

**Министерство образования Республики Беларусь**  
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ А.И. Жук

\_\_\_\_\_ 2011 г.

Регистрационный № ТД-Г. 382 /тип.

**Трансгенные эукариотические организмы**

**Типовая учебная программа**

**для высших учебных заведений по специальности**

1-31 01 01 Биология (по направлениям)

1-31 01 01-01 Биология (научно-производственная деятельность);

1-31 01 01-03 Биология (биотехнология))

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения по естественно-  
научному образованию

\_\_\_\_\_ А.И. Голубчик

\_\_\_\_\_ 2011 г.



**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Управления высшего и  
среднего специального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ Ю.И. Миксюк

\_\_\_\_\_ 2011 г.

Проректор по учебной и воспитательной  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»

\_\_\_\_\_ В.И. Шупляк

\_\_\_\_\_ 2011 г.

Эксперт-нормоконтролер

\_\_\_\_\_ С.М. Артемьева

\_\_\_\_\_ 2011 г.

Минск 2011

### **СОСТАВИТЕЛЬ:**

Александр Георгиевич Песнякевич, доцент кафедры микробиологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра биотехнологии и биоэкологии Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

Николай Александрович Картель, заведующий лабораторией молекулярной генетики Государственного научного учреждения «Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси», доктор биологических наук, профессор, академик Национальной академии наук Беларуси

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой микробиологии Белорусского государственного университета (протокол № 5 от 25 октября 2010 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 03 ноября 2010 г.);

Научно-методическим советом по специальности 1-31 01 01 «Биология(по направлениям)» Учебно-методического объединения по естественному образованию (протокол № 8 от 16 ноября 2010 г.)

Ответственный за редакцию: Александр Георгиевич Песнякевич

Ответственный за выпуск: Александр Георгиевич Песнякевич

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Целью курса** «Трансгенные эукариотические организмы» является формирование у студентов вне зависимости от их узкой специализации представления об одном из важнейших направлений в современной биологии – методах получения трансгенных эукариотических организмов, особенностях их использования в науке и практике, проблемах, связанных с их внедрением в практику.

В курсе рассматриваются особенности естественной трансформации растительных организмов в ходе их колонизации *Agrobacterium tumefaciens*, дается характеристика Ti-плазмид и T-ДНК, описываются созданные на их основе векторные системы для введения генетической информации в геном растений. На конкретных примерах дается представление о выборе генов, предназначенных для получения трансгенных растений и их модификациях, необходимых для оптимального функционирования вводимой генетической информации. Курс включает сведения об особенностях генетической трансформации одноклеточных грибов, основных векторных системах, разработанных для получения трансгенных дрожжей, преимуществах и недостатках использования дрожжей в микробиологической промышленности. Приводятся сведения о потенциальных возможностях получения трансгенных животных и применяемых для этого векторных системах и методах. Обсуждаются экономические и общественно-социальные проблемы, возникшие в результате введения трансгенных эукариот в практику.

Курс «Трансгенные эукариотические организмы» связан с такими дисциплинами, как «Биохимия», «Цитология и гистология», «Молекулярная биология» и др.

**Основная задача курса** – получение студентами знаний о методических подходах, применяемых для создания трансгенных эукариотических организмов.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

**знать:**

- структуру Ti-плазмид и функции, определяемые локализованными в них генами; принципы конструирования и примеры коинтегративных и бинарных векторных систем, применяемых для получения трансгенных растений;
- с использованием каких генов были получены гербицидоустойчивые, энтомоустойчивые, устойчивые к стрессовым воздействиям растения, растения с измененными качествами плодов и цветков; перспективы создания трансгенных растений, пригодных для получения фармацевтических и косметических препаратов, улучшенного сырья для текстильной промышленности;
- преимущества использования дрожжевых клеток как продуцентов биологически-активных веществ; структуру и особенности функционирования векторных систем, применяемых для трансформации дрожжей;

- особенности векторных систем на основе бакуловирусов, ретровирусов, аденовирусов, адено-ассоциированных вирусов, герпесвирусов; методы и проблемы получения трансгенных млекопитающих, птиц и рыб;

- суть проблемы биологической безопасности при использовании трансгенных организмов;

**уметь:**

- использовать полученные в курсе знания в научно-исследовательской работе;

- объяснить особенности создания и использования трансгенных организмов;

- правильно отвечать на вопросы, возникающие у широких слоев населения в связи с расширяющимся использованием трансгенных эукариотических организмов.

При чтении лекционного курса рекомендуется применять технические средства обучения для демонстрации слайдов и презентаций.

Приведенная ниже программа отражает содержание основных тем, включаемых в лекционный курс, и призвана послужить основой для ориентации слушателей в круге рассматриваемых вопросов как в процессе прохождения курса, так и в период непосредственной подготовки к экзамену. Для организации самостоятельной работы студентов по курсу рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Программа рассчитана на 84 часа, в том числе 48 аудиторных часов: 48 – лекционных.

### ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия
I.	Введение	2	2	-
II.	Получение и применение трансгенных растений	20	20	-
III.	Получение и применение трансгенных дрожжей	8	8	-
IV.	Перспективы создания и применения трансгенных животных	10	10	-
V.	Трансгенные организмы и биобезопасность	8	8	-
<b>ИТОГО:</b>		<b>48</b>	<b>48</b>	-

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### I. ВВЕДЕНИЕ

Краткая история развития генетической инженерии как научно-методической базы для получения генетически модифицированных эукариотических организмов.

### II. ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Феномен генетической колонизации растений бактериями рода *Agrobacterium*. Идентификация опухолеиндуцирующего фактора, классификация и характеристика T<sub>i</sub>-плазмид. Структурное и функциональное сравнение T-ДНК плазмид октопинового и нопалинового типов. Молекулярные механизмы, обеспечивающие перенос T-ДНК из бактериальных клеток в растительные. Общие требования, предъявляемые к векторным молекулам, пригодным для введения генетической информации в геном растений. Соответствие природных T<sub>i</sub>-плазмид этим требованиям. Принцип конструирования и характеристика промежуточных (коинтегративных) векторов на основе T<sub>i</sub>-плазмид. Система бинарных векторов для трансформации растений, принципы их конструирования и использования.

Возможности использования вирусов растений для создания векторных систем. Характеристика вируса мозаики цветной капусты. Характеристика виридов как потенциальных векторов для трансформации растений.

Организация генома хлоропластов и митохондрий, возможности использования пластидных и митохондриальных ДНК для получения трансгенных растений.

Методы введения генетической информации в растения с помощью агробактерий (трансформация изолированных растительных клеток, кокультивация, слияние бактериальных сферопластов и протопластов растительных клеток). Другие методы введения молекул ДНК в клетки растений: трансформация растительных протопластов, электропорация, введение ДНК с помощью липосом, метод микроинъекций, биобаллистика.

Получение трансгенных растений, устойчивых к гербицидам, насекомым-вредителям, вирусам, стрессовым воздействиям, с измененным цветом лепестков цветка. Перспективы создания трансгенных растений, устойчивых к бактериальным и грибным заболеваниям, с улучшенными пищевыми качествами и товарным видом, пригодных для получения вакцин и сывороток из растительного материала. Возможности использования трансгенных растений в качестве источников сырья для парфюмерной, химической и текстильной промышленности.

### III. ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСГЕННЫХ ДРОЖЖЕЙ

Особенности физиологии и культивирования одноклеточных грибов, преимущества дрожжей как продуцентов биологически активных веществ в сравнении с прокариотическими микроорганизмами.

Эписомные экспрессирующие векторы на основе 2-мкм плазмид *Saccharomyces cerevisiae*. Интегрирующие векторы для получения трансгенных *Pichia pastoris* и *Hansenula polymorpha*. Конструирование и применение искусственных дрожжевых хромосом (YAC). Принципы получения секретлируемых чужеродных белков на основе *Saccharomyces cerevisiae*.

### IV. ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСГЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Культуры клеток насекомых как объект генетической инженерии. Бакуловирусы насекомых как основа векторных систем. Принцип введения чужеродной генетической информации с помощью бакуловирусов. Улучшенная система получения рекомбинантных бакуловирусов с помощью Bsu36I-рестрикции. Бакмиды: принцип конструирования и использования. Применение аффинных меток для очистки гетерологичных белков, полученных в клетках насекомых.

Векторные системы для введения генетической информации в клетки млекопитающих на основе ретровирусов, аденовирусов, аденоассоциированных вирусов, вируса простого герпеса, микрохромосом, искусственных хромосом дрожжей. Невирусные системы доставки ДНК в клетки млекопитающих: инъекции суспензий молекул ДНК в ткани, бомбардировка частицами золота, применение липосом (липоплексы), использование эндосомного транспорта.

Методы введения генетической информации в организм млекопитающих: введение в мужской пронуклеус, использование эмбриональных стволовых клеток. Методы отбора трансфецированных эмбриональных стволовых клеток (позитивно-негативная селекция) и идентификации несущих интродуцированный ген клеток (ПЦР-анализ).

Получение трансгенных лабораторных мышей и их применение. Получение и перспективы применения трансгенного крупного рогатого скота, овец, коз, свиней, птиц и рыб.

### V. ТРАНСГЕННЫЕ ОРГАНИЗМЫ И БИОБЕЗОПАСНОСТЬ

Исторические, социальные и экономические предпосылки возникновения движения против трансгенных организмов. Потенциальные риски, связанные с широким распространением генетически модифицированных организмов. Основные принципы и правила оценки безопасности допускаемых к широкому практическому использованию трансгенных организмов. Государственное и международное регулирование биобезопасности.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### Основная:

1. *Глик Б.* Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б.Глик, Дж. Пастернак. М.: Мир, 2002.
2. *Сингер М.* Гены и геномы / М. Сингер, П. Берг. М.: Мир, 1998.
3. *Ермишин А.П.* Генетически модифицированные организмы. Мифы и реальность / А.П. Ермишин. Мн.: Техналогія, 2004.
4. *Картель Н.А.* Биотехнология в растениеводстве / Н.А. Картель, А.В. Кильчевский. Мн.: Техналогія, 2005.
5. Биотехнология Биобезопасность Биоэтика. Под ред. А.П. Ермишина / Мн.: Техналогія, 2005.

#### Дополнительная:

1. Генная инженерия растений: Лабораторное руководство / М.: Мир, 1991.
2. *Пирузян Э. С.* Основы генетической инженерии растений / Э. С. Пирузян. М.: Наука, 1988.
3. *Пирузян Э. С.* Плазмиды агробактерий и генетическая инженерия растений / Э.С.Пирузян, В.М. Андрианов. М.: Наука, 1985.
4. *Гончаренко Г.Г.* Основы генетической инженерии / Г.Г.Гончаренко. Гомель: УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2003

### КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Баллы	Показатели оценки
1	2
1 (один)	Отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа
2 (два)	Фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта; знание отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых ошибок; пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
3 (три)	Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины; пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий

1	2
4 (четыре)	Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку; работа под руководством преподавателя на лабораторных занятиях, допустимый уровень исполнения заданий
5 (пять)	Достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно принимать типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; самостоятельная работа на лабораторных занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий
6 (шесть)	Достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий
7 (семь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и



1	2
	<p>профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; самостоятельная работа на лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
8 (восемь)	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины (в том числе техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
9 (девять)	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; систематическая, активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>

1	2
10 (десять)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы по изучаемой учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий

### ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Типовыми учебными планами направлений специальности 1-31 01 01-01 «Биология (научно-производственная деятельность)» и 1-31 01 01-03 «Биология (биотехнология)» в качестве формы итогового контроля по дисциплине рекомендован экзамен. Оценка учебных достижений студента осуществляется на экзамене и производится по десятибалльной шкале.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- подготовка студентом реферата;
- компьютерное тестирование.