дисциплинам химического и биологического профиля («Органическая химия», «Биохимия», «Генетики» и др.).

В соответствии с учебным планом дневной формы получения образования программа рассчитана на 70 часов, в том числе 34 аудиторных часа, из них 20 – лекционных, 12 – лабораторных занятий, 2 часа – управляемой самостоятельной работы студентов. Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. ПРЕДМЕТ “МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АНТИОКСИДАНТНЫХ СИСТЕМ”

Антиоксидантные системы как новая область молекулярной биологии. Молекулярные основы стресса и адаптации. Особенности защитных антиоксидантных систем растений и животных

2. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ ГЕНЕРАЦИИ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА

Генерация молекулярного синглетного кислорода, супероксидного анион-радикала, пероксида водорода, гидроксильного радикала и оксида азота. Окислительный и фотоокислительный стресс. Особенности генерации активных форм кислорода в клетках растений и животных. Активные формы кислорода как сигнальные молекулы. Токсичность активных форм кислорода.

3. НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ АНТИОКСИДАНТЫ

Классификация. Важнейшие низкомолекулярные антиоксиданты: аскорбат, глутатион, каротиноиды, токоферолы, фенолы и полифенолы. Молекулярные основы детоксикации активных форм кислорода с участием низкомолекулярных антиоксидантов.

4. АНТИОКСИДАНТНЫЕ ФЕРМЕНТЫ

Классификация. Важнейшие антиоксидантные ферменты: аскорбатпероксидаза, глутатионпероксидаза, каталаза, супероксиддисмутаза, глутатионредуктаза и их изоформы. Молекулярные основы детоксикации активных форм кислорода с участием антиоксидантных ферментов. Ферменты, поддерживающие антиоксидантный статус клеток. Особенности функционирования антиоксидантных ферментов в клетках растений и животных.

5. СТРЕССОВЫЕ БЕЛКИ

Классификация. Белки теплового шока. Белки низкотемпературного стресса. Антимикробные белки и пептиды. Функция стрессовых белков. Современные представления об экспрессии генов, кодирующих стрессовые белки.

6. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ АНТИОКСИДАНТНЫХ СИСТЕМ

Регуляция активности антиоксидантных систем на генетическом и метаболическом уровнях. Создание трансгенных растений с модифицированной антиоксидантной системой с целью повышения их устойчивости к стрессовым факторам.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА СПЕЦКУРСА
(дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Предмет “Молекулярные основы функционирования антиоксидантных систем”. <i>Антиоксидантные системы как новая область молекулярной биологии. Молекулярные основы стресса и адаптации. Особенности защитных антиоксидантных систем растений и животных.</i>	2						
2	Молекулярные основы генерации активных форм кислорода. <i>Генерация молекулярного синглетного кислорода, супероксидного анион-радикала, пероксида водорода, гидроксильного радикала и оксида азота.</i>	2						Устный опрос.
	<i>Окислительный и фотоокислительный стресс. Особенности генерации активных форм кислорода в клетках растений и животных. Активные формы кислорода как</i>	2						

	<i>сигнальные молекулы. Токсичность активных форм кислорода.</i>							
3.	<p>Низкомолекулярные антиоксиданты. Классификация. Важнейшие низкомолекулярные антиоксиданты: аскорбат, глутатион, каротиноиды, токоферолы, фенолы и полифенолы.</p> <p>Молекулярные основы детоксикации активных форм кислорода с участием низкомолекулярных антиоксидантов.</p>	2			6			Устный опрос.
4	<p>Антиоксидантные ферменты. Классификация. Важнейшие антиоксидантные ферменты: аскорбатпероксидаза, глутатионпероксидаза, каталаза, супероксиддисмутаза, глутатионредуктаза и их изоформы.</p> <p>Молекулярные основы детоксикации активных форм кислорода с участием антиоксидантных ферментов. Ферменты, поддерживающие антиоксидантный статус клеток. Особенности функционирования антиоксидантных ферментов в клетках растений и животных.</p>	2			6	2		Устный опрос.
5	Стрессовые белки. Классификация. Белки теплового шока. Белки низкотемпературного стресса. Антимикробные белки и пептиды. Функция стрессовых белков. Современные	2						Устный опрос.

	<i>представления об экспрессии генов, кодирующих стрессовые белки.</i>							
6	Молекулярные основы функционирования защитных антиоксидантных систем. <i>Регуляция активности антиоксидантных систем на генетическом и метаболическом уровнях.</i>	2						Зачет (устный опрос, защита подготовленного студентом реферата)
	<i>Создание трансгенных растений с модифицированной антиоксидантной системой с целью повышения их устойчивости к стрессовым факторам.</i>	2						

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная и дополнительная литература

