

Белорусский государственный университет

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан биологического факультета

В.В. Лысак

«01» февраля 2011 г.

Регистрационный № УД-377/251р.

## Основы биотехнологии

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

1-31 01 01 Биология

направления 1-31 01 01-01 Научно-производственная деятельность

направления 1-31 01 01-02 Научно-педагогическая деятельность;

1-33 01 01 Биоэкология

Факультет \_\_\_\_\_ биологический \_\_\_\_\_  
(название факультета)

Кафедра \_\_\_\_\_ микробиологии \_\_\_\_\_  
(название кафедры)

Курс (курсы) \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_

Семестр (семестры) \_\_\_\_\_ 8 \_\_\_\_\_

Лекции \_\_\_\_\_ 30 \_\_\_\_\_  
(количество часов)

Экзамен \_\_\_\_\_ 8 \_\_\_\_\_  
(семестр)

Практические (семинарские)  
занятия \_\_\_\_\_  
(количество часов)

Зачет \_\_\_\_\_  
(семестр)

Лабораторные  
занятия \_\_\_\_\_ 12 \_\_\_\_\_  
(количество часов)

Курсовой проект (работа) \_\_\_\_\_  
(семестр)

КСР \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_  
(количество часов)

Всего аудиторных  
часов по дисциплине \_\_\_\_\_ 44 \_\_\_\_\_  
(количество часов)

Всего часов  
по дисциплине \_\_\_\_\_ 144 \_\_\_\_\_  
(количество часов)

Форма получения  
высшего образования \_\_\_\_\_ дневная \_\_\_\_\_

Составили Р.А. Желдакова, к.б.н., доцент; В.А. Прокулевич, д.б.н., профессор;  
Ю.К. Фомичев, д.м.н., профессор

(И.О., Фамилия, степень, звание)

2011 г.

Учебная программа (рабочий вариант) составлена на основе типовой учебной программы «Основы биотехнологии», \_ 2011 г., регистрационный № ТД- G. 375 /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

  
(подпись)

В.А. Прокулевич  
(И.О.Фамилия)

Одобрена и рекомендована к утверждению учебно-методической комиссией биологического факультета

01.11. 2011 г., протокол № 3  
(дата, номер протокола)

Председатель

  
(подпись)

В.Д. Поликсенова  
(И.О.Фамилия)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курс «Основы биотехнологии» предназначен для студентов биологических факультетов, обучающихся на специальности 1-31 01 01 Биология и предполагает рассмотрение вопросов общей характеристики биотехнологии как науки, ее достижений и перспектив, в свете современных представлений о биотехнологии как важнейшем научном направлении и отрасли промышленности.

Особое внимание уделяется рассмотрению связей между достижениями в области фундаментальных наук (микробиология, молекулярная генетика, молекулярная биология и т. п.) и прикладными аспектами их использования в решении актуальных задач современного общества.

Программа курса составлена с учетом межпредметных связей со смежными дисциплинами биологического профиля («Микробиология», «Вирусология», «Иммунология», «Биохимия») и др. Программа построена по блочно-модульному типу, что предполагает выделение основных разделов курса. Содержание и объем учебного материала по каждому модулю позволяет студентам свободно ориентироваться в изучаемых вопросах.

Организация самостоятельной работы студентов по курсу предполагает размещение в сетевом доступе комплекса учебных и учебно-методических материалов, включающего программу, вопросы для самоконтроля, тематику лабораторных занятий, методические и информационные материалы к ним и др. Это послужит основой для ориентации слушателей в круге рассматриваемых вопросов как в процессе изучения курса, так и в период непосредственной подготовки к экзамену.

**Целью курса** является формирование у студентов представлений об основных направлениях и перспективах развития биотехнологии, решаемых с ее помощью задач, характеристике используемых для этого объектов и методов их создания.

**Основная задача** курса - получение студентами теоретических знаний и практических навыков постановки экспериментов, способствующих их дальнейшей практической деятельности в сфере народного хозяйства, медицины, охраны окружающей среды.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

**знать:**

- принципы подбора биологических объектов для биотехнологических производств и требования, предъявляемые к ним;
- способы улучшения производственных и экономических характеристик и показателей продуцентов методами *in vivo* и *in vitro*;

- типы и режимы ферментации, состав питательных сред и основные параметры роста культур;
- получение первичных и вторичных метаболитов;
- основные принципы и особенности генетической инженерии и технологии рекомбинантных ДНК;
- конструирование, способы введения генов и поиск клонов клеток с интересующими заданными свойствами;
- методы культивирования клеток высших организмов.
- получение трансгенных организмов
- достижения биотехнологии, особенности развития биотехнологических производств в Республике Беларусь.

*уметь:*

- пользоваться микробиологическими методами исследования и использовать их при работе на биотехнологическом производстве;
- использовать классические и современные методы генетического конструирования штаммов-продуцентов биологически активных веществ;
- уметь использовать различные типы питательных сред для культивирования биологических объектов и получения целевых продуктов;
- работать на биотехнологическом производстве и учитывать основные конструкторские детали его организации.

Программа рассчитана максимально на 144 часа, из них аудиторных часов (лекционных - 30, часов лабораторных занятий - 12, КСР - 2).

### ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Количество часов			
		Аудиторные часы			Самост. работа
		Лекции	Лабораторные занятия	КСР	
1.	Введение. Объекты биотехнологии	4	-	-	10
2.	Основы молекулярной биотехнологии	10	6	2	32
3.	Сырьевая база биотехнологии	4	2	-	8
4.	Технология ферментационных процессов	2	2	-	16
5.	Конечные стадии получения продуктов биотехнологических производств	1	-	-	12
6.	Иммобилизованные клетки и ферменты	4	2	-	8
7.	Клеточная инженерия	4	-	-	8
8.	Достижения биотехнологии	1	-	-	6
<b>ИТОГО</b>		<b>30</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>100</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Биотехнология как межотраслевая область научно-технического прогресса и раздел практических знаний. Основные факторы, обусловившие стимул в развитии современной биотехнологии. Связь биотехнологии с биологическими, химическими, техническими и другими науками. Практические задачи биотехнологии и важнейшие исторические этапы ее развития. Области применения достижений биотехнологии. Трехкомпонентность современной биотехнологии.

Основные тенденции и перспективные направления развития биотехнологии в Республике Беларусь.

## **ОБЪЕКТЫ БИОТЕХНОЛОГИИ**

Объекты биотехнологии, основные требования к их применению. Микроорганизмы (бактерии и высшие протисты) - основные объекты биотехнологии. Штаммы микроорганизмов, используемые в биотехнологии, их преимущества. Принципы подбора биотехнологических объектов. Промышленные, модельные и базовые микроорганизмы. Требования к продуцентам, используемым в биотехнологическом производстве.

Выделение и селекция микроорганизмов - продуцентов биологически активных веществ. Методические подходы к улучшению штаммов промышленных микроорганизмов. Характеристика мутантных клеток и особенности их использования.

## **ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ**

Генетические способы улучшения продуцентов: организменный, клеточный и молекулярный уровни. Получение продуцентов путем ступенчатого отбора случайных мутаций и отбор продуцентов с заданным фенотипом.

Генетическая инженерия и технология рекомбинантных ДНК. Основные открытия, обосновавшие теоретически технологический подход к наследственной информации.

Инструменты генетической инженерии. Характеристика ферментов, используемых в генетической инженерии. Рестрицирующие эндонуклеазы, их основные характеристики и область применения. Методы соединения клонируемых фрагментов и векторных молекул. Выделение фрагментов ДНК.

Характеристика и особенности векторных молекул. Векторные системы, применяемые для клонирования в клетках прокариотических организмов. Типы векторов: плазмидные и фаговые, космиды и фазмиды. Классификация векторов. Упаковочная система бактериофага лямбда и область ее применения. Особенности клонирования в клетках грамотрицательных и грамположительных бактерий. Банки генов и клонотеки геномов.

Векторные системы для клонирования в клетках эукариот: животных, растительных и дрожжевых.

Стратегия клонирования и экспрессия чужеродной генетической информации в клетках различных организмов.

Способы введения рекомбинантных ДНК в клетки различных организмов. Поиск клонов с рекомбинантной ДНК. Общая схема эксперимента по генетической инженерии.

## **СЫРЬЕВАЯ БАЗА БИОТЕХНОЛОГИИ**

Требования, предъявляемые к питательным субстратам, используемым в биотехнологических процессах. Основные типы питательных сред, используемых в биотехнологии: требования к составу и качеству, принципы подбора.

Сырьевая база биотехнологии. Питательные среды для ферментационных процессов. Природные сырьевые субстраты растительного происхождения. Отходы производства как потенциальные субстраты для культивирования биологических объектов.

## **ТЕХНОЛОГИЯ ФЕРМЕНТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Устройство и основные конструкторские детали ферментеров и биореакторов. Системы пеногашения, теплообмена, аэрирования и перемешивания, асептики и стерилизации, используемые в ферментерах. Специализированные ферментационные технологии: аэробные, анаэробные, газофазные и др.

Типы и режимы ферментации: периодические и непрерывные. Хемостаты и турбидостаты. Твердофазная ферментация. Особенности получения целевых продуктов при различных условиях ферментации. Принцип масштабирования технологических процессов: лабораторные, пилотные и промышленные установки.

Основные параметры роста культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы, экономический коэффициент. Кривая роста популяции клеток, характеристика отдельных фаз и получение целевых продуктов. Зависимость выхода конечного продукта от потребленного субстрата.

Особенности культивирования биологических объектов. Культивирование клеток высших растений, примеры получаемых продуктов. Культивирование клеток животных, получение моноклональных антител.

## **КОНЕЧНЫЕ СТАДИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Конечные стадии получения целевого продукта. Отделение биомассы: флотация, фильтрование и центрифугирование. Методы дезинтеграции кле-

ток. Выделение целевого продукта: осаждение, экстрагирование, адсорбция, электрохимические методы, ионообменная хроматография и др. Стадии концентрирования, обезвоживания, модификации и стабилизации целевых продуктов биотехнологических процессов.

Классификация продуктов биотехнологического производства.

## **ИММОБИЛИЗОВАННЫЕ КЛЕТКИ И ФЕРМЕНТЫ**

Иммобилизованные клетки и ферменты, преимущества их использования в биотехнологии. Характеристика используемых носителей, способы иммобилизации клеток и ферментов.

Технология производства ферментов в промышленных условиях, требования, предъявляемые к продуцентам ферментов.

Инженерная энзимология как современное направление биотехнологии.

## **КЛЕТОЧНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ**

Методы культивирования клеток высших организмов.

Каллусные и суспензионные культуры клеток высших растений, методы их получения и область применения. Протопласты растительных клеток, их получение, методы регенерации и культивирования. Слияние протопластов растительных клеток. Гибридизация соматических клеток растений.

Культивирование клеток и тканей животных. Приемы культивирования в суспензионной культуре и в адгезированном состоянии. Требования к качеству и составу питательных сред. Первичные и перевиваемые культуры.

Получение трансгенных организмов.

## **ДОСТИЖЕНИЯ BIOTEKHOLOGII**

Производство белка одноклеточных организмов. Продуценты белка. Понятие скура. Требования к белку одноклеточных организмов, возможности его использования.

Биотехнология и медицина. Получение антибиотиков в промышленных условиях. Другие лекарственные препараты, получаемые в промышленных условиях (вакцины, пробиотики и т.д.).

Биотехнологические способы получения энергоносителей.

Биотехнология и окружающая среда. Экологическая биотехнология. Биотехнология очистки промышленных отходов.

Нанобиотехнологии и основные направления их развития.

Социальные аспекты биотехнологии и биоинженерии. Контроль применения биотехнологических методов. Понятие о биоэтике и биобезопасности.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

№	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов						Формы конт. оля знаний
		П (с	Л:	Кол сам раб	Ма печ гля ски	Ли		
1	Основные факторы, обусловившие стимул в развитии современной биотехнологии. Связь биотехнологии с биологическими, химическими, техническими и другими науками. Практические задачи биотехнологии и важнейшие исторические этапы ее развития. Области применения достижений биотехнологии. Трехкомпонентность современной биотехнологии. Основные тенденции и перспективные направления развития биотехнологии в Республике Беларусь.	2				Рисунки для графо-проектора	ЛО – 1, 3, 4, ЛД – 2, 4, 8	
2	Микроорганизмы (бактерии и высшие протисты) - основные объекты биотехнологии. Штаммы микроорганизмов, использующиеся в биотехнологии, их преимущества. Принципы подбора биотехнологических объектов. Промышленные, модельные и базовые микроорганизмы. Требования к продуцентам, используемым в биотехнологическом производстве. Выделение и селекция микроорганизмов - продуцентов биологически активных веществ. Методические подходы к улучшению штаммов промышленных микроорганизмов. Характеристика мутантных клеток и особенности их использования.	4	2			Схемы и рисунки для графо-проектора	ЛО – 3, 4, ЛД - 2, 10, 11	
3	Сырьевая база биотехнологии. Питательные среды для ферментационных процессов. Природные сырьевые субстраты растительного происхождения. Отходы производства как потенциальные субстраты для культивирования биологических объектов. Требования, предъявляемые к питательным субстратам, использующимся в биотехнологических процессах. Основные типы питательных сред, использующихся в биотехнологии: требования к составу и качеству, принципы подбора.	2				Схемы и рисунки для графо-проектора ЛО - 1, 3, 4, ЛД - 2, 4, 6		

