

**Белорусский государственный университет**



« 30 » июня 2017 г.

Регистрационный № УД- 4069 /уч.

**Биотехнология – принципы и применение**

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

1-31 01 01 Биология (по направлениям)

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

2017 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 01-2013, учебного плана УВО № G31-131/уч. 2013 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Владимир Антонович Прокулевич, профессор, заведующий кафедрой микробиологии Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, профессор

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой микробиологии Белорусского государственного университета (протокол № 21 от 05 мая 2017 г.);

Учебно-методической комиссией биологического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 31 мая 2017 г.)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Биотехнология – принципы и применение» является одним из спецкурсов и относится к компоненту УВО цикла специальных дисциплин учебных планов. Биотехнологию относят к одному из самых перспективных направлений развития различных производств, сельского хозяйства, медицины, энергетики, охраны окружающей среды и др. Новые методы, в первую очередь связанные с геной инженерией, не только открывают возможности улучшения уже освоенных процессов и продуктов, но дают совершенно оригинальные способы получения новых, ранее недоступных веществ, позволяют осуществлять новые процессы. Биотехнология соединяет сферу научной и промышленной деятельности. Появление биотехнологии существенно изменяет образ биологии как науки, в биологию проникает метод конструирования объекта. Результатом конструирования является самодостаточная, саморегулирующаяся система биологическая и искусственная одновременно.

Программа учебной дисциплины составлена с учетом межпредметных связей со смежными дисциплинами биологического профиля («Микробиология», «Генетика», «Основы молекулярной биологии», «Геномика», «Регуляция метаболизма») и др. Программа построена по блочно-модульному типу, что предполагает выделение основных разделов. Содержание и объем учебного материала по каждому модулю позволяет студентам свободно ориентироваться в изучаемых вопросах.

**Цель** учебной дисциплины «Биотехнология – принципы и применение» – расширить представление о том, что такое современная биотехнология, осветить главные проблемы биотехнологии и показать пути их решения на современном этапе развития науки. Формирование у студентов представлений об экономике биотехнологического процесса и основных пунктах воздействия на экономические показатели.

**В задачи** учебной дисциплины входит показать основные достижения и перспективы развития биотехнологии в различных отраслях деятельности, дать обобщенную схему биотехнологического процесса и обозначить особенности биотехнологического подхода в традиционных и новых производствах. Обозначить экономические аспекты биотехнологии. Важным моментом является характеристика биотехнологии как многоотраслевой области деятельности. Направления развития биотехнологии и получаемые продукты. Специфика задач, решаемых биотехнологией в различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве, медицине, энергетике. Оценка спроса на биотехнологическую продукцию.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

**знать:**

- главные задачи и возможности биотехнологии в различных отраслях деятельности (медицина, сельское хозяйство, пищевая промышленность, энергетика, окружающая среда и др.;
- экономические и коммерческие основы биотехнологии;

- принципы выбора области производства;
- общую схему биотехнологического процесса;
- принципы подбора продуцента;
- категории биотехнологических процессов;
- особенности применения биотехнологических подходов в различных отраслях производства,

**уметь:**

- использовать знания о возможностях биотехнологии в своей практической деятельности;
- разработать этапы выполнения нового проекта. Сделать предварительную оценку процесса и потенциального рынка сбыта;
- рассчитать необходимые стадии биотехнологического процесса для получения целевого продукта.

**владеть:**

- методами отбора биотехнологически значимых объектов для использования их в промышленном производстве;
- методическими подходами, лежащими в основе улучшения свойств продуцентов как объектов биотехнологии.

Изучение учебной дисциплины «Биотехнология – принципы и применение» должно обеспечить формирование у студента следующих компетенций:

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

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования в области биотехнологии, проводить анализ результатов экспериментальных исследований, формулировать из полученных результатов корректные выводы.

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

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

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

ПК-12. Подбирать соответствующее оборудование, аппаратуру, приборы и инструменты и использовать их при осуществлении производственной деятельности;

ПК-13. Учитывать основные принципы организации производств при выполнении профессиональной деятельности и обоснованно формулировать рекомендации по совершенствованию технологического процесса;

ПК-17. Владеть информацией о производствах, основанных на использовании биологических объектов в Республике Беларусь, странах ближнего и дальнего зарубежья, и использовать ее в производственной деятельности.

