

Рабочая программа дисциплины:

Химия природных соединений

составлена в соответствии с учебным планом по программе специалитета «Фундаментальная и прикладная химия» (Аналитическая химия), утвержденным 30 июня 2023 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Физическая и прикладная химия» 30 июня 2023 года, протокол № 9.

Рабочую программу составил профессор
кафедры «Физическая и прикладная химия»

О. М. Плотникова

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Физическая и прикладная химия»

Л. В. Мосталыгина

Специалист по учебно-методической работе
учебно-методического отдела

Г. В. Казанкова

Начальник управления
образовательной деятельности

И.В. Григоренко

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 2 зачетных единицы трудоемкости (72 академических часа)

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		8
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов, в том числе:	48	48
Лекции	12	12
Лабораторные работы	36	36
Практические занятия	-	-
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	24	24
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы	6	6
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	72	72

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Химия природных соединений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений части цикла дисциплин Б1. Дисциплина проводится в 8 семестре.

Изучение дисциплины «Химия природных соединений» базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин: «Биология с основами экологии», «Аналитическая химия», «Методы разделения и концентрирования», «Органическая химия».

Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины могут быть использованы для освоения дисциплин: «Химическая технология», «Анализ реальных объектов», «Химия высокомолекулярных соединений».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины является ознакомление студентов со свойствами, строением и синтезом важных классов природных соединений живой природы.

Задачами освоения дисциплины являются:

- углубление знаний и умений в области органической химии природных соединений;
- развитие навыков выделения и химического анализа природных органических соединений;
- формирование понимания необходимости и способности приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач возникающих при выполнении профессиональных функций.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий (УК-1);
- способность использовать аналитические методы исследования в анализе различных объектов (ПК-5);
- способность организовывать работу коллектива по решению задач химической направленности (ПК-6).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- знать теоретические вопросы, связанные со строением, основными свойствами органических природных соединений и протекающими в биологических объектах процессами этих соединений в связи «структура – реакционная способность»; аналитические методы исследования в анализе различных объектов; (для УК-1, ПК-5).
- уметь с использованием современных научных методов осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий; (для УК-1).
- уметь организовывать работу коллектива по решению задач химической направленности; применять различные методы анализа к решению практических задач, представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов; (для ПК-5, ПК-6).
- владеть методами безопасного анализа и выделения органических веществ из объектов окружающей среды с целью выполнения профессиональных задач (для ПК-5).

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Рубежи	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
			Лекции	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Введение. Классификация и строение природных органических соединений. Простейшие бифункциональные соединения как основа сложных природных соединений.	2	6
	2	Углеводы, гликозиды и агликонов. Липиды, жирные кислоты, простагландины, жиры. Изопреноиды, терпены. Тритерпеноиды и стероиды. Каротиноиды.	4	10
	РК1	Контрольный рубеж 1	-	2
Рубеж 2	3	Фенолы и фенолоксилоны, лигнин. Пирановые соединения: катехины, кумарины, флавоноиды, антоцианы.	2	6
	4	Алкалоиды и профиринны. Витамины и коферменты. Антибиотики, полиэферы и другие группы природных соединений.	4	10
	РК2	Контрольный рубеж 2		2
ВСЕГО:			12	36

4.2. Содержание лекционных занятий

Тема 1.

Введение. Классификация и строение природных органических соединений. Простейшие бифункциональные соединения как основа сложных природных соединений.

Классификация природных органических соединений: химическая, биохимическая, по источникам природных соединений. Проблемы номенклатуры природных соединений. Теоретический аппарат химии природных соединений. Строение природных органических соединений. Стереохимия природных соединений. Простейшие бифункциональные природные соединения как основа массива природных соединений: гидроксикислоты, оксокислоты, аминокислоты. Строение и свойства органических природных соединений в связи «структура – реакционная способность».

Тема 2.

Углеводы, гликозиды и агликонов. Липиды, жирные кислоты, простагландины, жиры. Изопреноиды, терпены. Тритерпеноиды и стероиды. Каротиноиды.

Углеводы: классификация, строение, свойства и структура, химические свойства, биосинтетические свойства. Производные моносахаридов. Гликозиды.

Липиды: жирные кислоты (жирные, моноеновые, полиеновые, метиленразделенные) и их производные. Химические свойства жирных кислот и их метаболиты (ацетогенины, циклические оксипирины, простагландины, жирные спирты). Жиры и жироподобные производные жирных кислот.

