

*Учётный номер 41*

Белорусский государственный университет

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан биологического факультета

В.В. Лысак

«01» сентября 2011 г.

Регистрационный № УД-373/257р.

### Трансгенные эукариотические организмы

**Учебная программа (рабочий вариант) для специальности:**

1-31 01 01 Биология

направлений 1-31 01 01-01 Научно-производственная деятельность и

1-31 01 01-03 Биотехнология

Факультет биологический  
(название факультета)

Кафедра микробиологии  
(название кафедры)

Курс (курсы) 4

Семестр (семестры) 8

Лекции 32 Экзамен 8  
(количество часов) (семестр)

Практические (семинарские) Зачет \_\_\_\_\_  
Занятия \_\_\_\_\_ (семестр)  
(количество часов)

Лабораторные Курсовой проект (работа) \_\_\_\_\_  
Занятия 12 (семестр)  
(количество часов)

КСР 4  
(количество часов)

Всего аудиторных часов по дисциплине 48  
(количество часов)

Всего часов по дисциплине 84 Форма получения высшего образования дневная  
(количество часов)

Составил А.Г. Песнякевич, к.б.н., доцент  
(И.О., Фамилия, степень, звание)

2011 г.

Учебная программа (рабочий вариант) составлена на основе типовой учебной программы «Трансгенные эукариотические организмы», \_\_\_\_\_ 2011 г., регистрационный № ТД -6 382 /тип.

(название типовой учебной программы (учебной программы (см. разделы 5-7 Порядка)), дата утверждения, регистрационный номер)

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_микробиологии\_\_\_\_\_

(название кафедры)

\_25.10. 2011 г., протокол № 5\_  
(дата, номер протокола)


Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ В.А. Прокулевич  
(подпись) (И.О.Фамилия)

Одобрена и рекомендована к утверждению учебно-методической комиссией биологического факультета

\_01.11. 2011 г., протокол № 3\_  
(дата, номер протокола)

Председатель

  
\_\_\_\_\_ В.Д. Поликсенова  
(подпись) (И.О.Фамилия)

## Пояснительная записка

Курс предназначен для студентов биологических факультетов, обучающихся на специальности 1-31 01 01 Биология по направлениям 1-31 01 01-01 Научно-производственная деятельность и 1-31 01 01-03 Биотехнология, и преследует цель дать слушателям представление о 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 обществе в результате введения трансгенных эукариот в практику.

Для лучшего восприятия материала данный курс в учебном плане следует располагать после прослушивания студентами курсов биохимии, цитологии, основ молекулярной биологии. 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.

**Целью курса** является формирование у студентов вне зависимости от их узкой специализации представления об одном из важнейших направлений в современной биологии.

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

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

**знать:**

- особенности осуществляемой агробактериями генетической колонизации растений-хозяев;
- структуру Ti-плазмид и функции, определяемые локализованными в них генами;
- клеточно-молекулярный механизм переноса T-ДНК из бактериальной клетки в растительную;

- принципы конструирования и примеры коинтегративных и бинарных векторных систем, применяемых для получения трансгенных растений;
- с использованием каких генов были получены гебицидоустойчивые, 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 вирусов как потенциальных векторов для введения генетической информации в клетки животных;
- 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;
- правильно объяснить особенности создания и использования трансгенных организмов

Программа рассчитана на 84 часа, в том числе 48 часов аудиторных: лекционных 32 – лекционных, 12 – лабораторных занятий и 4 часа контролируемой самостоятельной работы студентов.

### ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование разделов, тем	Количество часов				
		Аудиторные				Самост. работа
		Лекции	Практ., семинар.	Лаб. занятия	КСР	
I	Введение	2	–	–	-	-
II	Получение и применение трансгенных растений	14	–	6	2	12
III	Получение и применение трансгенных дрожжей	4	–	1	1	6
IV	Перспективы создания и применения трансгенных животных	10	–	4	1	10
V	Трансгенные организмы и биобезопасность	2	–	1	-	4

	<b>ИТОГО:</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>36</b>
--	---------------	-----------	----------	-----------	----------	-----------

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## Введение

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

### Получение и применение трансгенных растений

Феномен генетической колонизации растений бактериями рода *Agrobacterium*. Идентификация опухолеиндуцирующего фактора, классификация и характеристика Ti-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 Ti-плазмид этим требованиям. Принцип конструирования и характеристика промежуточных (коинтегративных) векторов на основе Ti-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 вириодов 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.

