

Белорусский государственный университет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

О.Н. Здрок

«09» декабря 2020 г.

Регистрационный № УД- 9134 /уч.

Основы биотехнологии растений

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

1-31 01 01 Биология (по направлениям)

направления специальности:

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

1-31 01 01-02 Биология (научно-педагогическая деятельность)

специализаций:

1-31 01 01-01 03 Физиология растений

1-31 01 01-02 03 Физиология растений

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 01-2013,
учебных планов №G31-132/уч., №G31-133/уч.,
№ G31з-157/уч., № G31з-159/уч., утвержденных 30.05.2013 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

М.А. Черныш, старший преподаватель кафедры клеточной биологии и биоинженерии растений Белорусского государственного университета;

С.Н. Филиппова, доцент кафедры клеточной биологии и биоинженерии растений Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Т.И. Дитченко, доцент кафедры клеточной биологии и биоинженерии растений Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

О.В. Молчан, заведующий лабораторией водного обмена и фотосинтеза растений ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси», доцент, кандидат биологических наук;

Д.А. Новиков, доцент кафедры биохимии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой клеточной биологии и биоинженерии растений
(протокол № 6 от 11 ноября 2020 г.);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 2 от 07 декабря 2020 г.)

Зав. кафедрой клеточной биологии
и биоинженерии растений,
к.б.н., доцент



И.И. Смолич

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование у студентов целостной системы знаний об основных направлениях биотехнологии растений, ее достижениях и перспективах развития.

Задачи учебной дисциплины:

- дать детальную характеристику основным терминам и понятиям биотехнологии растений;
- изучить механизмы физиологического действия регуляторов роста на растительные организмы и ознакомить с перспективными направлениями их использования в биотехнологии растений;
- сформировать у студентов четкие представления о научных основах и инновационных методах генной и клеточной инженерии высших растений;
- изучить стратегии увеличения биосинтетического потенциала в культурах клеток и тканей *in vitro* лекарственных растений;
- ознакомить учащихся с современными биотехнологическими приемами микрклонального размножения и сохранения генофонда растений.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к **циклу** дисциплин специализации компонента учреждения высшего образования.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Изучение учебной дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами по учебным дисциплинам «Физиология растений» и «Культуры эукариотических клеток». Учебная программа составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами «Основы биотехнологии», «Объекты биотехнологии и их промышленное использование».

Требования к компетенциям:

Освоение учебной дисциплины «Основы биотехнологии растений» должно обеспечить формирование следующих компетенций:

академические компетенции:

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

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

профессиональные компетенции:

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

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:

знать:

- фундаментальные понятия и основные методы, применяемые в биотехнологии растений;

- физиологические эффекты фитогормонов (ауксины, цитокинины, гиббереллины, абсцизовая кислота, этилен, брассиностероиды) и направления их использования в биотехнологии растений;

- теоретическое и практическое значение биотехнологических методов для селекции растений, создания их новых форм, получения биологически активных веществ, клонирования растений, сохранения генофонда редких и исчезающих видов;

- достижения и перспективы развития сельскохозяйственной биотехнологии растений, биотехнологии лекарственных растений и др.;

уметь:

- инициировать культуры клеток и тканей растений (каллусные, суспензионные), культуры микроклонов;

- осуществлять субкультивирование *in vitro* культур;

- ориентироваться в традиционных и биотехнологических подходах, используемых в селекции растений, получении лекарственного растительного сырья, размножении растений, сохранения генофонда;

владеть:

- современной терминологией, применяющейся в биотехнологии растений;

- навыками работы в асептических условиях для культивирования клеток, тканей и интактных растений;

- навыками оценки ростовых и физиолого-биохимических характеристик в процессе культивирования растений, а также оценки количественных показателей, характеризующих эффективность отдельных биотехнологий на основе культивируемых клеток.

Структура учебной дисциплины

Учебная дисциплина изучается в 6 семестре (очная форма получения образования), 7-8 семестрах (заочная форма получения образования). Всего на изучение учебной дисциплины «Основы биотехнологии растений» отведено:

- для очной формы получения высшего образования – 70 часов, в том числе 34 аудиторных часа, из них: лекции – 20 часов, лабораторные занятия – 12 часов, управляемая самостоятельная работа – 2 часа.

- для заочной формы получения высшего образования – 70 часов, в том числе 16 аудиторных часов, из них: лекции – 12 часов, лабораторные занятия – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 1,5 зачетные единицы (очная форма получения образования) и 2 зачетные единицы (заочная форма получения образования).