В соответствии с учебным планом преподавание учебной дисциплины осуществляется в 10 семестре. Программа учебной дисциплины рассчитана на 140 часов, из них аудиторных 48 часов. Распределение по видам занятий: 28 – лекционных, 16 – лабораторных занятий, 4 – управляемой самостоятельной работы. Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **I. Перспективы биотехнологии**

Основные элементы пути трансформации биологии в биотехнологию. Цветовая классификация биотехнологии. Достижения и перспективы развития биотехнологии в медицине. Медицинские аспекты технологии рекомбинантных ДНК. Программа «Геном человека». Клеточная инженерия в медицине. Гибридомы и моноклональные антитела. Возможные способы применения моноклональных антител.

Три основных направления биоэнергетики. Солнечная энергия и биомасса. Фотосинтез с точки зрения биотехнологии. Биофотолиз. Прямая и косвенная биоэнергетика. Биотехнология в добывающей отрасли.

Перспективы биотехнологии в области пищевой промышленности. Сочетание традиционных и современных подходов в производстве пищевых продуктов и напитков.

Особенности применения биокаталитических систем для производства химических соединений. Преимущества производства на основе биокатализа. Причины относительно слабого влияния биотехнологии на развитие химической промышленности. Главные способы синтеза химических соединений на основе биокатализа.

Пути влияния биотехнологии на получение и использование различных материалов.

Основные направления развития биотехнологии в области охраны окружающей среды.

Точки соприкосновения биотехнологии и сельского хозяйства. Специфические объекты и задачи биотехнологии в сельскохозяйственном производстве. Сельское хозяйство как основной поставщик сырья для биотехнологии. Биотехнология в животноводстве и растениеводстве. Новые способы улучшения с-хоз. культур. Проблема фиксации азота. Борьба с вредителями.

### **II. Экономические и коммерческие аспекты биотехнологии**

Общность и различия в целях и задачах биологии и биотехнологии. Схематизация биотехнологической деятельности. Смена технологических укладов и роль биотехнологии в глобальном экономическом развитии. Экономика биотехнологических процессов. Этапы реализации биотехнологиче-

ского процесса. Рентабельность производства. Влияние типа конечного продукта на экономику производства. Этапы разработки проекта нового биотехнологического производства. Предварительная оценка процесса и потенциального рынка сбыта. Факторы, влияющие на спрос на биотехнологическую продукцию. Окончательный экономический анализ проекта. Главные элементы детального технического проекта. Контроль за качеством биотехнологической продукции. Общий экономический анализ биотехнологических процессов. Роль инвестиций в развитии биотехнологии. Способы участия в развитии биотехнологии.

### **III. Биотехнологический процесс**

**Основные пути получения новых продуктов.** Принципы выбора области производства. Скрининг новых продуктов. Разрешающая способность и способы скрининга. Разнообразие биотехнологических продуктов.

**Общая схема биотехнологического процесса.** Продуцент - определяющий компонент производства. Типы продуцентов и их основные свойства. Принципы подбора продуцента. Требования к питательной среде. Факторы, влияющие на особенности процесса культивирования. Характеристика конечных этапов биотехнологического производства. Способы хранения и применения продукта. Основные продукты биотехнологического процесса. Особенности их получения.

**Принципы двух разновидностей биотехнологии.** Характеристики параметров крупнотоннажного и малотоннажного производств. Путь от гена к биоэтике – ГМО. Принцип экономической обоснованности. Принцип целесообразного уровня технологических разработок. Принцип научной обоснованности биотехнологического процесса. Принцип удешевления производства (максимальное снижение затрат). Категории биотехнологических процессов. Особенности “экологических” процессов. Основные отличия между “клеточными” и “метаболическими” процессами. Трансформация веществ иммобилизованными клетками и ферментами.

**Продуценты в биотехнологии.** Характеристика одноклеточных организмов и клеток животных и растений как объектов биотехнологии. Базовые штаммы и требования к ним. Промышленные штаммы. Модельные объекты. Пути подбора продуцента. Особенности биосинтеза первичных и вторичных метаболитов. Понятие о «продуцентах» и «сверхпродуцентах» Основные способы получения сверхпродуцентов. Генетические аспекты и уровни регуляции, влияющие на способность к сверхсинтезу. Методы отбора продуцентов.

**Принципы подбора состава среды.** Требования к питательной среде в зависимости от категории процесса. Главные компоненты питательных сред. Полноценные и синтетические среды. Источники углерода и энергии. Регуляторная роль факторов среды в биотехнологическом процессе. Сырье для питательных сред.

**Культивирование.** Связь между ростом и продуктивностью. Продукты первой и второй фазы роста. Особенности культивирования, определяемые категорией биотехнологического процесса. Ферментационные процессы. Этапы ферментации. Способы хранения продуцентов. Проблемы замораживания - оттаивания. Лиофилизация.

Преимущества и недостатки периодического и непрерывного культивирования. Основные параметры роста продуцентов. Взаимосвязь трофо- и идиофазы в процессе культивирования. Этапы периодического культивирования и сферы его применения. Культивирование путем полного вытеснения и полного смешения. Хемостатное культивирование. Понятие о лимитирующем факторе. Влияние скорости разбавления на эффективность непрерывных процессов. Факторы, влияющие на продуктивность в процессе культивирования. Иммунизация. Особенности культивирования клеток животных. Суспензионные и каллюсные культуры растительных клеток.

Принципы подбора и конструирования биореакторов. Влияние конструктивных особенностей биореактора на эффективность процесса.

**Конечные стадии биотехнологического процесса.** Внутриклеточные и внеклеточные продукты. Отделение клеток от культуральной жидкости. Способы разрушения клеток и влияние на общую экономику процесса. Основные принципы разделения и очистки продуктов. Стабилизация и модификация продуктов.

#### **IV. Применение биотехнологических подходов**

**Энергия и биотехнология.** Понятие о биомассе в широком смысле. Два биотехнологических подхода к энергетическим проблемам. Получение топлива по схеме “биомасса-биотехнология”. Технологии, основанные на утилизации солнечной энергии. Недостатки технологий аккумуляции солнечной энергии и пути их преодоления. Фотосинтез с точки зрения биотехнологии. Факторы, влияющие на выход биомассы при фотосинтезе и пути повышения выхода биомассы. Пути повышения эффективности фотосинтеза. Сельское и лесное хозяйство - основные поставщики сырья для производства биотоплива. Древесина, водоросли, масличные растения как сырье в энергетических производствах. Производство этилового спирта в качестве топлива. Усовершенствования процесса производства этанола.

Бесклеточные системы в энергетике.

**Медицина и биотехнология.** Средства диагностики, профилактики и лечения заболеваний. Пенициллин и другие антибиотики. Требования к идеальному антибиотику.

Гибридомы. Моноклональные антитела. Иммунологический анализ и сферы применения. Диагностика злокачественных новообразований. Направленное введение лекарственных препаратов. Получение важных для медицины веществ. Технология рекомбинантных ДНК для медицины. Проблема инсулина. Интерферон. Гормон роста. Вакцины.

**Биотехнологические подходы в решении сельскохозяйственных задач.** Растениеводство - сорта, болезни, удобрения. Фиксация азота. Новые принципы в селекции растений. Переработка сельскохозяйственного сырья. Биотехнологические аспекты животноводства.



## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	8	7	9
<b>I</b>	<b>Перспективы биотехнологии</b>	<b>6</b>						
1.	Достижения и перспективы развития биотехнологии в медицине. Три основных направления биоэнергетики.	2						
2.	Перспективы биотехнологии в области пищевой промышленности.\	2						
3.	Основные направления развития биотехнологии в области охраны окружающей среды	2						
<b>II</b>	<b>Экономические и коммерческие аспекты биотехнологии</b>	<b>6</b>						
4.	Экономика биотехнологических процессов. Этапы реализации биотехнологического процесса. Рентабельность производства	2						
5.	Этапы разработки проекта. Предварительная оценка процесса и потенциального рынка сбыта	2						
6.	Общий экономический анализ биотехнологических процессов	2					4	Письменная контрольная работа