№№ п-п	Список литературы	Год издани я
	Основная (ЛО)	
1.	<i>Мерзляк М.Н.</i> Активированный кислород и окислительные процессы в мембранах растительных клеток // Итоги науки и техники ВИНТИ. Сер. физиол. раст. Т 6. С. 1-168.	1989
2.	<i>Владимиров Ю.А.</i> Свободные радикалы в биологических системах // Соросовский образовательный журнал. 2000. Т. 6. № 12. С. 13-19.	2000
3.	<i>Тарчевский И.А.</i> Сигнальные системы клеток растений. М: Наука.	2002
4.	<i>Колесниченко А.В., Войников В.К.</i> Белки низкотемпературного стресса растений. Иркутск: 2003.	2003
5.	<i>Костюк В.А., Потапович А.И.</i> Биорадикалы и биоантиоксиданты. Мн.: БГУ.	2004
6.	<i>Шалыго Н.В.</i> Биосинтез хлорофилла и фотодинамические процессы в растениях. Минск. ИООО «Право и экономика».	2004
7.	<i>Бараненко В.В.</i> Супероксиддисмутаза в клетках растений // Цитология. 2006. Т.48. № 6. С.465-474.	2006
8.	<i>Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В.</i> Активные формы кислорода при адаптации растений к стрессовым температурам. Физиол. биохим. культ. растений. 2009. Т.41. № 2. С. 95-108.	2009
9.	<i>Радюк М.С., Доманская И.Н., Щербаков Р.А., Шалыго Н.В.</i> Влияние холодового стресса на активность антиоксидантных ферментов в проростках ячменя. Физиол. растений и генетика. 2013. Т.45. № 5. С.442-450.	2013
10.	<i>Павлючкова С.М., Шалыго Н.В.</i> Экспрессия генов альтернативной оксидазы и АТФ/АДФ-антипортера в трансгенных растениях табака в условиях низкотемпературного стресса // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. 2014. № 4. С. 58–62.	2014
11.	<i>Шалыго Н.В.</i> Функционирование защитной системы растительной клетки в условиях окислительного стресса // Годневские чтения XXI: Фотобиология растений и фотосинтез. Минск: Право и экономика, 2015. – 52 с.	2015
	Дополнительная (ЛД)	
1.	Antioxidants in higher plants / Ed. By R.G. Alscher, J.L. Hess – CrC Press: Boca Raton, London. Tokyo. 1993.	1993
2.	<i>Foyer Ch.H. et. al.</i> Photooxidative stress in plants // <i>Physiol. Plantarum.</i> 1994. Vol. 92. N 4. P. 696-717.	1994
3.	<i>Rennenberg H., Polle A.</i> Protection from oxidative stress in transgenic plants // <i>Biochemical Society Transactions.</i> 1994. Vol. 22. P. 936-940.	1994
4.	<i>Asada K.</i> Production and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts and their functions. <i>Plant Physiol.</i> 2006. Vol. 141. P.391-396.	2006
5.	<i>Hanin M., Brini F., Ebel Ch., Toda Y., Takeda S., Masmoudi K.</i> Plant dehydrins and stress tolerance. <i>Plant Signaling & Behavior.</i> 2011. Vol. 6. N 10. P.1503-1509.	2011
6.	<i>Usman M. G., Rafii M. Y., Ismail M. R., Malek M. A., Latif M. A., Oladosu Y.</i> Heat shock proteins: Functions and response against heat stress in plants. <i>Int. J. of Scient. & Technol. Res.</i> 2014. Vol. 3. N 11. P.2277-2286.	2014

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Промежуточный зачет по разделу «Антиоксидантные ферменты».

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

В качестве формы итогового контроля по дисциплине используется зачет.

Для оценки профессиональных компетенций студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- устные опросы на лабораторных занятиях;
- защита подготовленного студентом реферата.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

По разделу 3. Количественное определение общего и восстановленного аскорбата (спектрофотометрический метод), окисленного и восстановленного глутатиона (спектрофлуорометрический метод). Количественное определение альфа- и гамма-токоферола методом ВЭЖХ.

По разделу 4. Определение активности аскорбатпероксидазы и глутатионредуктазы методом ферментного анализа. Анализ изоформ супероксиддисмутазы с помощью нативного гельэлектрофореза.

КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Перечень вопросов для контроля самостоятельной работы

1. Защитные системы клетки как новая область молекулярной биологии.
2. Биотический и абиотический стресс. Молекулярные основы стресса и адаптации.
3. Активные формы кислорода и их генерация в клетке.
4. Взаимопревращение активных форм кислорода.
5. Сигнальная функция активных форм кислорода.
6. Токсичность активных форм кислорода.
7. Модификация генетического аппарата и основных компонентов клеточных мембран активными формами кислорода.
8. Компоненты защитных систем клетки.
9. Особенности состава защитных антиоксидантных систем растений и животных.
10. Низкомолекулярные антиоксиданты.
11. Ферменты первичной антиоксидантной защиты.

12. Ферменты «вторичной антиоксидантной защиты».
13. Ферменты, проддерживающие антиоксидантный статус клеток.
14. Механизмы детоксикации активных форм кислорода с участием низкомолекулярных антиоксидантов и антиоксидантных ферментов.
15. Стрессовые белки и их роль в адаптации клеток к стрессовым условиям
16. Механизмы реализации антистрессовой программы клетки.
17. Регуляция активности антиоксидантных систем.
18. Использование трансгеноза для повышения устойчивости растений к экстремальным факторам внешней среды.

Темы для рефератов

1. Курение и окислительный стресс.
2. Антиоксидантные свойства чая, кофе и шоколада
3. Фотосенсибилизаторы и их использование для фотодинамической терапии.
4. Фотодинамические гербициды, инсектициды и фунгициды.
5. Антиоксидантные свойства овощей и фруктов.
6. Микроводоросли как источник уникальных антиоксидантов.
7. Пищевые добавки. За и против.
8. Функционирование защитных систем растений в условиях биотического стресса, вызванного патогенами.
9. Функционирование защитных систем растений в условиях стресса, вызванного катионами тяжелых металлов.
10. Потенцирование антиоксидантной системы растений с помощью трансгеноза.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине курсу следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, курс лекций, мультимедийные презентации, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

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) ¹
1. Основы биотехнологии и	Микробиологии	Отсутствуют Зав. кафедрой В.А. Прокулевич	Утвердить согласование протокол № 12 от 19 февраля 2015 г.
2. Физиология растений	Клеточной биологии и биоинженерии растений	Отсутствуют Зав. кафедрой В.В. Демидчик	Утвердить согласование протокол № 12 от 19 февраля 2015 г.

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 _____ 201_ г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)