Форма текущей аттестации – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение в предмет

Общие представления о биотехнологии. Объекты биотехнологии. Задачи биотехнологии. Направления развития биотехнологии. Биотехнология растений как наука и отрасль биотехнологической промышленности. Связь биотехнологии растений с сопредельными дисциплинами – генетикой, селекцией, ботаникой, растениеводством, физиологией растений. Клеточная и тканевая инженерия растений.

Раздел 2. Регуляторы роста и их применение в биотехнологии растений

Тема 2.1 Общая характеристика фитогормонов. Ауксины. Цитокинины. Гиббереллины

Классификация регуляторов роста растений. Общие черты действия фитогормонов. *Ауксины*. История открытия. Содержание и распределение в растениях. Химическая структура. Биосинтез и инактивация. Транспорт ауксинов. Физиологические эффекты. Направления практического использования в биотехнологии растений. *Цитокинины*. Открытие цитокининов. Содержание в растениях. Химическое строение. Свободные и связанные формы цитокининов. Метаболизм и физиологические эффекты. Применение в биотехнологии растений. *Гиббереллины*. История открытия. Распространение. Химическая структура. Зависимость физиологической активности от строения молекулы гиббереллинов. Биосинтез и инактивация. Транспорт по растению. Спектр действия. Области практического применения в биотехнологии растений.

Тема 2.2 Брассиностероиды. Абсцизовая кислота. Этилен. Гормоноподобные соединения

Брассиностероиды. Содержание в растениях. Биосинтез, транспорт. Физиологические эффекты. Использование в биотехнологии растений. *Абсцизовая кислота*. Химическая структура. Биосинтез и инактивация. Места синтеза, транспорт и физиологическая роль. Применение в биотехнологии растений. *Этилен*. История открытия. Биосинтез, транспорт и локализация в растении. Физиологические функции. Направления практического использования этилена и его аналогов в биотехнологии растений.

Раздел 3. Основы клеточной инженерии растений

Тема 3.1 Соматическая гибридизация: суть технологии

Общая характеристика технологий на основе культивируемых растительных клеток, применяемых в селекции растений. Основные методы клеточной инженерии *in vitro* в селекции растений. Соматическая гибридизация. Выделение,

культивирование и слияние изолированных протопластов. Типы гибридизации соматических клеток. Роль в селекционном процессе. Цибридизация. Перенос клеточных органелл.

Тема 3.2 Получение соматоклональных вариантов. Клеточная селекция и эмбриокультуры

Клеточная селекция в культуре *in vitro*. Получение соматоклональных вариантов. Общая характеристика соматоклональной вариабельности растительных клеток и ее использование в биотехнологии. Вспомогательные методы *in vitro* в селекции растений. Эмбриокультура. Оплодотворение *in vitro*. Преодоление постгамной несовместимости. Получение гаплоидных растений *in vitro*. Методы андрогенеза и гиногеза. Основные преимущества и направления использования гаплоидов в генетической и селекционной работах.

Раздел 4. Генетическая инженерия растений

Тема 4.1 Этапы получения трансгенных растений. Методы введения генетического материала в растительные клетки

Молекулярные основы генетической инженерии. Технология получения рекомбинантных ДНК. Основные этапы создания трансгенного организма. Общие принципы разработки конструкций для генетической трансформации растений. Характеристика методов введения экзогенного генетического материала в растительные клетки. Генетическая трансформация растений *in vitro* с помощью *Agrobacterium* spp. Баллистический метод генетической трансформации растений.

Тема 4.2 Основные направления создания трансгенных растений

Изменение окраски цветков у декоративных растений. Повышение устойчивости растений к стрессовым условиям. Устойчивость к насекомым. Создание гербицидоустойчивых растений. Изменение пищевой ценности растений. Повышение урожайности. Повышение эффективности фотосинтеза. Регуляция скорости роста. Повышение эффективности биологической азотфиксации. Регуляция сроков созревания и хранения плодов. Растения как биореакторы. Создание растений-сверхпродуцентов биологически-активных веществ.

Раздел 5. Биотехнология лекарственных растений

Преимущества использования клеточных культур в качестве продуцентов биологически активных веществ по сравнению с интактными растениями. Стратегии увеличения биосинтетического потенциала растительных клеток в культуре *in vitro*. Оптимизация сред и режимов культивирования для аккумуляции биомассы и БАВ. Элиситация как важный фактор увеличения выхода целевого продукта в культурах растительных клеток. Преимущества и

перспективы использования иммобилизованных растительных клеток в биотехнологических производствах. Основные направления использования культивируемых растительных клеток для биотрансформации. Культуры генетически трансформированных корней как продуценты вторичных метаболитов. Технология получения. Способы оптимизации роста и продуктивности. Ферментерное выращивание биомассы клеток-продуцентов, конструктивные особенности биореакторов. Этапы работ - по созданию промышленных технологий для получения БАВ с помощью культивируемых клеток растений.

Раздел 6. Биотехнологии микрклонального размножения и оздоровления растений

Преимущества микрклонального размножения в сравнении с традиционными методами вегетативного размножения растений. Области применения микроразмножения. Требования к объектам, используемым для микрклонального размножения растений *in vitro*. Способы микрклонирования растений. Характеристика основных этапов микроразмножения. Физиологические особенности регенерантов и необходимость в создании особых условий их адаптации *ex vitro*. Факторы, влияющие на эффективность процесса микрклонального размножения растений. Методы получения безвирусного посадочного материала, возможности и перспективы их использования.

Раздел 7. Биотехнологические методы сохранения генофонда высших растений

Необходимость и проблемы сохранения генофонда растений. Особенности методов сохранения растительных культур *in vitro*. Характеристика пересадочных коллекций. Депонирование культур клеток, тканей и органов растений. Основные этапы технологии криоконсервации растительных объектов.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение в предмет	2						Устный опрос
2	Регуляторы роста и их применение в биотехнологии растений							
2.1	Общая характеристика фитогормонов. Ауксины. Цитокинины. Гиббереллины	2						Устный опрос
2.2	Брассиностероиды. Абсцизовая кислота. Этилен. Гормоноподобные соединения	2			4			Тестовый опрос Защита отчетов по выполненным лабораторным работам
3	Основы клеточной инженерии растений						1	Письменная контрольная работа
3.1	Соматическая гибридизация: суть технологии	2						
3.2	Получение соматоклональных вариантов. Клеточная селекция и эмбриокультуры	2						Тестовый эвристический опрос
4	Генетическая инженерия растений						0,25	Тестирование на образовательном портале LMS Moodle
4.1	Этапы получения трансгенных растений. Методы введения генетического материала в растительные клетки	2						
4.2	Основные направления создания трансгенных растений	2						Тестовый эвристический опрос

5	Биотехнология лекарственных растений	2					0,25	Устный опрос Тестирование на образовательном портале LMS Moodle
6	Биотехнологии микрклонального размножения и оздоровления растений	2			8		0,25	Защита отчетов по выполненным лабораторным работам Тестирование на образовательном портале LMS Moodle
7	Биотехнологические методы сохранения генофонда высших растений	2					0,25	Устный опрос Тестирование на образовательном портале LMS Moodle
	Всего	20			12		2	

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Заочная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение в предмет	1						
2	Регуляторы роста и их применение в биотехнологии растений				2			Тестирование на образовательном портале LMS Moodle
2.1	Общая характеристика фитогормонов. Ауксины. Цитокинины. Гиббереллины	1						
2.2	Брассиностероиды. Абсцизовая кислота. Этилен. Гормоноподобные соединения	2						Устный опрос
3	Основы клеточной инженерии растений	2						Устный опрос
4	Генетическая инженерия растений	2						Тестовый эвристический опрос
5	Биотехнология лекарственных растений	2			2			Устный опрос
6	Биотехнологии микрклонального размножения и оздоровления растений	2						
	Всего	12			4			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Биотехнология растений: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Л.В. Назаренко [и др.] – М.: Издательство Юрайт, 2018.
2. Основы биотехнологии растений: электронное учебно-методическое пособие / А.И. Широков, Л.А. Крюков. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012.
3. Биотехнология: теория и практика / Н.В. Загоскина [и др.]; под общ. ред. Н.В. Загоскиной, Л.В. Назаренко. – М.: Издательство Оникс, 2009.
4. Бутенко, Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе: учеб. пособие / Р.Г. Бутенко. – М.: ФБК–ПРЕСС, 1999.
5. 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.
6. Дитченко, Т.И. Культура клеток, тканей и органов растений: курс лекций / Т. И. Дитченко. Мн.: БГУ, 2007.

Перечень дополнительной литературы

1. Демидчик, В. Микроклональное размножение растений / В. Демидчик [и др.] // Наука и инновации. – 2019. – № 6. – С. 4–11.
2. Bhatia, S. Modern applications of plant biotechnology in pharmaceutical Sciences / S. Bhatia [et al.]. Academic Press. 2015. – 452 p.
3. Lee, T.J. A novel automated transplanting system for plant tissue culture / T.J. Lee [et al.] // Biosystems Engineering. – 2019. – Vol. 181. – P. 63–72.
4. Биотехнология биологически активных веществ / под ред. И.М. Грачевой, Л.А. Ивановой. – М.: Изд-во Элевар, 2006.
5. Егорова, Т.А. Основы биотехнологии: учеб. пособие / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. М.: Изд. Центр «Академия», 2003.
6. Картель, Н. А. Биотехнология в растениеводстве: учебник / Н.А. Картель, А.В. Кильчевский. Мн.: Технология, 2005.
7. Лутова Л.А. Биотехнология высших растений: учебник / Л. А. Лутова; С.-Петерб. гос. ун-т./ Изд. 2-е, доп. и испр. Санкт-Петербург: Изд-во С.-Петербургского университета, 2010.
8. Сельскохозяйственная биотехнология: учебник / В.С. Шевелуха, Е.А. Калашникова, Е.С. Воронин [и др.]. М.: Высш. шк., 2008.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для оценки профессиональных компетенций студентов рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устные опросы на лекциях;
- тестовый эвристический опрос на лекциях;
- защита отчетов по выполненным лабораторным работам;
- письменный контроль знаний;
- выполнение эвристических тестов в системе LMS Moodle.

Оценка за ответы на лекциях (опрос) и лабораторных занятиях может включать в себя полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики и т.д.

Формой текущей аттестации по учебной дисциплине «Основы биотехнологии растений» учебным планом предусмотрен зачет.

Студент допускается к зачету, если имеет оценку за текущую успеваемость не ниже «четыре», отработал лабораторные занятия и посетил не менее 70 % лекций.

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- устный опрос – 20 %;
- защита отчетов по выполненным лабораторным работам – 20 %;
- письменная контрольная работа – 30 %;
- тестирование – 30 %.

Допускается определение результатов текущей аттестации по дисциплине на основании результатов текущего контроля знаний без проведения опроса на зачете в случае отсутствия пропусков занятий и наличии оценки текущей успеваемости не ниже «семь». При этом явка обучающегося на зачет является обязательной. В случае пропуска лабораторных занятий без уважительной причины студент должен подготовить реферат по теме пропущенного занятия не менее 10 страниц печатного текста с обязательным указанием списка использованных литературных источников и соблюдением правил оформления по ВАК.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Управляемая самостоятельная работа (консультационно-методическая поддержка и контроль) осуществляется в форме аудиторных занятий согласно утвержденному графику, а также средствами образовательного портала БГУ LMS Moodle. Объем часов на составление и размещение заданий, консультации и контроль, осуществляемые с использованием технологий дистанционного обучения, планируется в пределах учебных часов, отведенных на УСР.

Раздел 3. Основы клеточной инженерии растений

Тема 3.1 Соматическая гибридизация: суть технологии

Тема 3.2 Получение соматоклональных вариантов. Клеточная селекция и эмбриокультуры

Форма контроля – письменная контрольная работа.

Раздел 4. Генетическая инженерия растений

Тема 4.1. Этапы получения трансгенных растений. Методы введения генетического материала в растительные клетки

Тема 4.2. Основные направления создания трансгенных растений

Форма контроля – тестирование на образовательном портале LMS Moodle.

Раздел 5. Биотехнология лекарственных растений

Форма контроля – тестирование на образовательном портале LMS Moodle.

Раздел 6. Биотехнологии микрклонального размножения и оздоровления растений

Форма контроля – тестирование на образовательном портале LMS Moodle.

Раздел 7. Биотехнологические методы сохранения генофонда высших растений

Форма контроля – тестирование на образовательном портале LMS Moodle.

Примерная тематика лабораторных занятий

Лабораторное занятие № 1. Техника введения растительных объектов в культуру *in vitro*.

Лабораторное занятие № 2. Влияние фитогормонов на направление морфогенеза в *in vitro* культуре микрклонов.

Лабораторное занятие № 3. Изучение морфофизиологических особенностей растений, культивируемых в асептических условиях.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

Дистанционные методы обучения. В курсе используется система LMS Moodle для организации самостоятельной работы студентов и выполнения УСР. Кроме того, в данной системе размещены инструкции для выполнения открытых эвристических заданий когнитивного типа.

Эвристические подходы и методы высокоэффективного обучения. При организации образовательного процесса используются эвристические методы, которые входят в группу активных форм обучения. Они направлены на познание окружающего мира, организацию образовательного процесса и создание образовательных продуктов, и подразумевают осуществление когнитивной и креативной деятельности. Эвристические методы

предполагают творческое решение задач обучающимися и позволяют индивидуализировать процесс обучения путем самостоятельной постановки целей, планирования деятельности и рефлексии.

Практико-ориентированный подход. В процессе изучения данной дисциплины осуществляется освоение содержания образования через решения практических задач, приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности, а также используются способы оценивания, фиксирующие сформированность профессиональных компетенций.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется использовать информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа учебной дисциплины, учебно-методический комплекс, задания в тестовой форме, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.).

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников по заданной проблеме в рамках курса;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к зачету.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Биотехнология: общие представления, ее виды и преимущества.
2. Объекты биотехнологии. Направления развития биотехнологии растений.
3. Регуляторы роста растений: общие черты, классификация.
4. Ауксины: история открытия, содержание и распределение в растениях, химическая структура и биосинтез.
5. Ауксины: физиологические эффекты и практическое применение.
6. Гиббереллины: открытие и распространение, химическая структура и биосинтез.
7. Гиббереллины: физиологическая активность, направления практического использования. Ретарданты
8. Цитокинины: содержание в растениях, химическое строение, биосинтез.
9. Цитокинины: физиологические эффекты и практическое применение.

10. Брассиностероиды: история открытия, содержание в растениях, строение и биосинтез.
11. Брассиностероиды: основные физиологические и их использование в сельском хозяйстве.
12. Абсцизовая кислота: открытие, химическая структура, биосинтез и физиологическая роль. Использование АБК.
13. Этилен: история открытия, биосинтез, транспорт и локализация в растениях.
14. Физиологические функции этилена и направления практического использования этилена и его аналогов.
15. Гормоноподобные соединения: физиологические эффекты жасминовой и салициловой кислоты.
16. Соматическая гибридизация: общая характеристика технологии.
17. Значение соматической гибридизации для селекционного процесса. Виды соматической гибридизации.
18. Этапы соматической гибридизации. Получение изолированных протопластов.
19. Получение соматических вариантов. Общая характеристика соматической вариативности растительных клеток и ее использование в биотехнологии.
20. Оплодотворение *in vitro*. Преодоление прогамной и постгамной несовместимостей
21. Получение гаплоидных растений *in vitro*. Методы андрогенеза и гиногенеза. Основные преимущества и направления использования гаплоидов в генетической и селекционной работах.
22. Основные этапы создания трансгенного организма. Общие принципы создания конструкций для генетической трансформации растений.
23. Техника агробактериальной трансформации. Характеристика агробактерий, строение Ti-плазмиды. Преимущества метода.
24. Техники прямого переноса векторной молекулы в растительный геном. Баллистический метод генетической трансформации растений.
25. Основные направления в создании трансгенных растений: изменение пищевой ценности растений, создание гербицидоустойчивых растений, повышение устойчивости растений к стрессовым условиям и т.д.
26. Существующие проблемы использования трансгенных растений.
27. Преимущества культивируемых растительных клеток в качестве источников биологически активных веществ по сравнению с интактными растениями.
28. Особенности вторичного метаболизма в культуре растительных клеток и тканей.
29. Регуляция синтеза вторичных метаболитов. Способы повышения выхода целевых продуктов.
30. Преимущества и перспективы использования иммобилизованных растительных клеток в биотехнологических производствах.

31. Этапы разработки промышленных технологий получения биологически активных веществ с помощью культивируемых растительных клеток.

32. Преимущества микроклонального размножения в сравнении с традиционными методами вегетативного размножения растений.

33. Области применения микроразмножения. Требования к объектам, используемым для микроклонального размножения растений *in vitro*.

34. Объекты и способы микроклонального размножения.

35. Характеристика основных этапов микроразмножения. Факторы, влияющие на эффективность процесса микроклонального размножения растений.

36. Методы получения безвирусного посадочного материала, возможности и перспективы их использования.

37. Необходимость и проблемы сохранения генофонда растений.

38. Характеристика пересадочных и депонированных коллекций.

39. Основные этапы технологии криоконсервации растительных объектов.

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)
1. Основы биотехнологии	Кафедра микробиологии	Отсутствуют	Утвердить согласование (протокол № 6 от 11 ноября 2020 г.)
2. Объекты биотехнологии и их промышленное использование	Кафедра микробиологии	Отсутствуют	Утвердить согласование (протокол № 6 от 11 ноября 2020 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 _____ 202_ г.)

Заведующий кафедрой

 (ученая степень, ученое звание)

 (подпись)

 (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (ученая степень, ученое звание)

 (подпись)

 (И.О.Фамилия)