

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь



В.А. Богущ

2016 г.

Регистрационный № ТД- G.544 /тип.

Основы биотехнологии

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине
для специальности
1-31 01 01 Биология (по направлениям)**

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по естественно-
научному образованию



А.Л. Толстик

21 2015 г.

СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления высшего
образования Министерства образования
Республики Беларусь

С.И. Романюк

3 мая 2016 г.

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт повышения школы»



И.В. Титович

25 2016 г.

Эксперт-нормоконтролер

23 03 2016 г.

Минск 2016

СОСТАВИТЕЛИ:

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

Пучкова Татьяна Антоновна, доцент кафедры микробиологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

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

Алещенкова Зинаида Михайловна, заведующая лабораторией взаимоотношений микроорганизмов почвы и высших растений Государственного научного учреждения «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси», доктор биологических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой микробиологии Белорусского государственного университета (протокол № 7 от 09 ноября 2015 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 11 ноября 2015 г.);

Научно-методическим советом по биологии, биохимии и микробиологии Учебно-методического объединения по естественному образованию (протокол № 32 от 18 ноября 2015 г.)

Ответственный за редакцию: Татьяна Антоновна Пучкова

Ответственный за выпуск: Татьяна Антоновна Пучкова

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Основы биотехнологии» разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1-31 01 01 «Биология (по направлениям)». В рамках специальности 1-31 01 01 «Биология (по направлениям)» учебная дисциплина предназначена для студентов направлений специальности 1-31 01 01-01 «Биология (научно-производственная деятельность)» и 1-31 01 01-02 «Биология (научно-педагогическая деятельность)».

Цель учебной дисциплины – формирование у студентов представлений об основных методологических принципах, достижениях и перспективах развития биотехнологии, решаемых с ее помощью проблем, характеристике используемых биообъектов, способов их создания и технологических подходах получения целевых продуктов.

Задачи учебной дисциплины: освоение студентами теоретических знаний умений и практических навыков, способствующих их дальнейшей деятельности в сфере народного хозяйства.

Изучение учебной дисциплины «Основы биотехнологии» базируется на знаниях, полученных студентами по таким учебным дисциплинам как «Генетика», «Молекулярная биология», «Химия» и др.

Типовая учебная программа составлена с учетом междисциплинарных связей и типовых учебных программ по смежным учебным дисциплинам («Микробиология», «Вирусология», «Биохимия», «Основы иммунологии» и др.).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- типы и режимы ферментаций, состав питательных сред и основные параметры роста культур;
- технологии получения первичных и вторичных метаболитов;
- основные принципы и особенности генетической инженерии и технологии рекомбинантных ДНК;
- способы конструирования и введения генов и поиск клонов клеток с интересующими заданными свойствами;
- методы получения 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;
- использовать различные типы питательных сред для культивирования биологических объектов и получения целевых продуктов;

владеть:

- принципами подбора биологических объектов для биотехнологических производств и требованиями, предъявляемыми к ним;
- методическими подходами к улучшению производственных и экономических характеристик и показателей продуцентов методами *in vivo* и *in vitro*;
- навыками работы на биотехнологическом производстве и основными сведениями о его организации.

В соответствии с образовательным стандартом по специальности 1-31 01 01 «Биология (по направлениям)» изучение учебной дисциплины «Основы биотехнологии» должно обеспечить формирование у специалиста 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 биохимии и молекулярной биологии, проводить анализ результатов экспериментальных исследований, формулировать из полученных результатов корректные выводы.

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-5. Составлять и вести документацию по научным проектам исследований.

ПК-6. Квалифицированно проводить научно-производственные исследования, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, давать рекомендации по практическому применению полученных результатов.

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

ПК-8. Организовывать работу по подготовке научных статей и заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

ПК-9. Организовывать работу по обоснованию целесообразности научных проектов и исследований.

ПК-10. Составлять и вести документацию по научно-производственной деятельности.

ПК-11. Выполнять работы на современном производственном и лабораторном оборудовании, используя техническую документацию.

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.

Типовая учебная программа рассчитана на 70 часов, из них аудиторных 44 часа (примерное распределение по видам занятий: лекции – 32 часа, лабораторные занятия – 12 часов). Если в качестве итоговой формы контроля предусмотрен экзамен, то на подготовку отводится от 28 до 54 часов на каждый экзамен дополнительно.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ темы	Наименование тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия
I.	Введение. Объекты биотехнологии	6	6	
II.	Основы молекулярной биотехнологии	16	10	6
III.	Сырьевая база биотехнологии	4	2	2
IV.	Технологии ферментационных процессов	6	4	2
V.	Конечные стадии получения продуктов биотехнологических производств	2	2	
VI.	Иммобилизованные клетки и ферменты	4	2	2
VII.	Клеточная инженерия	4	4	
VIII.	Достижения биотехнологии	2	2	
		44	32	12

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

I. ВВЕДЕНИЕ. ОБЪЕКТЫ БИОТЕХНОЛОГИИ

Понятие о биотехнологии как сфере экономической деятельности человека. Суть различий между биологией и биотехнологией. Биотехнология - межотраслевая область научно-технического прогресса, определяющая уровень и степень экономического развития государств. Основные факторы, обусловившие исторические этапы развития биотехнологии. Связь биотехнологии с биологическими, химическими, техническими и другими науками. Практические задачи биотехнологии в области энергетики, медицины,

сельского хозяйства, пищевой промышленности. Обобщенная принципиальная схема биотехнологических производственных процессов. Трехкомпонентность современной биотехнологии. Крупномасштабная и малотоннажная биотехнология. Основные категории биотехнологических процессов. Разноцветная биотехнология.

Объекты биотехнологии, требования к их применению. Микроорганизмы (бактерии и высшие протисты) – основные объекты биотехнологии. Суть различий между одноклеточными организмами и клетками животных и растений как объектов биотехнологии. Штаммы микроорганизмов, используемые в биотехнологии, их преимущества и недостатки. 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.

Основные тенденции и перспективные направления развития биотехнологии в Республике Беларусь.

II. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

Понятие продуцента и сверхпродуцента в биотехнологии. Уровни регуляции клеточных процессов, приводящих к получению целевого продукта. Роль транспортных систем, репликации ДНК, систем транскрипции, трансляции и посттрансляционной модификации продукта в эффективности биотехнологических процессов. Способы влияния на метаболизм продуцентов.

Генетические способы улучшения продуцентов: клеточный и молекулярный уровни. Получение сверхпродуцентов путем ступенчатого отбора по количественному признаку и отбор сверхпродуцентов 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.

III. 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. Роль факторов внешней среды в эффективности биотехнологических процессов. Экономика сырьевой базы. Физиологическая регуляция.

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

IV. ТЕХНОЛОГИЯ ФЕРМЕНТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Принципы подбора и конструирования биореакторов. 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 ферментаций: периодические и непрерывные. Способы контроля и регуляции ферментационных процессов. Хемостаты, рН-статы 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.

V. КОНЕЧНЫЕ СТАДИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

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

VI. 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.

VII. 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.

VIII. ДОСТИЖЕНИЯ BIOTEKHOLOGII

Производство белка одноклеточных организмов. Продуценты белка. Понятие скора. 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.). Сельскохозяйственная биотехнология, задачи и применение.

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.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. *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», 2008.
2. *Войнов Н. А.* Современные проблемы и методы биотехнологии: электрон. учеб. пособие / Н. А. Войнов, Т. Г. Волова, Н. В. Зобова и др. ; под науч. ред. Т. Г. Воловой. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009.
3. Биотехнология: В 8 кн. / под ред. Н.С. Егорова и В. Д. Самуилова. – М.: Высшая школа, 1986.
4. *Глик Б.* Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. – М.: Мир, 2002.
5. *Евтушенков А. Н.* Введение в биотехнологию: курс лекций/ А. Н. Евтушенков, Ю. К. Фомичев. – Мн.: БГУ, 2004.
6. *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. – Мн.: БГУ, 2009.
7. *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.
8. *Клунова С. М.* Биотехнология: / С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. – М.: Изд. Центр «Академия», 2008.

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 / А.П. Ермишин. – 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. Биотехнология: введение в специальность / Ю.А. Кошелев [и др.]. – Бийск, 2005.
6. *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.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, методические указания к лабораторным занятиям, материалы для текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в т.ч. вопросы для подготовки к экзамену, задания, тесты, вопросы для самоконтроля, тематика рефератов и др., список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по учебной дисциплине. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

В качестве формы текущей аттестации студентов по учебной дисциплине рекомендован экзамен. Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- защита подготовленного студентом реферата;
- проведение коллоквиума;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- компьютерное тестирование.