



федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(Сеченовский Университет)

Утверждено
Ученый совет ФГАОУ ВО Первый МГМУ
им. И.М. Сеченова Минздрава России
(Сеченовский Университет)
«15» июня 2023
протокол №6

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Методы очистки биологически активных веществ
основная профессиональная Высшее образование - бакалавриат - программа бакалавриата
19.00.00 Промышленная экология и биотехнологии
19.03.01 Биотехнология
Медицинская биотехнология

Цель освоения дисциплины Методы очистки биологически активных веществ

Цель освоения дисциплины: участие в формировании следующих компетенций:

ПК-2; Способен проводить биотехнологический процесс с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов

ОПК-5; Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции

Требования к результатам освоения дисциплины.

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| п/№ | Код компетенции | Содержание компетенции и (или ее части) | Индикаторы достижения компетенций: | | | |
|-----|-----------------|---|--|---|--|---|
| | | | Знать | Уметь | Владеть | Оценочные средства |
| 1 | ПК-2 | Способен проводить биотехнологический процесс с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур | Методы получения продукта биотехнологии; способы культивирования микроорганизмов; правила эксплуатации | Производит работу по размножению и выращиванию посевного материала для биотехнологического процесса | Культивирование микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур животных и растений, вирусов; сепарация | Задания по дисциплине "Методы очистки БАВ", Тесты по дисциплине "Методы очистки БАВ", ФОС по дисциплине |



0000325 31500

| | | | | | | |
|--|--|------------------------------|---|--|--|--|
| | | растений и животных, вирусов | и биотехнологического оборудования; методы фильтрации, сепарации, центрифугирования, отстаивания, флотации или коагуляции; химические и биохимические методы очистки продукта; требования охраны труда Методы получения продукта биотехнологии; способы культивирования микроорганизмов; правила эксплуатации и биотехнологического оборудования; методы фильтрации, сепарации, центрифугирования, отстаивания, флотации или коагуляции; химические и биохимические методы | получения БАВ; производит отбор образцов культуральной жидкости для биохимического и микробиологического контроля; осуществлять разделение культуральной жидкости и биомассы различными методами; производит работы по разрушению клеточной оболочки и выделению целевого продукта биотехнологического производства; применять экстракционные и ионообменные методы для очистки целевого продукта биотехнологического производства от примесей; обеспечивают | культуральной жидкости и биомассы для проведения биотехнологического процесса; выделение продукта биосинтеза и проведение очистки и концентрирования; получение готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений | "Методы очистки биологически активных веществ", Экзаменационные вопросы по дисциплине "Методы очистки БАВ" |
|--|--|------------------------------|---|--|--|--|



0 000325 31500

| | | | | | | |
|--|--|--|---|---|--|--|
| | | | очистки продукта; требования охраны труда | выполнение процессов гранулиров ания, дражирован ия и таблетирова ния готовой продукции Производит ь работы по размножени ю и выращиван ию посевного материала для биотехноло гического процесса получения БАВ; производит ь отбор образцов культуральн ой жидкости для биохимичес кого и микробиоло гического контроля; осуществля ть разделение культуральн ой жидкости и биомассы различными методами; производит ь работы по разрушени ю клеточной оболочки и выделению | | |
|--|--|--|---|---|--|--|



| | | | | | | |
|---|-------|--|--|--|--|---|
| | | | | целевого продукта биотехнологического производства; применять экстракционные и ионообменные методы для очистки целевого продукта биотехнологического производства от примесей; обеспечивать выполнение процессов гранулирования, дражирования и таблетирования готовой продукции | | |
| 2 | ОПК-5 | Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и | Знать основные принципы промышленного осуществления биотехнологических процессов; технологии подбора и приготовления субстратов для культивирования продуцентов; | Уметь осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических | Владеть навыками эксплуатации биореакторов и корректирования технологических параметров ферментации; методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации | Задания по дисциплине "Методы очистки БАВ", Тесты по дисциплине "Методы очистки БАВ", ФОС по дисциплине "Методы очистки биологически активных веществ", Экзаменационные |



0000325 31500

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | качественные показатели получаемой продукции | биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта | процессов, свойств сырья и продукции; учитывать влияние биотехнологических факторов на эффективность технологического процесса и качество конечного продукта; поддерживать оптимальные условия для биосинтеза целевого продукта и решать ситуационные задачи при отклонениях от этих условий | питательных сред; методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья; навыками практической работы с лабораторными и опытно-промышленными регламентами | вопросы по дисциплине "Методы очистки БАВ" |
|--|--|--|--|--|--|--|

Разделы дисциплины и компетенции, которые формируются при их изучении

| п/№ | Код компетенции | Наименование раздела/темы дисциплины | Содержание раздела в дидактических единицах | Оценочные средства |
|-----|-----------------|--|---|-----------------------------|
| 1 | ПК-2, ОПК-5 | 1. Общие принципы методов выделения, очистки и фракционирования биологически активных веществ (БАВ) в биотехнологии. 1.1 Различия в объектах выделения и в составах | Различия в объектах выделения и в составах исходных смесей. Факторы, определяющие выбор | Тесты по дисциплине "Методы |



0000325 31500

| | | | | |
|---|-------------|---|---|--|
| | | <p>исходных смесей.</p> | <p>методов выделения и очистки биологически активных соединений.</p> | <p>очистки БАВ" Экзаменационные вопросы по дисциплине "Методы очистки БАВ", Задания по дисциплине "Методы очистки БАВ", ФОС по дисциплине "Методы очистки биологически активных веществ"</p> |
| | | <p>1.2 Методы выделения во взаимосвязи со стадиями технологического процесса.</p> | <p>Методы выделения во взаимосвязи со стадиями технологического процесса. Разделение веществ по растворимости.</p> | <p>Экзаменационные вопросы по дисциплине "Методы очистки БАВ", Задания по дисциплине "Методы очистки БАВ", ФОС по дисциплине "Методы очистки биологически активных веществ"</p> |
| 2 | ПК-2, ОПК-5 | <p>2. Методы выделения биологически активных веществ в биотехнологии.</p> <p>2.1 Классификация методов и области их применения.</p> | <p>Классификация методов и области их применения. Первичное выделение БАВ. Очистка и окончательная очистка БАВ.</p> | <p>Тесты по дисциплине "Методы очистки БАВ" Экзаменационные вопросы по дисциплине</p> |



0000325 31500

| | | | | |
|---|----------------|--|---|--|
| | | <p>2.2 Гомогенизация биомассы и разрушение клеток: методы, устройства.</p> | <p>Гомогенизация биомассы и разрушение клеток: методы, устройства. Использование растворителей, буферных растворов, детергентов, ингибиторов и ферментов.</p> | <p>"Методы очистки БАВ", Задания по дисциплине "Методы очистки БАВ", ФОС по дисциплине "Методы очистки биологически активных веществ" Экзаменационные вопросы по дисциплине "Методы очистки БАВ", Задания по дисциплине "Методы очистки БАВ", ФОС по дисциплине "Методы очистки биологически активных веществ"</p> |
| 3 | ПК-2, ОПК-5 | <p>3. Разделение веществ по растворимости. Первичное выделение биологически активных веществ.</p> <p>3.1 Сепарация: методы проведения.</p> | <p>Сепарация: методы проведения (фильтрация, седиментация, центрифугирование, флотация).</p> | <p>Тесты по дисциплине "Методы очистки БАВ" Экзаменационные вопросы по дисциплине "Методы</p> |



| | | | | |
|---|-------------|--|--|--|
| | | <p>3.2 Экстракция. Сорбция. Осаждение. Кристаллизация. Удаление воды и растворителей.</p> | <p>Экстракция. Осаждение. Кристаллизация. Удаление воды и растворителей. Сушка упариванием, распылением, лиофилизацией.</p> | <p>Сорбция. Экзаменационные вопросы по дисциплине "Методы очистки БАВ", ФОС по дисциплине "Методы очистки биологически активных веществ"</p> <p>Фракционное удаление воды и распылением, лиофилизацией.</p> <p>Сушка</p> <p>Экзаменационные вопросы по дисциплине "Методы очистки БАВ", ФОС по дисциплине "Методы очистки биологически активных веществ"</p> |
| 4 | ПК-2, ОПК-5 | <p>4. Очистка биологически активных веществ. Классификация и области использования хроматографических методов.</p> <p>4.1 Хроматографические методы и адсорбция. Газовая и жидкостная хроматография.</p> | <p>Хроматографические методы и адсорбция. Принципы применения и возможности методов, основные параметры, оборудование. Газовая хроматография. Жидкостная хроматография и</p> | <p>Тесты по дисциплине "Методы очистки БАВ" Экзаменационные вопросы по дисциплине</p> |



0000325 31500

| | | | | |
|---|-------------|--|--|---|
| | | | высокоэффективная жидкостная хроматография. | "Методы очистки БАВ", Задания по дисциплине "Методы очистки БАВ", ФОС по дисциплине "Методы очистки биологически активных веществ" |
| | | 4.2 Адсорбционная, распределительная, ионообменная, аффинная, эксклюзионная и осадочная хромат | Адсорбционная, распределительная, ионообменная, аффинная, эксклюзионная и осадочная хроматографии, механизмы разделения веществ, примеры применения. | Экзаменационные вопросы по дисциплине "Методы очистки БАВ", Задания по дисциплине "Методы очистки БАВ", ФОС по дисциплине "Методы очистки биологически активных веществ" |
| 5 | ПК-2, ОПК-5 | 5. Электрофорез и мембранные технологии. 5.1 Электрофорез. | Факторы, влияющие на электрофоретическую подвижность БАВ, общие методы. Специальные электрофоретические методы. | Тесты по дисциплине "Методы очистки БАВ" Экзаменационные вопросы по дисциплине "Методы очистки БАВ", Задания по дисциплине "Методы |



| | | | | |
|---|-------------|--|---|---|
| | | 5.2 Мембранные методы в биотехнологии. | Мембранные методы в биотехнологии для выделения, очистки и концентрирования БАВ. Диализ, микро- и ультрафильтрация, обратный осмос. | очистки БАВ", ФОС по дисциплине "Методы очистки биологически активных веществ" Экзаменационные вопросы по дисциплине "Методы очистки БАВ", Задания по дисциплине "Методы очистки БАВ", ФОС по дисциплине "Методы очистки биологически активных веществ" |
| 6 | ПК-2, ОПК-5 | 6. Основные достижения в применении различных методов выделения и очистки биологически активных веществ. 6.1 Выделение, очистка и анализ биологически активных веществ различной структуры. | Выделение и анализ липидов, углеводов, белков и нуклеиновых кислот. Выделение, очистка и анализ антибиотиков, нуклеиновых кислот, биологически активных веществ различной структуры. | Тесты по дисциплине "Методы очистки БАВ" Экзаменационные вопросы по дисциплине "Методы очистки БАВ", Задания по дисциплине "Методы очистки БАВ", |



| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | ФОС по дисциплине "Методы очистки биологически активных веществ" |
|--|--|--|--|--|

Виды учебной работы

| Вид учебной работы | Трудоемкость | | Трудоемкость по семестрам (Ч) | |
|---|---------------------------------|-------------------|-------------------------------|-----------|
| | объем в зачетных единицах (ЗЕТ) | Объем в часах (Ч) | Семестр 6 | Семестр 7 |
| Контактная работа, в том числе | | 120 | 40 | 80 |
| Консультации, аттестационные испытания (КАТТ) (Экзамен) | | 8 | | 8 |
| Лекции (Л) | | 44 | 16 | 28 |
| Лабораторные практикумы (ЛП) | | | | |
| Практические занятия (ПЗ) | | 68 | 24 | 44 |
| Клинико-практические занятия (КПЗ) | | | | |
| Семинары (С) | | | | |
| Работа на симуляторах (РС) | | | | |
| Самостоятельная работа студента (СРС) | | 60 | 20 | 40 |
| ИТОГО | 6 | 180 | 60 | 120 |

Содержание дисциплины (модуля) по видам занятий

Лекционные занятия

| № раздела | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Тема лекции | Применение ЭО и ДОТ | Объем, час. |
|-----------|--|--|---------------------|-------------|
| 1 | Очистка биологически активных веществ. Классификация и области использования хроматографических методов. | Хроматографические методы и адсорбция. Газовая и жидкостная хроматография. | | 6 |



| | | | | |
|---|---|--|--|---|
| 1 | Очистка биологически активных веществ. Классификация и области использования хроматографических методов. | Адсорбционная, распределительная, ионообменная, аффинная, эксклюзионная и осадочная хромат | | 4 |
| 2 | Методы выделения биологически активных веществ в биотехнологии. | Классификация методов и области их применения. | | 4 |
| 2 | Методы выделения биологически активных веществ в биотехнологии. | Гомогенизация биомассы и разрушение клеток: методы, устройства. | | 4 |
| 3 | Общие принципы методов выделения, очистки и фракционирования биологически активных веществ (БАВ) в биотехнологии. | Различие в объектах выделения и в составах исходных смесей. | Размещено в Информационной системе «Университет-Обучающийся» | 2 |
| 3 | Общие принципы методов выделения, очистки и фракционирования биологически активных веществ (БАВ) в биотехнологии. | Методы выделения во взаимосвязи со стадиями технологического процесса. | | 2 |
| 4 | Основные достижения в применении различных методов выделения и очистки биологически активных веществ. | Выделение, очистка и анализ биологически активных веществ различной структуры. | | 2 |
| 5 | Разделение веществ по растворимости. Первичное выделение биологически активных веществ. | Сепарация: методы проведения. | | 4 |
| 5 | Разделение веществ по растворимости. Первичное выделение | Экстракция. Сорбция. Осаждение. Кристаллизация. Удаление воды и растворителей. | | 8 |



| | | | | |
|---|---------------------------------------|------------------------------------|--|---|
| | биологически активных веществ. | | | |
| 6 | Электрофорез и мембранные технологии. | Электрофорез. | | 4 |
| 6 | Электрофорез и мембранные технологии. | Мембранные методы в биотехнологии. | | 4 |

Практические занятия

| № раздела | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Тема | Применение ЭО и ДОТ | Объем, час. |
|-----------|---|--|--|-------------|
| 1 | Очистка биологически активных веществ. Классификация и области использования хроматографических методов. | Хроматографические методы и адсорбция. Газовая и жидкостная хроматография. | | 8 |
| 1 | Очистка биологически активных веществ. Классификация и области использования хроматографических методов. | Адсорбционная, распределительная, ионообменная, аффинная, эксклюзионная и осадочная хромат | | 8 |
| 2 | Методы выделения биологически активных веществ в биотехнологии. | Классификация методов и областей их применения. | | 6 |
| 2 | Методы выделения биологически активных веществ в биотехнологии. | Гомогенизация биомассы и разрушение клеток: методы, устройства. | | 6 |
| 3 | Общие принципы методов выделения, очистки и фракционирования биологически активных веществ (БАВ) в биотехнологии. | Различие в объектах выделения и в составах исходных смесей. | Размещено в Информационной системе «Университет-Обучающийся» | 2 |
| 3 | Общие принципы методов выделения, | Методы выделения во взаимосвязи со стадиями технологического | | 4 |



| | | | | |
|---|---|--|--|---|
| | очистки и фракционирования биологически активных веществ (БАВ) в биотехнологии. | процесса. | | |
| 4 | Основные достижения в применении различных методов выделения и очистки биологически активных веществ. | Выделение, очистка и анализ биологически активных веществ различной структуры. | | 8 |
| 5 | Разделение веществ по растворимости. Первичное выделение биологически активных веществ. | Сепарация: методы проведения. | | 6 |
| 5 | Разделение веществ по растворимости. Первичное выделение биологически активных веществ. | Экстракция. Сорбция. Осаждение. Кристаллизация. Удаление воды и растворителей. | | 8 |
| 6 | Электрофорез и мембранные технологии. | Электрофорез. | | 6 |
| 6 | Электрофорез и мембранные технологии. | Мембранные методы в биотехнологии. | | 6 |

Самостоятельная работа студента

| № раздела | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Тема занятия | Вид СРС | Объем, час. |
|-----------|--|--|---------|-------------|
| 1 | Очистка биологически активных веществ. Классификация и области использования хроматографических методов. | Хроматографические методы и адсорбция. Газовая и жидкостная хроматография. | | 8 |
| 1 | Очистка биологически активных веществ. | Адсорбционная, распределительная, ионообменная, аффинная, | | 8 |



| | | | | |
|---|---|--|--|---|
| | Классификация и области использования хроматографических методов. | эксклюзионная и осадочная хромат | | |
| 2 | Методы выделения биологически активных веществ в биотехнологии. | Классификация методов и области их применения. | | 4 |
| 2 | Методы выделения биологически активных веществ в биотехнологии. | Гомогенизация биомассы и разрушение клеток: методы, устройства. | | 4 |
| 3 | Общие принципы методов выделения, очистки и фракционирования биологически активных веществ (БАВ) в биотехнологии. | Различие в объектах выделения и в составах исходных смесей. | | 4 |
| 3 | Общие принципы методов выделения, очистки и фракционирования биологически активных веществ (БАВ) в биотехнологии. | Методы выделения во взаимосвязи со стадиями технологического процесса. | | 4 |
| 4 | Основные достижения в применении различных методов выделения и очистки биологически активных веществ. | Выделение, очистка и анализ биологически активных веществ различной структуры. | | 6 |
| 5 | Разделение веществ по растворимости. Первичное выделение биологически активных веществ. | Сепарация: методы проведения. | | 4 |
| 5 | Разделение веществ по растворимости. Первичное выделение биологически | Экстракция. Сорбция. Осаждение. Кристаллизация. Удаление воды и растворителей. | | 6 |



| | | | | |
|---|---------------------------------------|---|------------------------------------|---|
| | активных веществ. | | | |
| 6 | Электрофорез и мембранные технологии. | и | Электрофорез. | 6 |
| 6 | Электрофорез и мембранные технологии. | и | Мембранные методы в биотехнологии. | 6 |

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Перечень основной литературы

| № | Наименование согласно библиографическим требованиям |
|---|---|
| 1 | Выделение и очистка продуктов биотехнологии. Методическое пособие / авт.: Д.А. Новиков – Минск.: БГУ, 2014. – 256 с. |
| 2 | Новиков Д.А. Выделение и очистка продуктов биотехнологии. Методическое пособие к лабораторным занятиям, задания для самостоятельной работы и контроля знаний студентов – Минск.: БГУ, 2014. – 70 с. |

Перечень дополнительной литературы

| № | Наименование согласно библиографическим требованиям |
|---|---|
| 1 | Абрамова З.И. Исследование белков и нуклеиновых кислот: Учебное пособие. Казань: Казанский государственный университет им.В.И.Ульянова-Ленина, 2006. – 157 с. |
| 2 | Бирюков, В. В. Основы промышленной биотехнологии: учебное пособие — М. : Колос, 2004. — 295 с. |
| 3 | Валова (Копылова), В.Д. Физико-химические методы анализа: Практикум/В.Д. Валова (Копылова), Л.Т. Абесадзе. – М.: Дашков и К, 2010. – 224 с. |
| 4 | Высокоэффективная жидкостная хроматография. Учебно-методическое пособие / сост. С. В. Никулин, Н. Л. Стародубцева, И. А. Попов – М.: МФТИ, 2016. – 39 с. |
| 5 | Грачёва И.М., Иванова Л.А. Биотехнология биологически активных веществ.-М.: Элевар, 2006 – 463с. |
| 6 | Конюхов, В.Ю. Хроматография / В.Ю. Конюхов.- С-Пб.: Лань, 2012.-224 с. |
| 7 | Минина С.А., Каухова И.Е. Химия и технология фитопрепарат ов. Уч.пособие. М.,ГЭОТАР-Медиа,2009 |

Перечень электронных образовательных ресурсов

| № | Наименование ЭОР | Ссылка |
|---|---|--|
| 1 | Новиков Д.А. Выделение и очистка продуктов биотехнологии. | Размещено в Информационной системе «Университет-Обучающийся» |



| | | |
|---|---|--|
| 2 | Лекции по дисциплине "Методы очистки БАВ" | Размещено в Информационной системе «Университет-Обучающийся» |
| 3 | Бирюков, В. В. Основы промышленной биотехнологии: учебное пособие | Размещено в Информационной системе «Университет-Обучающийся» |
| 4 | Тесты по дисциплине "Методы очистки БАВ" | Размещено в Информационной системе «Университет-Обучающийся» |
| 5 | Экзаменационные вопросы по дисциплине "Методы очистки БАВ" | Размещено в Информационной системе «Университет-Обучающийся» |
| 6 | Задания по дисциплине "Методы очистки БАВ" | Размещено в Информационной системе «Университет-Обучающийся» |
| 7 | ФОС по дисциплине "Методы очистки биологически активных веществ" | Размещено в Информационной системе «Университет-Обучающийся» |
| 8 | Грачёва И.М., Иванова Л.А. Биотехнология биологически активных веществ. | Размещено в Информационной системе «Университет-Обучающийся» |

Материально-техническое обеспечение дисциплины

| № п/п | № учебных аудиторий и объектов для проведения занятий | Адрес учебных аудиторий и объектов для проведения занятий | Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта с перечнем |
|-------|---|---|--|
|-------|---|---|--|



0000325 31500

| | | | |
|---|-------|---|--|
| | | | основного оборудования |
| 1 | 6-636 | 119571, г. Москва, пр-кт Вернадского, д. 96, к. 1 | Аудитория для проведения занятий семинарского типа и самостоятельной работы студентов: мультимедийный комплекс (ноутбук, проектор, интерактивная доска) |
| 2 | 2-211 | 119571, г. Москва, пр-кт Вернадского, д. 96, к. 1 | Лекционная аудитория: мультимедийное оснащение (компьютер, проектор, экран) |
| 3 | 6-606 | 119571, г. Москва, пр-кт Вернадского, д. 96, к. 1 | Компьютерный класс: персональные компьютеры с подключением к сети Интернет |
| 4 | 6-607 | 119571, г. Москва, пр-кт Вернадского, д. 96, к. 1 | Учебная лаборатория: вытяжные шкафы, ламинарные шкафы, шейкерный инкубатор, биореакторы учебные настольные, микроскопы медицинские лабораторные, центрифуги настольные, вортексы, весы аналитические и прецизионные, рН-метр, спектрофотометры, мешалки магнитные, гомогенизатор, ультразвуковой дезинтегратор, экструдеры, хроматографическая система умеренного давления, система ВЭЖХ, усилитель, установки для электрофореза и блоттинга, термостаты, сушильный шкаф, баня водяная, мешалка верхнеприводная, холодильник фармацевтический |

Рабочая программа дисциплины разработана кафедрой Биотехнологии ИФ

Разработчики:

| | | |
|------------------------|-----------|---------------------|
| Доцент | | Анурова М.Н. |
| (занимаемая должность) | (подпись) | (фамилия, инициалы) |
| Доцент | | Седякина Н.Е. |
| (занимаемая должность) | (подпись) | (фамилия, инициалы) |



Принята на заседании кафедры Биотехнологии ИФ
от «19» апреля 2023 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой
Биотехнологии ИФ

(подпись)

Луценко С.В.

(фамилия, инициалы)

Одобрена Центральным методическим советом
от «17» мая 2023 г., протокол № 9

Председатель ЦМС

(подпись)

(фамилия, инициалы)

