Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра биохимии и микробиологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.7 Микроклональное размножение растений»

Уровень высшего образования

СПЕЦИАЛИТЕТ

Специальность
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
(код и наименование специальности)

Биоинженерия
(наименование направленности (профиля)/специализации образовательной программы)

Квалификация
Биоинженер и биоинформатик

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.7 Микроклональное размножение растений*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биохимии и микробиологии
наименование кафедры

протокол № 9 от "06" марта 2026г.

Заведующий кафедрой
Кафедра биохимии и микробиологии — подпись — Е.С. Барышева
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент кафедры БХМБ — подпись — Е.А. Дроздова
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по специальности
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика — личная подпись — Е.С. Барышева
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
главный библиограф — личная подпись — Г.С. Тарасенко
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
личная подпись — А.Н. Сизенцов
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации 191276

© Дроздова Е.А., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины:

познакомить студентов с основными направлениями и последними достижениями биоинженерии растений (в том числе, клеточной и генной инженерии); подходами, основанными на использовании методов культуры клеток и тканей высших растений (как уникальной биологической системы, модели для научных исследований, основы современных биотехнологий).

Задачи:

- Рассмотреть основные особенности растений как объекта для биоинженерных исследований; молекулярно-генетические особенности генома высших растений, создающие трудности для геноинженерных исследований;
- Дать представление об основных требованиях к организации биотехнологической лаборатории, способах, условиях и технике культивирования растительного материала на искусственных питательных средах;
- Дать представление о дифференцировке как основе каллусогенеза; вторичной дифференциации и морфогенезе *in vitro* как проявлении тотипотентности растительной клетки; гормональной регуляции этих процессов; генетических, цитологических и физиолого-биохимических особенностях клеток и тканей, культивируемых *in vitro;*
- Дать представление об основных направлениях использования методов культуры тканей для преобразования наследственной основы растений и создания ценного селекционного материала (на основе сомаклональной изменчивости, клеточной селекции и мутагенеза *in vitro*, андрогенеза и гиногенеза, оплодотворения *in vitro,* клеточной и генной инженерии), способы тестирования полученного материала, доказывающие генетическую природу изменений;
- Рассмотреть способы получения и особенности культуры изолированных клеток (протопластов и суспензионной культуры), возможность их использования как продуцентов ценных веществ вторичного синтеза; способы получения и отбора соматических гибридов; виды соматических гибридов и формы их существования; направления использования для научных и практических целей;
- Рассмотреть преимущества метода клонального микроразмножения перед существующими традиционными методами вегетативного размножения, основные этапы и методы микроклонирования, области и примеры практического использования;
- Рассмотреть причины истощения генофонда высших растений и основные пути его сохранения (традиционные методы и методы культуры *in vitro),* сохранение ценного генофонда в коллекциях и криобанках;
- Рассмотреть основные этапы создания трансгеных клеток и растений, принципы создания и переноса генетических конструкций; основные направления, достижения, перспективы и трудности генно-инженерного улучшения растений; проблемы биобезопасности трансгенных организмов;
- Получить практические навыки проведения работ с растительными тканями в условиях *in vitro.*

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.20 Ботаника*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.32 Компьютерные технологии в биологии, Б1.Д.В.5 Биоэнергетика, Б1.Д.В.Э.5.1 Фармацевтическая биохимия, Б1.Д.В.Э.5.2 Генная инженерная фармакология*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1-В-2 Осуществляет критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников УК-1-В-4 Применяет методы сбора, хранения, обработки, передачи, анализа и синтеза информации с использованием компьютерных технологий для решения поставленных задач	**Знать:** • теорию основных базовых областей биоинженерии, биоинформатики и смежных с ними дисциплин; • способы сбора информации; • основные информационные технологии, используемые в биологии, смежных дисциплинах и других отраслях знаний; • источники информации по различным биологическим дисциплинам. **Уметь:** • использовать методы смежных наук в биологии; • анализировать имеющуюся информацию и на основе этого делать обоснованные выводы • самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу; **Владеть:** • культурой системного мышления для достижения поставленной цели и задач исследования; способностью излагать в устной форме знания данной научной области и участвовать в различных формах дискуссий
ПК*-1 Способность планировать, организовывать, реализовывать законченные научные проекты, представлять промежуточные и итоговые результаты проекта	ПК*-1-В-2 Систематизирует, анализирует и интерпретирует промежуточные и итоговые результаты выполнения научного проекта	**Знать:** • технологические основы биотехнологических производств; • основные методы морфологических и таксономических исследований биологических объектов; • быть теоретически подготовленным к выполнению экспериментов по различным направлениям биоинженерии растений; **Уметь:** • использовать знания о растениях и применять современные методы работы с растительными объектами в полевых и лабораторных условиях; • эффективно проводить биотехнологические процессы для целенаправленного изменения качества различного сырья. • освоить основные направления, подходы и методы использования культуры тканей, клеточной и генной инженерии для решения различных генетико-селекционных проблем; • применить полученные знания для решения научных, учебных, практических, методических, информационно-поисковых

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		задач; **Владеть:** • владеть навыками и методами морфологических и таксономических исследований биологических объектов (приготовление объекта к исследованию, фиксация, резка, окраска, микроскопирование, препарирование, зарисовка, работа с гербарием и коллекционным материалом); • навыками работы с современным оборудованием для изучения заданного объекта; • основами современных биологических методов исследования, навыками обработки результатов экспериментов; • формирование современных представлений о иерархии растительного мира, эволюции и современной систематике растений и грибов, особенностях их биологии, о природе физиологических процессов зеленого растения, механизмах их регуляции, об основных закономерностях взаимодействий организма с внешней средой, а также об эволюции функций и роли растений в биосфере • навыки культивирования биологических объектов, владеть • цитологическими методами, применяемыми в микробиологии. Методом работы с клеточными культурами. • практическими навыками проведения работ с растительными тканями в условиях in vitro: приготовление и стерилизация питательных сред, посуды и инструментов; освоение методов стерилизации эксплантов и введения их в культуру; на примере лиственных древесных растений освоить технологию клонального микроразмножения, получения каллусной ткани и индукции органогенеза

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**144**	**144**
Контактная работа:	**50,25**	**50,25**

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- написание эссе (Э);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение разделов курса в системе электронного обученияMoodle;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к коллоквиумам;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**93,75**	**93,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Биотехнология растений как наука и отрасль биотехнологической промышленности. Методы культивирования in vitro клеток и тканей высших растений. Рост, развитие и размножение растений. Краткий экскурс (УК-1-В-4)	26	4	4	4	14
2	Биотехнология клеток высших растений *in vitro*. Условия культивирования изолированных органов, тканей и клеток растений. Биотехнологии на основе культивируемых клеток, тканей и органов растений. Дедифференциация и морфогенез растительных клеток in vitro: технология управления (УК-1-В-4)	38	6	6	6	20
3	Микроклональное размножение растений. Получение безвирусного посадочного материала растений. Использование культуры клеток в селекции растений. Биотехнология растений в производстве лекарственных и косметических препаратов (ПК*-1-В-2)	32	6	4	4	18
4	Глобальная система сбора, сохранения, изучения, систематизации и паспортизации генетических ресурсов растений (УК-1-В-2)	12	2	2	2	6
	Итого:	108	18	16	16	58
	Всего:	108	18	16	16	58

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел № 1. Введение. Биотехнология растений как наука и отрасль биотехнологической промышленности. Методы культивирования *in vitro* клеток и тканей высших растений. Рост, развитие и размножение растений. Краткий экскурс.

История развития биотехнологии. Этапы развития биотехнологии растений. Культура клеток и тканей как основа биотехнологии растений. Культура клеток, тканей и органов растений: предмет, задачи. История развития методов культивирования изолированных клеток, тканей и органов расте-

ний. Изучение культуры клеток, тканей и органов растений для решения фундаментальных проблем биологии.

Условия септики при выполнении работ по культивированию растительных объектов *in vitro*, методы и приемы стерилизации растительного материала при введении в культуру. Питательные среды, регуляторы роста растений и их применение для культивирования растительных клеток и тканей *in vitro*. Влияние физических факторов на физиологическое состояние изолированных клеток и тканей растений.

Каллусные культуры. Роль каллусной ткани в интактном растении. Молекулярно-физиологические основы процесса дедифференциации клеток. Типы каллусных культур и их характеристика. Субкультивирование каллусов. Показатели роста каллусных культур. Использование каллусных тканей в фундаментальных исследованиях биотехнологии. Суспензионные культуры. Основные преимущества культивирования клеточных суспензий. Способы получения суспензионных культур. Типы клеточных суспензий. Факторы, влияющие на степень их эгрегированности. Основные параметры суспензионных культур. Способы культивирования клеточных суспензий.

Раздел №2 Биотехнология клеток высших растений *in vitro*. Условия культивирования изолированных органов, тканей и клеток растений. Биотехнологии на основе культивируемых клеток, тканей и органов растений.

Основные перестройки, происходящие при переводе клеток растений в культуру in vitro. Сравнительная характеристика соматических клеток высших растений и клеток, культивируемых в условиях in vitro. Морфологическая и генетическая гетерогенности популяций длительно культивируемых клеток высших растений. Сохранение эпигенетических способностей растения донора. Синхронность клеточных культур. Рост клеток в культуре in vitro. Характеристика фаз ростового цикла. Способы синхронизации клеточных культур.

Дифференцировка клеток в культуре *in* vitro. Типы дифференцировки. Молекулярно-физиологические основы процесса дифференциации. Основные типы дифференцировки. Гистогенез. Физиологические аспекты стимуляции флоэмо- и ксилемогенеза. Морфогенез. Прямой и непрямой морфогенез. Морфофизиологическая характеристика ризогенеза, флорального и стеблевого органогенеза. Факторы, определяющие возможность и направленность процесса органогенеза. Соматический эмбриогенез. Регенерация растений.

Клеточные технологии получения экономически важных биологически активных веществ растительного происхождения. Преимущества использования клеточных культур в качестве продуцентов биологически активных веществ по сравнению с интактными растениями. Особенности вторичного метаболизма в культурах изолированных клеток высших растений. Факторы, влияющие на накопление вторичных метаболитов, культивируемых клетками растений.

Ферментерное выращивание биомассы клеток-продуцентов, конструктивные особенности биореакторов. Режимы культивирования растительных клеток в биореакторах. Типы работ по созданию промышленных технологий для получения биологически активных веществ с помощью культивируемых клеток растений. Преимущества и перспективы использования иммобилизованных растительных клеток в биотехнологических производствах. Основные направления использования культивируемых растительных клеток для биотрансформации.

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

Дедифференциация и морфогенез растительных клеток *in vitro*: технология управления. Микроклональное размножение растений. Получение безвирусного посадочного материала растений.

Каллусные культуры. Роль каллусной ткани в интактном растении. Молекулярно-физиологические основы процесса дедифференциации клеток. Типы каллусных культур и их характеристика. Субкультивирование каллусов. Показатели роста каллусных культур. Использование каллусных тканей в фундаментальных исследованиях биотехнологии. Суспензионные культуры. Основные преимущества культивирования клеточных суспензий. Способы получения суспензионных куль-

тур. Типы клеточных суспензий. Факторы, влияющие на степень их эгрегированности. Основные параметры суспензионных культур. Способы культивирования клеточных суспензий.

Раздел № 3. Микроклональное размножение растений. Получение безвирусного посадочного материала растений. Биотехнология растений в производстве лекарственных и косметических препаратов.

Культивирование одиночных клеток. Методы изолирования одиночных клеток. Методы выращивания *in vitro* одиночных клеток (метод культуры няньки, метод плейтинг, метод микрокультуры). Фактор кондиционирования. Изучение культуры отдельных клеток для доказательства тотипотентности растительной клетки.

Использование культуры клеток в селекции растений. Культивирование одиночных клеток. Методы изолирования одиночных клеток. Методы выращивания *in vitro* одиночных клеток (метод культуры няньки, метод плейтинг, метод микрокультуры). Фактор кондиционирования. Изучение культуры отдельных клеток для доказательства тотипотентности растительной клетки.

Культура гаплоидных клеток. Получение гаплоидных растений. Основные пути андрогенеза. Факторы, влияющие на эффективность андрогенеза. Метод культуры пыльников и метод культуры микроспор, их преимущества и недостатки.

Культуры изолированных протопластов. Условия и способы культивирования протопластов. Методы слияния протопластов. Механизм слияния протопластов.

Гибридизация. Перенос клеточных органелл. Генетическая трансформация растений. Основные направления в создании трансгенных растений. Характеристики методов введения экзогенного генетического материала в растительные клетки. Генетическая трансформация растений *in vitro* с помощью *Agrobacterium spp*. Баллистический метод генетической трансформации растений.

Раздел № 4. Глобальная система сбора, сохранения, изучения, систематизации и паспортизации генетических ресурсов растений.

Использование культур растительных клеток для 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.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Техника культивирования растительного материала на искусственных питательных средах	2
2	2	Микроклональное размножение растений и получение безвирусного посадочного материала.	4
3	2,3	Дедифференциация и каллусогенез в культуре растительных клеток и тканей.	4
4	3	Суспензионные культуры.	4
5	3	Гормональная регуляция в культуре клеток и тканей	2
		Итого:	16

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Введение. Биотехнология растений как наука и отрасль биотехнологической промышленности.	2
2	2	Методы культивирования in vitro клеток и тканей высших растений. Рост, развитие и размножение растений. Краткий экскурс.	2
3	3	Биотехнология клеток высших растений in vitro. Условия культивирования изолированных органов, тканей и клеток растений	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
4	3	Биотехнологии на основе культивируемых клеток, тканей и органов растений	2
5	3	Дедифференциация и морфогенез растительных клеток in vitro: технология управления.	2
6	3	Микроклональное размножение растений. Получение безвирусного посадочного материала растений.	2
7	4	Биотехнология растений в производстве лекарственных и косметических препаратов.	2
8	4	Глобальная система сбора, сохранения, изучения, систематизации и паспортизации генетических ресурсов растений	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Бирюков, В. В. Основы промышленной биотехнологии [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. В. Бирюков. - Москва: КолосС, 2004. - 296 с. : ил. - (Для высшей школы). - Библиогр.: с. 295. - ISBN 5-9532-0231-8. - ISBN 5-98109-008-1.

2 Сазыкин, Ю. О. Биотехнология [Текст] : учеб. пособие для вузов для спец. "Фармация" / Ю. О. Сазыкин, С. Н. Орехов, И. И. Чакалева.- 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2007. - 256 с. - (Высшее профессиональное пособие). - Библиогр.: с. 252. - ISBN 978-5-7695-4040-0.

3 Клунова, С. М. Биотехнология [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Биология" / С. М. Клунова, Т. А. Егорова, Е. А. Живухина. - Москва : Академия, 2010. - 256 с. - (Высшее профессиональное образование. Педагогические специальности). - Библиогр.: с. 253. - ISBN 978-5-7695-6697-4.

5.2 Дополнительная литература

1. Каменская, И. А. Информационная биология [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. А. Каменская; под ред. А. А. Каменского. - М. : Академия, 2006. - 368 с. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 347-351. - Предм. указ.: с. 352-357. - ISBN 5-7695-2580-0.

2. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия: учеб. пособие для вузов – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 496 с.

3. Жимулев, И.Ф. Общая и молекулярная генетика: учеб. пособие для вузов / И. Ф. Жимулев; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. – 3-е изд. испр. – Новосибирск: Сибирское ун-ое изд-во, 2006. – 479 с.

4. Генетика: учебник для вузов / В. И. Иванов [и др.]; под ред. В. И. Иванова. – М.: Академкнига, 2006. – 638 с.

5. Коничев, А. С. Молекулярная биология: учеб. для пед. вузов – М.: Академия, 2005. – 400 с.

5.3 Периодические издания

1 Микробиология: журнал. – М.: АРСМИ. – ISSN 0026-3656.

2 Прикладная биохимия и микробиология: журнал – М.: АРСМИ. – ISSN 0555-1099.

3 Биотехнология: журнал. - М. : АРЗИ. – ISSN 0234-2758, 2008 N 1-6 - 2015. - Ч. XII, 04Я. Генетика - N 1-9.

4 Микробиология прикладная: реферативный журнал: вып. свод. тома. - 2013. - N 1-12 М. : ВИНИТИ РАН, – ISSN 1561-7858.

5 Микробиология санитарная и медицинская : реферативный журнал. - М. : ВИНИТИ РАН, 2006. - N 1-12 , 2007. - N 1-12 , 2008. - N 1-12 , 2013. - N 1-12 .

6 Бюллетень экспериментальной биологии и медицины : журнал. - 2018. - Т. 166, N 1-12 , 2019. - Т. 167, N 1-3 - М. : Агентство "Роспечать", 2016.

5.4 Интернет-ресурсы

1 http://www.bril2002.narod.ru/total.html «Большой биораздел» (Электронный учебник);

2 http://sbio.info/index.php «Вся биология» (учебные материалы, научные статьи, большая биологическая библиотека)

3 Сайт научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU – крупнейшей электронной библиотеки научных публикаций, обладающей богатыми возможностями поиска и получения информации. Библиотека интегрирована с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) – бесплат-

ным общедоступным инструментом измерения и анализа публикационной активности ученых и организаций. Режим доступа: http://elibrary.ru;

4 Образовательно-информационный портал ГУ Нижегородского Научно-Исследовательского Института Эпидемиологии и Микробиологии им. академика И.Н. Блохиной МЗ РФ – http://histology.narod.ru/lectures/lecture_02/apoptosis.htm

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»
3. Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/..
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru
5. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

6 Материально–техническое обеспечение дисциплины

Вид помещения	Мебель и технические средства обучения
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа	Комплекты ученической мебели; Мультимедийный проектор; Доска; Экран
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплекты ученической мебели; Мультимедийный проектор; Доска; Экран; Компьютеры с подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно–образовательную среду ОГУ
Помещения для самостоятельной работы	Комплекты ученической мебели; Компьютеры с подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно–образовательную среду ОГУ

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.