<b>III</b>	<b>Биотехнологический процесс</b>	<b>12</b>						
7.	Общая схема биотехнологического процесса	2			6			Устный опрос
8.	Две разновидности биотехнологий	2						
9.	Продуценты в биотехнологии	2			4			Устный опрос
10.	Принципы подбора состава среды	2						
11.	Культивирование	2						
12.	Конечные стадии биотехнологического процесса	2						
<b>IV</b>	<b>Применение биотехнологических подходов</b>	<b>4</b>						
13.	Энергия и биотехнология. Медицина и биотехнология	2			6			Устный опрос
14.	Биотехнологические подходы в решении сельскохозяйственных задач	2						

# ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## ЛИТЕРАТУРА

### О с н о в н а я:

1. *Сассон А.* Биотехнология: свершения и надежды / А. Сассон. М.: Мир, 1987.
2. Промышленная микробиология / Под ред. Н. Егорова. М.: Высшая школа, 1989.
3. Биотехнология / Под ред. И. Хиггинс, Д. Бест, Дж. Джонс. М. : Мир, 1988.
4. Биотехнология / Под ред. А. Баева. М.: Наука, 1984.
5. *Воробьева Л.* Промышленная микробиология / Л. Воробьева. М.: Из-во Московского университета, 1989.

### Д о п о л н и т е л ь н а я:

1. *Бейли Дж.* Основы биохимической инженерии / Дж. Бейли, Д. Оллис. М.: Мир, 1989.
2. *Глик Б.* Молекулярная биотехнология (принципы и применение) / Б. Глик, Дж. Пастернак. М.: Мир, 2002.
3. Теоретические основы биотехнологии / Под ред. И. М. Грачевой. М.: Из-во Элевар, 2003.

## ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Организация биотехнологического производства. Получение бактериальных экзоферментов (2 часа).
2. Организация биотехнологического производства. Экскурсия на ОАО «Белмедпрепараты» г. Минск (4 часа).
3. Применение биотехнологических подходов. Использование векторов (4 часа).
4. Организация биотехнологического производства. Экскурсия на УП «Витебская биофабрика» (6 часов).

## ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

- Промежуточный зачет в виде письменной контрольной работы по разделу «Экономические и коммерческие аспекты биотехнологии» (4 часа).

## **ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ**

В качестве формы итогового контроля по учебной дисциплине используется экзамен. Оценка учебных достижений студента на экзамене производится по десятибалльной шкале.

Для оценки профессиональных компетенций студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- устные и письменные опросы на лабораторных занятиях;
- выполнение заданий в тестовой форме;
- проведение коллоквиума;
- защита подготовленного студентом реферата.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует 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.).

## **СТРУКТУРА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ**

Итоговая оценка (минимум 4, максимум 10 баллов) определяется по формуле:

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

где  $A$  – средний балл по лабораторным занятиям и УСР,  
 $B$  – экзаменационный балл

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

## **МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ**

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в соответствии со следующими нормативными документами:

- 1) ПРАВИЛА проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования, утвержденные Постановлением Министерства образования Республики Беларусь 29.05.2012 № 53;
- 2) ПОЛОЖЕНИЕ о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в Белорусском государственном университете, утвержденное Приказом ректора БГУ от 18.08.2015 № 382-ОД;
- 3) Критерии оценки и компетенций студентов по 10-ти балльной шкале, утвержденные Приказом Министерства образования Республики Беларусь от 22.12.2003 №21-04-1/105.

## 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) <sup>1</sup>
Геномика Регуляция метаболизма клетки	Молекулярной биологии	Отсутствуют Зав. кафедрой А.Н. Евтушенко	Утвердить согласование протокол № 22 от 15.05.2017 г.
Генетика	Генетики	Отсутствуют Зав. кафедрой Н.П. Максимова	Утвердить согласование протокол № 22 от 15.05.2017 г.
Микробиология Основы молекулярной биологии	Микробиологии	Отсутствуют Зав. кафедрой В.А. Прокулевич	Утвердить согласование протокол № 22 от 15.05.2017 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО  
на \_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

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

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ (ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ (ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И.О.Фамилия)