4	<p>Основы молекулярной биотехнологии</p> <p>Генетические способы улучшения продуцентов: организменный, клеточный и молекулярный уровни. Получение продуцентов путем ступенчатого отбора случайных мутаций и отбор продуцентов с заданным фенотипом.</p> <p>Генетическая инженерия и технология рекомбинантных ДНК. Основные открытия, обосновавшие теоретически технологический подход к наследственной информации.</p> <p>Инструменты генетической инженерии. Характеристика ферментов, используемых в генетической инженерии. Рестрикционные эндонуклеазы, их основные характеристики и область применения. Методы соединения клонируемых фрагментов и векторных молекул. Выделение фрагментов ДНК.</p> <p>Характеристика и особенности векторных молекул. Векторные системы, применяемые для клонирования в клетках прокариотических организмов. Типы векторов: плазмидные и фаговые, космиды и фазмиды. Классификация векторов. Упаковочная система бактериофага лямбда и область ее применения. Особенности клонирования в клетках грамотрицательных и грамположительных бактерий.</p> <p>Банки генов и клонотеки геномов.</p> <p>Векторные системы для клонирования в клетках эукариот: животных, растительных и дрожжевых.</p> <p>Стратегия клонирования и экспрессия чужеродной генетической информации в клетках различных организмов.</p> <p>Способы введения рекомбинантных ДНК в клетки различных организмов. Поиск клонов с рекомбинантной ДНК. Общая схема эксперимента по генетической инженерии.</p>	10	6	2	Схемы и рисунки для графопроектора ЛО 2,3, ЛД - 1, 5, 8, 9, 10, 11		КСР
5	<p>Технология ферментационных процессов. Устройство и основные конструкторские детали ферментеров и биореакторов. Системы пеногашения, теплообмена, аэрирования и перемешивания, асептики и стерилизации, используемые в ферментерах. Специализированные ферментационные технологии: аэробные, анаэробные, газофазные и др.</p> <p>Типы и режимы ферментации: периодические и непрерывные. Хемостаты и турбидостаты. Твердофазная ферментация. Особенности полу-</p>	4					

	<p>чения целевых продуктов при различных условиях ферментации. Принцип масштабирования технологических процессов: лабораторные, пилотные и промышленные установки.</p> <p>Основные параметры роста культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы, экономический коэффициент. Кривая роста популяции клеток, характеристика отдельных фаз и получение целевых продуктов. Зависимость выхода конечного продукта от потребленного субстрата.</p> <p>Особенности культивирования биологических объектов. Культивирование клеток высших растений, примеры получаемых продуктов. Культивирование клеток животных, получение моноклональных антител.</p>						
6	<p>Иммобилизованные клетки и ферменты, преимущества их использования в биотехнологии.</p> <p>Технология производства ферментов в промышленных условиях, требования, предъявляемые к продуцентам ферментов. Инженерная энзимология как современное направление биотехнологии.</p> <p>Методы культивирования клеток высших организмов.</p> <p>Каллусные и суспензионные культуры клеток высших растений, методы их получения и область применения. Протопласты растительных клеток, их получение, методы регенерации и культивирования. Слияние протопластов растительных клеток. Гибридизация соматических клеток растений.</p> <p>Культивирование клеток и тканей животных. Приемы культивирования в суспензионной культуре и в адгезированном состоянии. Требования к качеству и составу питательных сред. Первичные и перевиваемые культуры.</p> <p>Получение трансгенных организмов.</p>	4		2		Схемы и рисунки для графопроектора ЛО - 5, ЛД -- 2, 3, 6, 7, 9	
7	<p>Производство белка одноклеточных организмов. Продуценты белка. Понятие сора. Требования к белку одноклеточных организмов.</p> <p>Биотехнология и медицина. Получение антибиотиков и других лекарственных препаратов получаемые в промышленных условиях.</p> <p>Биотехнология и окружающая среда. Экологическая биотехнология.</p> <p>Социальные аспекты биотехнологии и биоинженерии. Контроль применения биотехнологических методов.</p>	4				Схемы и рисунки для графопроектора ЛО - 4, ЛД - 3, 6, 8, 12	

**ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**  
**(по 2 часа каждое)**

№ занятия	Содержание занятия. Основные задания, этапы выполняемой работы	Количество часов
1.	Продукция экзоферментов фитопатогенными бактериями 1.1. Провести засев исследуемых штаммов на поверхность агаризованной среды. 1.2. Учесть результаты и определить закономерности образования внеклеточных ферментов с учетом явления катаболитной репрессии.	4
2.	Выделение плазмидной ДНК	2
3.	Осуществление трансформации бактериальных клеток плазмидной ДНК	2
4.	Определение продукции каротиноидных пигментов после клонирования генов каротиногенеза в кишечных бактериях	2
5.	Иммобилизация клеток бактерий в геле альгината кальция	2

**СТРУКТУРА  
РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ  
ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ**

Оценка	Критерии выставления (количество баллов)	В процентах от максимального
10	59-61	96
9	53 – 58	86
8	47 – 52	77
7	40 – 46	65
6	35 – 39	57
5	32 - 34	52
4	31	50
3	25 – 30	40
2	20 – 24	32
1	15 – 20	24
0	Меньше 14	22

## Литература

### Основная:

1. Биотехнология: В 8 кн. / под ред. Н.С. Егорова и В. Д. Самуилова. М.: Высшая школа, 1986.
2. Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. М.: Мир, 2002.
3. Егорова Т. А. Основы биотехнологии: Учеб. Пособие для высших педагогических учебных заведений / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. - М.: Изд. Центр «Академия», 2003.
4. Евтушенков А. Н. Введение в биотехнологию: курс лекций/ А. Н. Евтушенков, Ю. К. Фомичев. - Мн.: БГУ, 2004.
5. Желдакова Р. А. Основы биотехнологии: Методические указания к лабораторным занятиям для студентов биологического факультета / Р. А. Желдакова, В. Е. Мямин, Е. И. Игнатенко, Ю. В. Селезнева. - Минск: БГУ, 2009. - 48 с.
6. Загоскина Н. В. Биотехнология: теория и практика. Учеб. пособие для вузов / Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко, Е. А. Калашникова, Е. А. Живухина. - М.: Изд. Оникс, 2009.

### Дополнительная:

1. Албертс Б. Молекулярная биология клетки. / Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж и др. М.: Мир, 1994. Т.1-3.
2. Воробьева Л. И. Промышленная микробиология: Учеб. пособие. - М.: Изд-во МГУ, 1989.
3. Ермишин А. П. Биотехнология. Биобезопасность. Биоэтика / Ермишин А. П. - Мн.: Тэхналогія, 2005.
4. Промышленная микробиология: Учеб. Пособие для вузов / З. А. Аркадьева, А. М. Безбородов, И.Н. Блохина и др.; Под ред. Н. С. Егорова. - М.: Высш. шк., 1989.
5. Сингер М. Гены и геномы / Сингер М., Берг П. М.:Мир, 1998.
6. Сельскохозяйственная биотехнология: Учеб. / В. С. Шевелуха, Е. А. Калашникова, Е. С. Воронин и др.; Под ред. В. С. Шевелухи - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2003.
7. Сельскохозяйственная биотехнология: векторные системы молекулярного клонирования./ М.: Агропромиздат, 1991.
8. Современная микробиология: прокариоты / под ред. Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля. М.: Мир, 2005. Т. 2.
9. Рекомбинантные молекулы: значение для науки и практики. М.: Мир, 1980.
10. Рыбчин В. Н. Основы генетической инженерии. - СПб.: Изд-во СПб ГТУ, 1999.
11. Щелкунов С. Н. Генетическая инженерия: Учеб.-справ. пособие . 2-е изд, испр. и доп. - Новосибирск: Сиб унив. изд-во, 2004.
12. Экологическая биотехнология. - Л., 1990.