### 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 секретируемых чужеродных белков на основе *Saccharomyces cerevisiae*.

### **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.

### **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.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов			Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	знаний Формы контроля
		лекции	занятия (семинарские) практические	занятия лабораторные			



1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<b>Введение.</b> История развития генетической инженерии как основы для создания трансгенных эукариотических организмов	2	-	-	-	Схемы и рисунки для графопроектора	ЛО – 1-2	-
2	<b>Получение и применение трансгенных растений</b> Феномен генетической колонизации растений бактериями рода <i>Agrobacterium</i> . Характеристика агробактерий как особой группы фитопатогенов. Идентификация опухлеиндуцирующего фактора, классификация и характеристика Ti-плазмид.	2	-	-	-	Схемы и рисунки для графопроектора	ЛД – 2,3	-
3	Структурное и функциональное сравнение T-ДНК плазмид октопинового и нопалинового типов. Молекулярные механизмы, обеспечивающие перенос T-ДНК из бактериальных клеток в растительные.	2	-	2	-	Схемы и рисунки для графопроектора	ЛО – 1-6	-
4	Общие требования, предъявляемые к векторным молекулам, пригодным для введения генетической информации в геном растений. Соответствие природных Ti-плазмид этим требованиям. Принцип конструирования и характеристика промежуточных (коинтегративных) векторов на основе Ti-плазмид. Система бинарных векторов для трансформации растений, принципы их конструирования и использования.	2	-	-	-	Схемы и рисунки для графопроектора	ЛО – 1,4 ЛД – 1,2,4	-
5	Возможности использования вирусов растений для создания векторных систем. Характеристика вируса мозаики цветной капусты. Характеристика вирионов как потенциальных векторов для трансформации растений. Организация генома хлоропластов и митохондрий, возможности использования пластидных и митохондриальных ДНК для получения трансгенных растений.	2	-	-	-	Схемы и рисунки для графопроектора	ЛО – 1,4 ЛД – 4	-
6	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.	2	-	2	-	Схемы и рисунки для графопроектора	ЛО – 1,4 ЛД – 1,2,4	-

7	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.	2	-	-	-	Схемы и рисунки для графопроектора	ЛО – 1,4 ЛД - 4	-
8	Возможности использования трансгенных растений в качестве источников сырья для парфюмерной, химической и текстильной промышленности.	2	-	2	-	Схемы и рисунки для графопроектора	ЛО – 1,4 ЛД - 4	Промежуточный опрос по теме «Трансгенные растения»
9	<b>Получение и применение трансгенных дрожжей</b> 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 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	2	-	-	-	Схемы и рисунки для графопроектора	ЛО – 1,2 ЛД - 4	-
10	Интегрирующие векторы для получения трансгенных <i>Pichia pastoris</i> и <i>Hansenula polymorpha</i> . Конструирование и применение искусственных дрожжевых хромосом (YAC). Принципы получения секретируемых чужеродных белков на основе <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	2	-	1	-	Схемы и рисунки для графопроектора	ЛО – 1,2 ЛД – 4	Промежуточный опрос по теме «Трансгенные дрожжи»
11	<b>Перспективы создания и применения трансгенных животных</b> 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.	2	-	-	-	Схемы и рисунки для графопроектора	ЛО – 1,2 ЛД - 4	-
12	Векторные системы для введения генетической информации в клетки млекопитающих на основе ретровирусов, аденовирусов, аденоассоциированных вирусов,	2	-	-	-	Схемы и рисунки для графопроектора	ЛО – 1,2 ЛД - 4	-

13	Векторные системы для введения генетической информации в клетки млекопитающих на основе 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 (липopleксы), использование эндосомного транспорта.	2	-	2	-	Схемы и рисунки для графопроектора	ЛО – 1-2	-
14	Методы введения генетической информации в организм млекопитающих: введение в мужской пронуклеус, использование эмбриональных стволовых клеток. Методы отбора трансфицированных эмбриональных стволовых клеток (позитивно-негативная селекция) и идентификации несущих интродуцированный ген клеток (ПЦР-анализ).	2	-	-	-	Схемы и рисунки для графопроектора	ЛО – 1,2	-
15	Получение трансгенных лабораторных мышей и их применение. Получение и перспективы применения трансгенного крупного рогатого скота, овец, коз, свиней, птиц и рыб.	2	-	2	-	Схемы и рисунки для графопроектора	ЛО – 1-2	Промежуточный опрос по теме «Трансгенные животные»
16	<b>Трансгенные организмы и биобезопасность</b> 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.	2	-	1	-	Схемы и рисунки для графопроектора	ЛО – 3 -5	-

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ЧАСТЬ

### Основная и дополнительная литература

№№ п/п	Список литературы	Год издания
	<b>Основная (ЛО)</b>	
1	<i>Глик Б.</i> Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б.Глик, Дж. Пастернак. М.: Мир.	2002
2	<i>Сингер М.</i> Гены и геномы / М.Сингер, П. Берг. М.: Мир.	1998
3	<i>Ермишин А.П.</i> Генетически модифицированные организмы. Мифы и реальность / А.П. Ермишин. Мн.: Техналогія.	2004
4	<i>Картель Н.А.</i> Биотехнология в растениеводстве / Н.А. Картель, А.В. Кильчевский. Мн.: Техналогія.	2005
5	Биотехнология Биобезопасность Биоэтика Под ред. А.П. Ермишина / Мн.: Техналогія.	2005
	<b>Дополнительная (ЛД)</b>	
1	Генная инженерия растений: Лабораторное руководство / М.: Мир.	1991
2	<i>Пирузян Э. С.</i> Основы генетической инженерии растений / Э. С. Пирузян. М.: Наука.	1988
3	<i>Пирузян Э. С.</i> Плазмиды агробактерий и генетическая инженерия растений / Э.С.Пирузян, В.М. Андрианов. М.: Наука.	1985
4	<i>Гончаренко Г.Г.</i> Основы генетической инженерии / Г.Г.Гончаренко. Гомель: УО «ГГУ им. Ф. Скорины».	2003

## ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

(4 ч. каждое)

1. Характеристика бактерий *Agrobacterium tumefaciens* как природных генных инженеров.
2. Векторы для введения генетической информации в геном растений.
3. Многообразие направлений в практическом использовании трансгенных растений.
4. Получение и применение трансгенных дрожжей.
5. Векторы для введения генетической информации в клетки животных
6. Проблемы создания и поддержания популяций генетически модифицированных животных
7. Социальные и нравственные проблемы, связанные с получением генетически модифицированных организмов

## КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

(темы)

1. Трансгенные растения.
2. Трансгенные дрожжи.
3. Трансгенные животные.

## СТРУКТУРА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

### ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА:

Определяется по формуле (минимум 4, максимум 10 баллов):

$$\text{Итоговая оценка} = A \times 0,4 + B \times 0,6$$

где *A* – средний балл по лабораторным занятиям и КСР,  
*B* – экзаменационный балл

Итоговая оценка выставляется только в случае успешной сдачи экзамена (4 балла и выше)

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

<b>Название дисциплины, с которой требуется согласование</b>	<b>Название кафедры</b>	<b>Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине</b>	<b>Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)<sup>1</sup></b>
1.			

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
на \_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год**

<b>№№ ПП</b>	<b>Дополнения и изменения</b>	<b>Основание</b>

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_ г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ (степень, звание)      \_\_\_\_\_ (подпись)      \_\_\_\_\_ (И.О.Фамилия)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ (степень, звание)      \_\_\_\_\_ (подпись)      \_\_\_\_\_ (И.О.Фамилия)

<sup>1</sup> При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине