

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева» (РХТУ им. Д.И. Менделеева)

*Программа вступительных испытаний в магистратуру
по направлению
18.04.01 Химическая технология*

*Магистерская программа
«Химический дизайн в защите растений»*

Разработчики программы:

-профессор кафедры химии и технологии биомедицинских препаратов, д.х.н., Л.В. Коваленко

-заведующий кафедрой химии и технологии органического синтеза, к.х.н., доцент С.В. Попков

1. ВВЕДЕНИЕ

Программа вступительных испытаний предназначена для лиц, желающих поступить в магистратуру ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева» по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (магистерская программа: «Химия и технология биологически активных веществ»). Программа разработана в соответствии с Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 6 апреля 2021 года № 245. Программа рекомендуется для подготовки к вступительным испытаниям выпускников бакалавриата и специалитета классических университетов, технических и технологических вузов. Содержание программы базируется на следующих учебных дисциплинах: «Органическая химия», «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая химическая технология», «Основы биохимии», «Химия и технология биологически активных веществ», «Основы проектирования производств биологически активных веществ» и других специальных учебных дисциплинах, преподаваемых в РХТУ им. Д.И. Менделеева в рамках направления подготовки 18.03.01 Химическая технология.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Программа «Химический дизайн в защите растений»

1. «Основы биохимии»

1. Введение

Роль биохимии в изучении механизма действия биологически активных веществ. Этапы разработки лекарственных средств и агрохимических препаратов. Биологические основы существования живых систем.

2. Структурные молекулы биополимеров

Строение и химические свойства моно-, ди-, олиго- и полисахаридов; их роль в живой природе и использование в производстве лекарственных форм. Строение рибонуклеиновых и дезоксирибонуклеиновых кислот. Процессы репликации, транскрипции и трансляции. Химический мутагенез.

Производные нуклеотидов в качестве лекарственных средств. Структурные классы липидов. Строение клеточных мембран. Пассивный и активный транспорт веществ через клеточные мембраны. Строение белковых аминокислот и их классификация. Незаменимые и заменимые аминокислоты. Роль функциональных групп аминокислот в белках. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Пептиды, белки и их функции.

3. Ферменты

Номенклатура и классификация ферментов. Теории ферментативного катализа. Механизмы регуляции активности ферментов. Простетические группы, коферменты и кофакторы. Витамины в роли предшественников коферментов. Ингибирование ферментов.

4. Метаболизм

Взаимосвязь катаболических и анаболических превращений, их локализация. Линейные и циклические превращения метаболитов. Аденозинтрифосфат в роли универсального носителя химической энергии в метаболических процессах. Катаболические превращения углеводов, аминокислот и жирных кислот; генерирование восстановительного потенциала и энергетические выходы этих процессов. Аэробный и анаэробный катаболизм глюкозы. Окислительное фосфорилирование и синтез АТФ. Фотосинтез. Биосинтез углеводов, жирных кислот, аминокислот пептидов и белков.

5. Механизмы регуляции и защиты жизнедеятельности клетки

Основные принципы нейрогуморальной регуляции. Гормоны, цитокины и нейромедиаторы. Гормональные системы человека, растений и насекомых. Метаболизм ксенобиотиков. Механизмы образования активных форм кислорода в живых клетках. Гипероксидный и оксидативный стресс. Механизм окислительного повреждения компонент клеточных мембран. Супероксиддисмутаза и каталаза. Природные антиоксиданты.

2. «Химия и технология фармацевтических субстанций и химических средств защиты растений», «Химия и механизмы действия биологически активных веществ»

1. Введение

Классификация биологически активных веществ (БАВ). Основные методы и подходы при разработке новых БАВ. Аналоговый синтез, химическая модификация природных веществ. Связь структура – активность, молекулярное моделирование. Понятие токсифорной группы. Пути поступления ксенобиотиков в организм. Препаративные формы пестицидов, лекарственные формы. Меры активности. Понятие терапевтической широты.

2. Химия, токсикология и лекарственные свойства агрохимических препаратов и их структурных аналогов.

Классификация агрохимических препаратов, экономические аспекты и экологические последствия их применения.

Фитоактивные соединения. Гербицидные препараты, нарушающие фотосинтез. Вещества, блокирующие транспорт электронов в фотосистеме II, акцепторы электронов в фотосистеме I. Вещества, нарушающие биосинтез и функционирование хлорофиллов, гашение синглетного кислорода. Фотодинамические гербициды и лекарственные средства.

Фитогормоны и их аналоги. Арилоксиуксусные кислоты. Технология получения, роль хлорированных дибензодиоксинов как экотоксикантов. Гиббереллины и ретарданты. Этилен и его образование в растениях, хлорэтилфосфоновая кислота.

Гербициды с антиметаболитным механизмом действия. Фосфометилглицин и механизм его гербицидного действия, сульфонилгетерилмочевины. Средства борьбы с патогенными грибами: фунгициды и антимикотики. Микотоксины и роль фунгицидов в сохранении сельскохозяйственной продукции. Контактные и системные фунгициды.

Вещества, нарушающие биосинтез эргостерина. Триазольные и имидазольные фунгициды и антимикотики. Применение антимикотиков в медицине, тербинафин.

Фунгициды, нарушающие клеточное дыхание. Стробилурин и его аналоги. Азоксистробин. Вещества нарушающие процесс клеточного деления. Бензимидазольные фунгициды. Карбендазим.

Инсектоакарициды и их роль в сельском хозяйстве. Хлорорганические инсектициды, ДДТ, гексахлоран, производные перхлорциклопентадиена. Экологические последствия применения персистентных хлорорганических препаратов. Фосфорорганические инсектициды и ингибиторы холинэстеразы в качестве лекарственных средств. Синтез тионфосфатов, хлорофоса, и дихлофоса. Производные дитиофосфорной кислоты: малатион, диметоат.

Пиретрины и пиретроиды, механизм инсектицидной активности, биорациональный подход к структуре пиретроидов. Синтез хризантемовой кислоты.

Регуляторы роста и развития насекомых, ингибиторы биосинтеза хитина, ювеноиды и экдизоиды. Димелин, метопрен. Применение феромонов. Биологические способы борьбы с насекомыми вредителями.

3. Токсиканты и лекарства, нарушающие течение биоэнергетических процессов.

Блокировка катаболизма алкилаторами, производными тяжелых металлов, фторацетатом и цианидами. Противораковые средства на основе 2-хлорэтиламина и другие цитостатики.

Антикоагулянтная и геморрагическая активность структурных аналогов витамина К, применение производных 4-гидроксикумарина и 1,3-индан-диона в качестве зооцидов и лекарственных средств. Сульфамидные препараты как антиметаболиты фолиевой кислоты.

4. Психохимические лекарственные препараты

Центральная и периферическая нервная система, нервно-мышечная передача. Нейромедиаторы центральной и периферической нервной системы. Нарушение баланса нейромедиаторов в ЦНС в качестве основы психохимии.

Холинэргический синапс. Строение нейрона возбуждения, передача нервного импульса по аксону, синаптическое окончание. Нарушение работы натриевого и калиевого канала, Na,K-АТФ-азы. Экзоцитоз ацетилхолина и ботулотоксин. Агонисты и антагонисты ацетилхолина в М- и N-холинорецепторах (ХР), организация ХР в двигательных концевых пластинках,

гипотеза Хромова-Борисова. Замещенные карбаматы с лекарственным и инсектицидным действием. Карбарил. Холинэстераза, обратимое и необратимое ее ингибирование, антидотные композиции. Диизопропилфторфосфат, и 2- ПАМ.

γ -Аминомасляная кислота и ГАМК-эргический синапс, блокировка сигнала возбуждения за счет гиперполяризации мембраны. Комплекс рецепторов ГАМК-эргического синапса. Агонисты и антагонисты ГАМК в качестве лекарственных средств. Бензодиазепины, фармакологическая активность барбитуратов и фенитоина. Хлорный канал и его блокировка бициклически-ми эфирами, силатранами.

Ингибиторы циклооксигеназ в качестве лекарственных средств (ацетилсалициловая кислота, ибупрофен, бутадион). Внутривенные анестетики и наркотические препараты. Морфин, диацетилморфин и кодеин, спектр биологической активности. Пути модификации структуры морфина, антагонисты морфина и применение их в качестве лекарственных средств. Просидол, фентанил, трамадол. Механизм привыкания и развития болезненного пристрастия к наркотикам. Энкефалины, эндорфины и другие нейропептиды.

3. «Основы проектирования производств фармацевтических субстанций и химических средств защиты растений», «Основы проектирования производств тонкого органического синтеза»

1. Введение.

Проектирование, его роль и место в процессе создания научно-технического потенциала и производительных сил.

Основные принципы проектирования производств БАВ и полупродуктов для их производства.

2. Основы технологии проектирования

Организация проектных работ. Экономические критерии эффективности производства. Основные стадии проектирования и исходные данные. Техничко-экономическое обоснование, проект, последовательность выполнения проекта. Задачи и критерии решений, принимаемых при проектировании. Мощность производства, точка строительства, проблемы обеспеченности сырьем и энергетикой, отходы производства и их утилизация. Экология и природоохранные мероприятия. Генплан и кооперирование с

подрядными организациями. Инженерные коммуникации и сооружения.

Технологическое проектирование, основные задачи. Периодические и непрерывные производства. Понятие о гибких автоматизированных производствах (ГАПС).

Основные модули технологического модуля. Подготовка сырья, химическое превращение, разделение и очистка продукта, утилизация отходов.

Автоматизация и управление технологическим процессом. Охрана труда. Согласование и утверждение проекта. Авторский надзор.

3. Принципы проектирования реакционных узлов в технологиях БАВ.

Материальные и тепловые процессы. Расчет процессов периодических и непрерывных. Расчет реакторов идеальных в изотермических и неизотермических условиях. Диагностика режима эксплуатации.

4. Элементы анализа и синтеза ХТС в технологиях БАВ. Критерии оптимизации химико-технологического процесса.

Приведенные затраты и их структура. Доход предприятия и его анализ. Особенности автоматизированного проектирования в технологиях БАВ. Примеры производств БАВ и их полупродуктов, принципиальные технологические схемы, расчет материальных потоков для конкретных реакторных узлов.

Оценка подходов к принятию решений по оптимизации работы одного из технологических модулей.

4. «Промышленная органическая химия», «Теория технологических процессов тонкого органического синтеза»

1. Роль процессов окисления в промышленности органического синтеза. Современные представления о механизме жидкофазного окисления углеводородов, катализаторы и ингибиторы реакции. Жидкофазные процессы окисления. Особенности и условия проведения процессов окисления в промышленности органического синтеза.

Способы промышленного получения фенола. Применение фенола. Способы промышленного получения ацетона. Применение ацетона. Способы получения и применение уксусной кислоты. Способы получения и применение формальдегида.

Способы получения и применение этиленоксида и пропиленоксида.

Способы получения и применение адипиновой кислоты.

Способы получения малеинового и фталевого ангидридов. Применение фталевого ангидрида. Окислительный аммонолиз. Синильная кислота – ее химические, токсические свойства, способы получения и применение. Обезвреживание отходов производства.

2. Классификация реакций восстановления и гидрирования. Селективность процессов, катализаторы, влияние условий. Применение реакций гидрирования в промышленности.

Анилин – методы получения и использование. Изоцианаты и полиуретаны.

Получение метанола и его применение.

3. Реакции гидратации алкенов, получаемые продукты. Способы получения ацетальдегида, его применение. Способы получения и применение этанола и изопропанола.

Способы получения и применение сложных эфиров. Алкилирующие агенты и катализаторы O-, S-, N-, C-алкилирования. Применение реакций алкилирования в промышленности. Алкилирование ароматических углеводородов.

4. Использование реакций галогенирования и галогенпроизводных в органическом синтезе. Хлорирование метана, способы получения хлорметанов и их применение. Галогенирование алкенов. Нуклеофильное галогенирование спиртов. Галогенирование карбонильных соединений.

Галогенирование карбоновых кислот в цепь и по карбонильной группе. Способы получения и применение хлоруксусных кислот.

Галогенирование ароматических соединений в ядро и боковую цепь. Катализаторы и условия реакций. Получение хлорбензола и его применение.

Аддитивное галогенирование и гидрогалогенирование алкенов. Способы получения 1,2-дихлорэтана, его применение. Методы получения и применение хлористого этила. Реакции хлоргидрирования и аналогичные процессы. Хлорирование и гидрохлорирование ацетилена. Способы получения и применение винилхлорида.

Особенности фторорганических соединений, их свойства, применение. Способы введения атома фтора в органические соединения. Хлорфторуглероды (хладоны), способы получения, применение.

Примерное содержание вопросов по программе «Химический дизайн в защите растений»

Технологические вопросы:

- 1. Производства тонкого органического синтеза и их специфика. Особенности производства БАВ.*
- 2. Сырьевая база производств биологически активных веществ.*
- 3. Способы организации производства. Факторы, обуславливающие выбор химического реактора.*
- 4. Особенности анализа и синтеза химико-технологических схем в технологии тонкого органического синтеза. Совмещенные технологические схемы. Понятие о гибких автоматизированных производствах (ГАПС).*
- 5. Химическая схема синтеза, как основа разработки технологии БАВ. Факторы, определяющие технологичность процесса, на примере одного из продуктов тонкого органического синтеза.*
- 6. Тепловой расчет реактора периодического действия. Расчет теплового эффекта химического процесса.*
- 7. Материальный баланс технологического процесса. Расчет и применение.*
- 8. Критерии экономической эффективности производства. Особенности экономики производства БАВ.*
- 9. Выбор способов перемещения жидкофазных смесей. Выбор перемешивающего устройства.*
- 10. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре.*
- 11. Удаление, улавливание, утилизация и обезвреживание отходов производств БАВ*
- 12. Методы получения органических сульфокислот и сульфохлоридов в химической технологии БАВ.*
- 13. Методы получения органических нитросоединений в химической технологии БАВ*
- 14. Методы получения органических галогенидов в химической технологии БАВ.*
- 15. Методы восстановления в химической технологии БАВ.*
- 16. Методы окисления в химической технологии БАВ.*
- 17. Методы замещения галогена в органической молекуле на другие*

функциональные группы в химической технологии БАВ.

18. *Применение реактора идеального смешения при производстве БАВ, преимущества и недостатки.*

19. *Применение реактора идеального вытеснения при производстве БАВ и их прекурсоров, преимущества и недостатки.*

20. *Селективность, как один из основных технологических показателей. Влияние способов организации технологического процесса на селективность.*

21. *Способы галогенирования органических соединений в условиях реакций радикального, нуклеофильного и электрофильного замещения и присоединения. Галогенирующие агенты, используемые в промышленности.*

22. *Радикальное окисление углеводов кислородом. Значение реакции в промышленности, хозяйстве, быту, для живых организмов. Инициаторы, катализаторы, ингибиторы реакции, их применение и роль в физиологических процессах.*

Теоретические вопросы.

1. *Классификация биологически активных веществ (БАВ). Основные методы и подходы при разработке БАВ.*

2. *Биомедицинские препараты: природные, синтетические и модифицированные природные вещества.*

3. *Пути поступления ксенобиотиков в организм, две фазы метаболической трансформации.*

4. *Строение и химические свойства моно-, ди-, олиго- и полисахаридов; их роль в живой природе*

5. *Пестициды: определение, классификация, смесевые препараты, синергизм.*

6. *Определение начальной, медианной и абсолютной токсичности, эффективная доза, индекс безопасности. Определение ПДК.*

7. *Карбаматы с инсектицидными и лекарственными свойствами, получение, механизм действия.*

8. *Пиридоксальфосфатзависимые ферменты, функции в организме, их ингибиторы.*

9. *Фосфорорганические инсектициды: получение, механизм действия. Зависимость активности от строения производных кислот фосфора (формула Шрадера).*

10. Хлорорганические инсектициды: получение, механизм действия, особенности применения.

11. Строение, синтез и биологическая активность пиретринов и пиретроидов.

12. Строение рибонуклеиновых и дезоксирибонуклеиновых кислот. Процессы репликации, транскрипции и трансляции и их ингибиторы.

13. Структурные классы липидов. Строение клеточных мембран. Межмембранный потенциал и транспорт веществ через клеточные мембраны.

14. Номенклатура и классификация ферментов. Теории ферментативного катализа. Механизмы регуляции активности ферментов. Простетические группы, коферменты и кофакторы в составе ферментов, регуляторные и каталитические (активные) центры в ферментах.

15. Витамины в роли предшественников коферментов. Влияние тяжелых металлов на работу ферментов.

16. Цикл Кребса и его роль в процессах функционирования живых систем. Ингибиторы цикла.

17. Гемостаз. Свертывающая и противосвертывающая, фибринолитическая и антифибринолитическая системы крови. Витамин К и антикоагулянты.

18. Аденозинтрифосфат в роли универсального носителя химической энергии в метаболических процессах.

19. Катаболические превращения углеводов, аминокислот и жирных кислот; генерирование восстановительного потенциала

20. Окислительное фосфорилирование и синтез АТФ

21. Фотосинтез. Гербициды, блокирующие транспорт электронов в фотосистеме II, акцепторы электронов в фотосистеме I.

22. Гербициды, нарушающие биосинтез и функционирование хлорофиллов.

23. Основные принципы нейрогуморальной регуляции. Гормоны, цитокины и нейромедиаторы.

24. Холинэргический синапс. Агонисты и антагонисты ацетилхолина.

25. Холинэстераза, ее обратимое и необратимое ингибирование, антидоты.

26. Нейромедиаторы центральной и периферической нервной системы.

Нарушение баланса нейромедиаторов в ЦНС в качестве основы психохимических процессов.

27. Гамма-аминомасляная кислота и ГАМК-эргический синапс. Агонисты и антагонисты ГАМК.

28. Седативно-снотворные препараты. Барбитураты и бензодиазепины.

29. Лекарственные средства - ингибиторы циклооксигеназ. Нестероидные противовоспалительные препараты.

30. Энкефалины, эндорфины и другие нейропептиды как факторы антиноцицептивной системы.

31. Наркотические анальгетики природного происхождения и их синтетические аналоги, получение, механизм действия.

32. Нейростимуляторы: строение, получение, механизм действия, особенности применения.

33. Местные обезболивающие средства: строение, получение, механизм действия.

34. Антагонисты гистамина в H1- и H2-рецепторах: строение, получение, механизм действия.

35. Контактные и системные фунгициды. Дитиокарбаматы и замещенные бензимидазолы.

36. Никотин и неоникотиноиды: получение, механизм действия, особенности применения.

37. Биорациональные инсектициды. Ювенильный гормон и ювеноиды.

38. Азольные фунгициды: получение, механизм действия, особенности применения.

39. Ингибиторы клеточного дыхания: стробилурин и его аналоги, получение, механизм действия.

40. Инсектицидная активность арилтиофосфатов и дитиофосфатов, механизм действия.

41. Биосинтез ароматических и алифатических аминокислот в растениях и его ингибиторы. Получение ингибиторов и особенности их применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002
2. Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия. – М.: Мир, 2000.
3. Коваленко Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
4. Солвей Дж.Г. Наглядная медицинская биохимия. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011.
5. Мельников Н.Н., Пестициды. Химия, технология и применение. М.: Химия, 1987, 712 с.
6. Николс Д., Мартин Р., Валлас Б., Фукс П. От нейрона к мозгу: Пер. с англ.- М.: Едиториал УРСС, 2003. – 672 с.
7. Альберт А. Избирательная токсичность. В двух томах. Т. 1 – М.: Медицина, 1989, 400 с., Т. 1 – М.: Медицина, 1989, 432 с.
8. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А., Тимошенко А.В. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. М., Высшая школа, 2010 408 с.
9. Химия и технология ароматических соединений: учебн. пособие / В.Н. Лисицын. – М.: ДеЛи плюс, 2014. – 391с
10. Н.Н.Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефте- химического синтеза. М.: Химия, 1988. – 459с
11. Перевалов В.П., Колдобский Г.И. Основы проектирования и оборудование производств тонкого органического синтеза. – М.: Химия, 1997. – 288с.
12. Коваленко Л.В., Попков С.В., Психоактивные соединения. Химия и биологическая активность: Учебное пособие / М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2012, - 124 с.
13. Захарычев, В. В. Химия гербицидов / В. В. Захарычев. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 592 с. — ISBN 978-5-507-50798-6. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/201185> (дата обращения: 26.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

14. Захарычев, В. В. Грибы и фунгициды : учебное пособие для вузов / В. В. Захарычев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 272 с. — ISBN 978-5- 8114-8962-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185951> (дата обращения: 26.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

15. Захарычев, В. В. Химия биологически активных веществ. Фитогормоны, биостимуляторы и другие регуляторы роста растений : учебник для вузов / В. В. Захарычев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2025. — 412 с. — ISBN 978-5-507-49751-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/436031> (дата обращения: 26.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей