

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт фундаментальной медицины и биологии



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Биотехнология биологически активных веществ Б1.В.ДВ.15

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Абдрахимова И.Р.

**Рецензент(ы):**

Киямова Р.Г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Киямова Р. Г.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Абдрахимова Й.Р. кафедра биохимии, биотехнологии и фармакологии Центр биологии и педагогического образования , Yoldez.Abdrahimova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью курса "Биотехнология биологически активных веществ" является знакомство с современными технологиями культивирования и особенностями культуры клеток как возобновляемого источника фармакологически ценных БАВ, а также классификацией БАВ как веществ преимущественно вторичного происхождения и особенностями их биосинтеза. Обращается внимание на теоретические и практические вопросы, касающиеся изучения ростовых процессов и параметров культивируемых клеток и тканей для оптимизации условий культивирования для максимального выхода целевого продукта. Рассматриваются подходы, связанные с повышением продуктивности культур клеток как традиционными методами, так и новыми методами, эффективно внедряющимися в практику биотехнологических исследований и производство. Дается представление о современном состоянии и тенденциях развития биотехнологического производства фармацевтически ценных БАВ на мировом рынке.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел 'Б1.В.ДВ.15 Дисциплины (модули)' основной профессиональной образовательной программы 06.03.01 'Биология' и относится к дисциплинам по выбору вариативной части.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью понимать базовые представления о разнообразии биологических объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять на практике теоретические знания и практические навыки традиционных биотехнологических способов культивирования клеток, тканей и органов с целью оптимизации условий культивирования клеток и тканей, направленной на повышение эффективности получения биологически активных веществ; ориентироваться в современных тенденциях развития мировой науки и производства в данном направлении.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Биотехнология биологически активных веществ (БАВ): цели, задачи, методы. Вторичный метаболизм как основа биосинтеза БАВ.	7	2-6	4	4	10	Устный опрос
2.	Тема 2. Основные принципы и технологии клеточного культивирования: факторы оптимизации.	7	7-11	4	4	8	Письменная работа
3.	Тема 3. Стратегии увеличения биосинтетического потенциала культивируемых клеток, тканей и органов. Перспективные источники фармакологически ценных БАВ.	7	12-14	2	2	4	Реферат
.	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Экзамен
	Итого			10	10	22	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Биотехнология биологически активных веществ (БАВ): цели, задачи, методы. Вторичный метаболизм как основа биосинтеза БАВ.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Историческая справка по культивированию клеток и биотехнологическому получению биологически активных веществ (БАВ): достижения, проблемы, перспективы. Цели, задачи, объекты и методы биотехнологии БАВ. Преимущества биотехнологии как универсального способа получения БАВ различного происхождения. Традиционные биотехнологические способы культивирования клеток, тканей и органов и подходы к повышению их продуктивности.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Вторичный метаболизм как биохимическая основа биосинтеза фармацевтически ценных БАВ. Краткая характеристика основных групп вторичных метаболитов: природные источники, механизмы действия, практическое применение и важнейшие представители. Особенности биохимических путей биосинтеза: ключевые ферменты, предшественники и промежуточные соединения, разветвление и лимитирование метаболических путей, практические подходы для регуляции.

**лабораторная работа (10 часа(ов)):**

Организация биотехнологической лаборатории: основные сантехнические требования, оборудование и объекты. Приготовление различных культуральных сред: их состав и вариативность. Обеспечение стерильности процессов пассажа культуры. Экспресс-методы качественного определения содержания разных классов вторичных метаболитов лекарственного сырья.

**Тема 2. Основные принципы и технологии клеточного культивирования: факторы оптимизации.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Технологии клеточного культивирования; объекты и традиционные методы биотехнологического культивирования. Факторы оптимизации условий культивирования: состав среды, количество и соотношение гормонов, форм азота, состава углеводов, степень аэрации и др. Использование предшественников биосинтеза вторичных метаболитов. Новые подходы увеличения накопления вторичных метаболитов - элиситации, иммобилизации, биотрансформации, метаболической инженерии и др.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Основные фазы роста культуры: лаг-фаза (фаза задержки роста), экспоненциальная (логарифмическая) фаза, предстационарная и стационарная фазы, фаза отмирания культуры. Связь с процессами биосинтеза и накопления вторичных метаболитов. Применение иммобилизации клеток с целью увеличения выхода БАВ: виды, преимущества и недостатки. Принципы и технологии клеточной селекции и скрининга культур-суперпродуцентов вторичных метаболитов. Использование трансформированных микроорганизмов и органов растений для получения БАВ.

**лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Определение кинетики роста клеточных культур. Основные характеристики ростовых процессов и используемые параметры (индекс роста, скорость роста, удельная скорость, время удвоения; алгоритм их расчетов. Расчеты экономического и метаболического коэффициентов, их значение для выбора режима культивирования.

**Тема 3. Стратегии увеличения биосинтетического потенциала культивируемых клеток, тканей и органов. Перспективные источники фармакологически ценных БАВ.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Новые подходы в технологиях культивирования клеток, тканей и органов для получения БАВ. Современное состояние мирового рынка природных веществ и тенденции развития биотехнологического производства фармацевтически ценных БАВ; лидеры производства.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Технологии культуры адвентивных и трансформированных корней: источники получения, особенности культивирования и преимущества в производстве вторичных соединений. Метаболическая инженерия: возникновение, практические разработки и перспективы промышленного использования. Модификация биосинтетических путей с использованием метода РНК-интерференции. Биотрансформация БАВ in vitro как использование уникального метаболического потенциала растительных клеток к пост-трансляционным модификациям природных соединений.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Методы хроматографического определения содержания БАВ в целевом продукте.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Биотехнология биологически активных веществ (БАВ): цели, задачи, методы. Вторичный метаболизм как основа биосинтеза БАВ.	7	2-6	подготовка к устному опросу	10	Устный опрос
2.	Тема 2. Основные принципы и технологии клеточного культивирования: факторы оптимизации.	7	7-11	подготовка к письменной работе	10	Письменная работа
3.	Тема 3. Стратегии увеличения биосинтетического потенциала культивируемых клеток, тканей и органов. Перспективные источники фармакологически ценных БАВ.	7	12-14	подготовка к реферату	10	Реферат
	Итого				30	

**5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

Активные и интерактивные формы проведения занятий, в т.ч. использование авторского электронно-образовательного ресурса 'Биотехнологии биологически активных веществ' - Режим доступа:

<https://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=846>

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Биотехнология биологически активных веществ (БАВ): цели, задачи, методы. Вторичный метаболизм как основа биосинтеза БАВ.**

Устный опрос , примерные вопросы:

1. Преимущества биотехнологического производства БАВ. 2. Основы технологий клеточного культивирования: ретроспектива и перспективы. 3. Традиционные объекты и методы биотехнологического культивирования для получения природных БАВ. 4. Первичный и вторичный метаболизм клеток: вклад в биосинтетический потенциал. 5. Значение вторичного метаболизма клеток в биосинтезе БАВ. 6. Принципы классификации вторичных метаболитов-БАВ. 7. Пути биосинтеза БАВ в клетках и их регуляция. 8. Биотехнология получения противоопухолевых БАВ. 9. Биотехнология получения берберина и других алкалоидов морфинанового ряда. 10. Механизмы действия (молекулярно-биохимические, физиологически) важнейших природных БАВ.

### **Тема 2. Основные принципы и технологии клеточного культивирования: факторы оптимизации.**

Письменная работа , примерные вопросы:

1. Стратегии увеличения биосинтетического потенциала клеток. 2. Селекция штаммов-сверхпродуцентов. 3. Оптимизация сред и режимов культивирования для аккумуляции биомассы и БАВ. 4. Характеристика кинетики ростовых процессов культуры. 5. Основные ростовые параметры культуры. 6. Иммунизация и элиситация как фактор увеличения выхода целевого продукта. 7. Новые подходы в технологиях культивирования клеток, тканей и органов. 8. Метаболическая инженерия: возникновение, практические разработки и перспективы. 9. Метод РНК-интерференции в модификация биосинтетических путей БАВ. 10. Пути биотрансформация БАВ in vitro.

### **Тема 3. Стратегии увеличения биосинтетического потенциала культивируемых клеток, тканей и органов. Перспективные источники фармакологически ценных БАВ.**

Реферат , примерные вопросы:

1. Семи-синтезы: примеры использования для производства БАВ. 2. Элиситоры и элиситация культур клеток, тканей и органов. 3. Технология получения и применение "искусственных семян". 4. Метаболическая инженерия: современное состояние и перспективы. 5. Экономическая эффективность получения БАВ in vitro. 6. Особенности и преимущества технологий культуры корней. 7. Новые подходы к повышению продуктивности культур in vitro. 8. Коммерчески востребованные вторичные метаболиты растений. 9. Молекулярные "фермы" (molecular farming) как производство коммерчески ценных белков микроорганизмами. 10. Производство растительных вторичных метаболитов микроорганизмами.

### **Итоговая форма контроля**

экзамен (в 7 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

1. Биотехнология биологически активных веществ: цели, задачи, методы.
2. Биотехнологическое производство биологически активных веществ: преимущества и перспективы.
3. Значение вторичного метаболизма клеток в биосинтезе БАВ.
4. Разнообразие природных вторичных метаболитов-БАВ и их классификации.
5. Биосинтез вторичных метаболитов-БАВ in vivo и in vitro; причины различий.
6. Особенности выращивания культур клеток в биореакторах.



7. Проблемы и перспективы промышленного культивирования клеток.
8. Технологии клеточного культивирования: стратегии увеличения биосинтетического потенциала клеток.
9. Основные характеристики ростовых процессов и используемые параметры.
10. Новые подходы в технологиях культивирования клеток, тканей и органов.
11. Технологии культуры адвентивных и трансформированных корней.
12. Метаболическая инженерия: возникновение, практические разработки и перспективы промышленного использования.
13. Пост-трансляционные модификации (биотрансформация) БАВ.
14. Биотехнологические источники перспективных противоопухолевых соединений; механизмы их действия.
15. Биотехнологические источники перспективных противомаларийных соединений; механизмы их действия.
16. Молекулярные "фермы" в производстве рекомбинантных терапевтических белков.
18. Современное состояние и тенденции развития биотехнологического производства БАВ на мировом рынке.

### 7.1. Основная литература:

1. Орехов, С.Н. Фармацевтическая биотехнология: рук. к практ. занятиям/ С.Н. Орехов [и др.] ; под ред. А.В. Катлинского. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 432 с. - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970434352.html>
2. Акимова, С.А. Биотехнология: практикум /С.А. Акимова. - Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. - 144 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1007958>
3. Хелдт, Г.-В. Биохимия растений/ Г.-В. Хелдт; пер. с англ. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 471 с.: (Лучший зарубежный учебник). - ISBN 978-5-9963-1302-0. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/477773>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия: справочное пособие /Р. Шмид. - Москва: Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 327 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66240>
2. Спиридович, Е.В. Ботанические коллекции: документирование и биотехнологические аспекты использования/ Е.В. Спиридович. - Минск : Беларус. наука, 2015. - 226 с. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850819154.html>
3. Инструментальный анализ биологически активных веществ и лекарственных средств: Учебное пособие / Слепченко Г.Б., Дерябина В.И., Гиндуллина Т.М. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 198 с. - Текст : электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/701660>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- Biotechnology of medicinal plants - [www.scipub.net/agriculture/biotechnology-medicinal-plants.html](http://www.scipub.net/agriculture/biotechnology-medicinal-plants.html)  
Electronic Journal of Biotechnology - [www.ejbiotechnology.info/index.php/ejbiotechnology](http://www.ejbiotechnology.info/index.php/ejbiotechnology)  
Mit Biotech Group - <http://biotech.mit.edu>  
Phytochemical Analysis, Wiley Online Library - [onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/%28ISSN%291099-1565](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/%28ISSN%291099-1565)  
журнал "Биотехнология" - [www.biochemistry.org.ua/index.php/ru/journal-of-biotechnology](http://www.biochemistry.org.ua/index.php/ru/journal-of-biotechnology)



## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Биотехнология биологически активных веществ" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

культуральная и биохимическая лаборатории

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 06.03.01 "Биология" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Абдрахимова И.Р. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Киямова Р.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.