Изопреноиды: строение терпенов и терпеноидов, гемитерпены. Монотерпены. Ациклические монотерпены. Моно- и бициклические монотерпены: строение, свойства, биосинтез изопреноидов. Изопреноиды: сесквитерпены – строение и свойства. Дитерпены и сестертерпены. Тритерпеноиды и стероиды. Тетратерпеноиды – каротиноиды.

Тема 3.

Фенолы и фенолокислоты, лигнин. Пирановые соединения: катехины, кумарины, флавоноиды, антоцианы.

Фенолы и фенолокислоты: строение, свойства. Пирановые соединения: пираны (катехины), α -пираны (кумарины), γ -пираны (хромоны), флавоны. Соли пирилия – антоцианидины. Хиноны: бензохиноны, нафтохиноны. Биосинтез фенольных соединений. Лигнаны, лигнинны.

Тема 4.

Алкалоиды и профирины. Витамины и коферменты. Антибиотики. Полиэфирные и другие группы природных соединений.

Классификация алкалоидов. Истинные алкалоиды: пирролидиновые, пиперидиновые, пиридиновые, пирролизидиновые, хинолизидиновые, хинолиновые, изохинолиновые, индольные, пуриновые, полипептидные. Протоалкалоиды. Строение и химические свойства алкалоидов, их химические модификации. Биосинтез алкалоидов. Порфирины.

Витамины: классификация и свойства, биосинтез. Витамины-коферменты: тиамин, рибофлавин, пиридоксаль, кобаламины, карнитин, филлохинон, биотин, пантотеновая, фолиевая, никотиновая кислоты. Коферменты: аденозинтрифосфат, S-аденозилметионин, убихиноны, липоевая кислота, цитокилин, кобамидин, уридиндифосфатглюкоза, пирролохинолинхинон, коэнзим-М, коэнзим-А, металло-коэнзимы, НАД.

Природные антибиотики, классификация, строение, свойства: лактамные, тетраценовые, аминогликозидные, пептидные, макролидные, полиэфирные. Образование антибиотиков в природе и их биологическая роль. Антибиотики, образуемые различными группами организмов: бактериями, актиномицетами, грибами и лишайниками, высшими растениями и животными.

Разные группы природных соединений: природные кумулены и ацетилены, полиэфирные, амиды, элементоорганические соединения.

4.3. Лабораторные занятия

Шифр раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час.
1	Введение. Классификация и строение природных органических соединений. Простейшие бифункциональные соединения как основа сложных природных соединений.	Органические кислоты (пировиноградная, винная, слизевая, лимонная, леулиновая): выделение из природного материала, свойства.	6
2	Углеводы, гликозиды и агликонов. Липиды, жирные кислоты, простагландины, жиры. Изопреноиды, терпены. Тритерпеноиды и стероиды. Каротиноиды.	Липиды: выделение из растительного материала, свойства. Углеводы: выделение хитина и хитозана из сырья рачков.	6
		Гликозиды и агликоны, эфирные масла: выделение из растительного сырья.	4
		Рубежный контроль 1	2
3	Фенолы и фенолокислоты, лигнин. Пирановые соединения: катехины, кумарины, флавоноиды, антоцианы.	Лигнины: способы выделения и свойства. Фенольные соединения (галловая кислота, флавоноиды): выделение, свойства.	6
4	Алкалоиды и профирины. Витамины и коферменты. Антибиотики, полиэферы и другие группы природных соединений.	Пигментный состав растений: выделение и количественное их определение.	6
		Алкалоиды: выделение и качественный анализ по функциональным группам.	4
		Рубежный контроль 2	2
Всего:			36

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В преподавании курса «Химия природных соединений» преподавателем запланировано использование при чтении лекций образовательных технологий: проблемная лекция; интерактивная лекция; дискуссия. Для понимания лекционного материала и качественного его усвоения студентам необходимо вести конспекты лекций. При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей лабораторной работы. Лекция конспектируется кратко, с выделением основных мыслей. Работая над конспектом лекций необходимо использовать учебник и рекомендованную преподавателем литературу. Вопросы, которые преподаватель не отразил в лекции, студент должен изучить самостоятельно.

Важнейшим при изучении дисциплины является выполнение лабораторных работ. Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним. Обязательным является оформление лабораторной работы по следующему плану: тема, цель, план выполнения эксперимента, основные результаты, вывод. Вопросы по неясным моментам обсуждаются с преподавателем в начале лабораторной работы. В начале работы преподаватель знакомит студентов с особенностями и техникой безопасности предстоящей работы. Методики к лабораторным работам студенты берут либо из оригинальной литературы, либо из методичек, которые выдаются накануне занятия. По окончании работы отчет по ней предоставляется на подпись преподавателю, после чего она должна быть защищена. Для защиты лабораторной работы преподавателем заранее выдается список вопросов для подготовки. Пропущенную по уважительной причине лабораторную работу студент обрабатывает индивидуально.

Преподавателем может быть запланировано применение на лабораторных занятиях интерактивных методов – решение проблемной задачи с переводением лабораторной работы в разряд исследовательской; коллективное взаимодействие при выполнении лабораторной работы как творческого отчета, что может сопровождаться групповым методом выполнения работ, обсуждения результатов и защиты отчетов выполнения лабораторных работ. С целью знакомства с работой специалистов высокого профессионального уровня отдельные лабораторные работы могут быть проведены в рамках экскурсии в профильную лабораторию с коллективным обсуждением конкретной практической задачи.

В ходе всего учебного процесса через участие студентов в лекционных и лабораторных занятиях важнейшим является формирование у студентов способностей и умения самостоятельно получать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию и эффективно её использовать, при этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает углубленное изучение разделов дисциплины при подготовке к лабораторным работам, рубежным контролям и зачету. Самостоятельная работа студента выполняется как по учебникам и учебным пособиям, оригинальной современной литературе по профилю, так и с использованием Интернет-ресурсов.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Виды самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. часы
Подготовка к лабораторным работам	2
Подготовка к рубежным контролям	4
Подготовка к зачету	18
Всего:	24

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ К АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ.
2. Перечень вопросов к зачету.
3. Примерный перечень вопросов к рубежным контролям № 1, № 2.
4. Пример отчета по лабораторным работам и вопросов к их защите.

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии).

Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита лабораторных работ	Рубежные контроли № 1, 2	Зачет
Бальная оценка:	До 12	До 38	До 20	До 30
Примечания:	6 лекций: 2 б. за лекцию	28 баллов: 4 лаб. по 7 б.; 10 баллов: 2 лаб. по 5 б.	2 РК по 10 баллов	
Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – не зачтено; 61...100 баллов – зачтено.			
Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.</p> <p>Для получения зачёта без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.</p> <p>Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.</p> <p>За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.</p> <p>Основанием для получения дополнительных баллов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем; - участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ. 			

<p>Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра</p>	<p>В случае, если к промежуточной аттестации (зачёту) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение и защита пропущенной лабораторной работы (при невозможности дополнительного проведения лабораторной работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной работы самостоятельно) – до 4 или 5 баллов. <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>
--	--

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме в виде сообщения по предложенным преподавателем темам и в виде тестирования. Зачет проводится в форме краткого сообщения (доклада) с презентацией по заранее выбранной творческой теме.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Перечень тем для сообщения и обсуждения к рубежному контролю №1 содержит до 15 тем на выбор студента по химии природных соединений с рассмотрением их строения, свойств, биосинтеза и биологической роли. Сообщение является продуктом самостоятельной работы студента и представляет собой публичное выступление по углубленному изучению определенной учебно-практической темы. На подготовку сообщения дается 1-2 недели. Время, отводимое студенту для сообщения, составляет 5-6 минут. Максимальный балл за сообщение 10 баллов, складывается из баллов за доклад, презентацию и за ответы на вопросы по теме сообщения.

Перечень вопросов к рубежному контролю №2 содержат 10 вопросов в виде тестов с вариантами ответов по выбору и письменных кратких ответов. На подготовку при рубежном контроле №2 студенту отводится 45 минут. Преподаватель оценивает в баллах результаты ответов на вопросы каждого студента по количеству правильных ответов (максимально 1-2 балла, в зависимости от сложности, за один вопрос) и заносит в ведомость учета текущей успеваемости. Всего за 2 рубеж 10 баллов.

Решение проблемной ситуации по заданию преподавателя выполняется в рамках тем лабораторных работ и оценивается в 8 баллов.

Перечень тем докладов (сообщений) к зачету включает до 15 тем на выбор студента, кроме того, тема доклада может быть предложена самим студентом. Доклад (сообщение) является продуктом самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы. На подготовку сообщения 3-4 недели. Время, отводимое студенту для доклада (сообщения), составляет 10 минут. Максимальный балл за сообщение 30 баллов. Количество баллов складывается из баллов за доклад, презентацию, глубину раскрытия темы и ответы на вопросы по теме доклада.

Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета, а также выставляются в зачетную книжку студента.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачета

6.4.1. Примерный перечень тем докладов к зачету

1. Классификация и пути биосинтеза простейших бифункциональных соединений.
2. Классификация и пути биосинтеза моносахаридов, ди- и полисахаридов.
3. Классификация и пути биосинтеза аминокислот, пептидов и белков.
4. Классификация и пути биосинтеза жирных кислот, липидов.
5. Классификация и пути биосинтеза изопреноидов.
6. Классификация и пути биосинтеза фенольных соединений.
7. Классификация и пути биосинтеза порфиринов.
8. Классификация и пути биосинтеза алкалоидов.
9. Классификация и пути биосинтеза витаминов и витаминоподобных веществ.
10. Антибиотики небелковой природы.
11. Фитогормоны (растительные гормоны).
12. Феромоны и ювенильные гормоны насекомых.
13. Растительные и животные яды и токсины.
14. Природные пигменты и красители.
15. Лигнин растений как нерегулярный разветвленный полимер.

6.4.2. Примерный перечень тестовых вопросов к рубежным контролям

Примерный перечень тем сообщений к рубежному контролю 1:

1. Пировиноградная кислота: строение, свойства, биосинтез, биороль.
2. Молочная кислота: строение, свойства, биосинтез, биороль.
3. Лимонная кислота: строение, свойства, биосинтез, биороль.
4. Рицинолевая кислота: строение, свойства, биосинтез, биороль.
5. Глицериновая кислота: строение, свойства, биосинтез, биороль.
6. Галловая кислота: строение, свойства, биосинтез, биороль.
7. Хинная кислота: строение, свойства, биосинтез, биороль.
8. Шикимовая кислота: строение, свойства, биосинтез, биороль.
9. Мевалоновая кислота: строение, свойства, биосинтез, биороль.
10. Холин: строение, свойства, биосинтез, биороль.
11. Мускарин: строение, свойства, биосинтез, биороль.
12. Адреналин: строение, свойства, биосинтез, биороль.
13. Дофамин: строение, свойства, биосинтез, биороль.
14. Гидроксикислоты: строение, свойства, биосинтез, биороль.
15. Оксокислоты: строение, свойства, биосинтез, биороль.

Примерный перечень вопросов к рубежному контролю 2:

1. Химия природных соединений является, в основном, химией реакций:
а) многоцентровых, б) двухцентровых, в) только по одному центру.
2. Какая классификация принята в химии природных соединений: а) химическая; б) по источникам выделения; в) по биологической активности; г) биохимическая, согласно уровням метаболизма.

3. Какое окончание утверждения верно: Ключевые соединения вторичного метаболизма шикимовая кислота, мевалоновая кислота, поликетиды образуются из:
а) пировиноградной кислоты, б) из нуклеиновых кислот, в) из аминокислот.
4. Какие из указанных кислот являются ди- и трикарбоновыми кислотами:
а) молочная, б) лимонная, в) винная, г) рицинолевая, д) яблочная?
5. Хинная кислота – это 1,3,4,5-тетрагидроксициклогексанкарбоновая кислота, шикимовая – 3,4,5-тригидроксициклогексен-1-карбоновая кислота. Укажите наиболее правильную последовательность стадий образования шикимовой кислоты из хинной кислоты:
а) окисление, дегидратация, восстановление; б) дегидратация, восстановление, нитрование;
в) окисление, дегидратация, дегидрирование.
6. Какое соединение не участвует в образовании лигнинов: а) п-кумаровый спирт, б) кониферилловый спирт, в) салициловый спирт, г) синаповый спирт?
7. Сорбиновая кислота $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}=\text{CHCOOH}$, выделенная из сока рябины, является антисептическим веществом. Распределение электронной плотности в сорбиновой кислоте происходит за счет: а) +I эффекта CH_3 - и -M эффекта карбокси- групп и является σ, π, π -сопряжением; б) -I эффекта CH_3 - и +M эффекта карбокси- групп и является π, π -сопряжением;
в) +I эффекта $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}$ - и -M эффекта $\text{C}=\text{O}$ - групп и является σ, π, p -сопряжением.
8. Рицинолевая кислота $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$ является основным компонентом касторового масла. Под действием кислорода по радикальному типу могут образоваться: а) оксиды, б) пероксиды, в) гидроксиды, при этом образование указанных соединений идет по г) 8 и 12 атомам углерода, д) 8 и 11 атомам углерода, е) 9 и 10 атомам углерода. Ответ записать двумя буквами, по одной из каждой части утверждений.
9. В чае содержится теofilлин (1,3,7,9-тетраметилмочевая кислота), а в какао – теобромин (3,7-диметилпурин). Могут ли указанные соединения образовывать лактимную форму:
а) да, оба; б) только теofilлин; в) только теобромин; г) ни один из них.
10. Какие из приведенных утверждений относительно структуры и свойств камфоры (1,7,7-триметилбицикло[2,2,1]гептанон-2) верны: а) образует оксим; б) имеет четыре асимметрических атома углерода; в) является бициклическим монотерпеном; г) бромруется по $\alpha\text{-CH}_2\text{-C}=\text{O}$ группе; д) восстанавливается в двухатомный спирт борнеол.
11. Какой продукт образуется при дегидратации ментола (2-изопропил-5-метилциклогексанола) в присутствии серной кислоты? а) 2-изопропил-5-метилциклогексен; б) 1-изопропил-4-метилциклогексен.
12. Эффективными природными антиоксидантами являются: а) викасол, б) рибофлавин, в) ретинол, г) токоферол.
13. Общим интермедиатом для синтеза триацилглицеролов и глицерофосфолипидов является: а) глицерин, б) 3-фосфоглицериновый альдегид, в) фосфатидная кислота.
14. В основе хромонов и флавоноидов лежат: а) γ -пироны, б) пирены, в) соли перилия?
15. Какое из окончаний утверждения неверно: ключевыми соединениями вторичного метаболизма являются: а) шикимовая кислота, б) мевалоновая кислота, в) нуклеиновая кислота, г) поликетиды.
16. Поликетиды $\text{N}(\text{CH}_2\text{CO})_n\text{SCoA}$ могут образовываться путем:
а) многократной конденсации ацетил-SCoA через образование ацетоацетил-SCoA,
б) многократной конденсации ацетоуксусного эфира; в) полимеризации формальдегида.

17. Если предположить, что при проведении синтеза природного соединения необходимо провести 10 стадий, а выход вещества на каждой стадии равен 70%, то можно ожидать, что выход конечного продукта будет равен: а) около 30%, б) около 10%, в) около 3%?
18. Какие из указанных кислот являются циклическими полигидрокси- карбоновыми кислотами: а) яблочная, б) шикимовая, в) хинная, г) рицинолевая, д) молочная?

6.4.3. Пример отчета по лабораторной работе и вопросы к защите.

Лабораторная работа: Выделение липидов из растительного материала.

Цель. Изучить методы выделения липидов из растительного материала: по Сокслету, модифицированный метод Блая и Дайера, метод в ловушку Дина-Старка.

Эти метода основаны на способности ряда органических растворителей (диэтиловый эфир, петролейный эфир с температурой кипения не выше 60°C, хлороформ, изопропиловый спирт, четыреххлористый углерод, дихлорэтан и др.) количественно извлекать липиды из сухого материала растительного или животного происхождения. В вытяжку (спиртовую, эфирную) переходят жиры (триглицериды), жирные кислоты, стеролы, лецитин, пигменты, воски. Вследствие такой неоднородности данную смесь часто называют фракцией «сырого жира». Определить количество липидов в навеске можно двумя способами: 1) прямым методом путем упаривания растворителя и взвешивания остающихся в ней липидов, 2) косвенным методом по потере массы навески в процессе экстракции липидов.

1. Модифицированный метод Блая и Дайера.

План работы: 1) Образец растительной ткани массой 10-20 г помещают в 100% горячий изопропанол (15 мл) для экстракции, фиксации, а также инактивации ферментов.

2) Далее пробу измельчают (растирают) в течение 15 мин в ступке, спиртовой экстракт фильтруют через бумажный фильтр на воронке Бюхнера.

3) Осадок снова гомогенизируют в 20 мл смеси хлороформ:изопропанол (1:1). Гомогенат фильтруют. Остаток промывают на фильтре сначала смесью хлороформ-изопропанол (1:1) объемом 10 мл, затем хлороформом объемом 5 мл.

4) Объединенные фильтраты упаривают на водяной бане.

5) Остаток растворяют в 10 мл хлороформа и раствор трижды промывают 1% раствором хлористого натрия объемом 30 мл. Промывку осуществляют в делительной воронке, каждый раз сливая промывные воды.

6) Очищенный хлороформовый раствор липидов упаривают до постоянной массы.

7) Рассчитывают выход липидов на единицу абсолютно сухого растительного материала. Выход липидов около 17 %.

2. Метод количественного определения свободных липидов по Сокслету

Метод основан на экстракции липидов из растительного материала диэтиловым эфиром. Эфир должен быть перегнанным, сухим и очищенным от пероксидов.

Экстракцию жиров проводят в автоматически действующем аппарате Сокслета. Колбу с растворителем нагревают на электрической водяной бане с закрытой спиралью. Количество растворителя не должно превышать $\frac{3}{4}$ объема колбы. Навеску помещают в экстрактор в специальном бумажном патроне или пакетик. Через холодильник для хорошего охлаждения пропускают сильный ток воды. Далее определяют в навеске количество липидов вышеописанным методом.

3. Метод извлечения эфирных масел в ловушку Дина-Старка

Получение эфирных масел кипячением в воде с обратным холодильником и сбором в ловушку Дина-Старка наиболее простой (модификация метода Клевенджера). При нагревании происходит отгонка эфирных масел водяным паром. Образующиеся пары по боковому отводу ловушки поднимаются в холодильник, конденсируются, и конденсат собирается в градуированной части ловушки. Конденсат разделяется на два слоя: верхний – эфирные масла, нижний – вода. Избыток воды остаётся в градуированной ловушке, поэтому отгонку эфирных масел необходимо прекращать, когда ловушка практически заполнится.

План работы:

1) Для анализа кожуру апельсинов мелко нарезают ножом в количестве 20 г. Сырьё помещают в круглодонную колбу и заливаем водой в соотношении 1:2,5 (объём воды 50 мл).

2) Колбу нагревают на максимальной температуре до тех пор, пока не начнётся отгонка воды. Как только началась отгонка воды, сразу же уменьшают температуру нагрева, но вода в колбе должна продолжать кипеть. При неоднократном сливе масла из насадки уменьшают температуру так, чтобы воды не отгонялось много.

3) Определяют количество липидов в навеске по количеству отогнанного масла с учетом растворенного масла в воде: $\eta = V \cdot \rho + V_1 \cdot 0,2$,

где V и ρ – объём (мл) и плотность (г/мл) отогнанного эфирного масла, V_1 – объём всей (в ловушке и в колбе) водной фазы после отгонки, 0,2 – растворимость (мг/мл) эфирного масла в воде.

Вопросы для защиты лабораторной работы по теме «Липиды»:

1. Дайте определение липидам и приведите классификацию.
2. Перечислите функции липидов.
3. Приведите примеры наиболее распространенных ВЖК.
4. Что такое мыло?
5. Какие функции выполняют воска, их применение.
6. Какая группа липидов является предшественником витамина D?
7. Дайте определение фосфатидам.
8. Какое азотистое основание входит в состав лецитина?
9. Перечислите структурные закономерности ВЖК.
10. Дайте классификацию ВЖК.
11. Перечислите основные химические свойства ВЖК.
12. В чем суть метода Блая и Дайера.

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная литература

1. Филиппович Ю. Б. Основы биохимии. – Москва: Высшая школа, 1985. – 503 с.
2. Филиппович Ю. Б., Егорова Т. А., Севастьянова Г. А. Практикум по общей биохимии. – Москва: Просвещение, 1982. – 311 с.
3. Северин Е.С. Биохимия: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 768 с. - ЭБС "Консультант студента": URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970433126.html>.
4. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. - Москва: Просвещение, 1987. – 815 с. – Электронная библиотека химфака МГУ: URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/books/ovchinnikov/all.pdf>.

7.2. Дополнительная литература

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с. - ЭБС "Консультант студента" - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>.
2. Вольнец А.П. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений: монография. - Минск: Белорусская наука, 2013. - 283 с. – ЭБС «Лань» - URL: <https://e.lanbook.com/book/90626>.
3. Штильман М.И. Технология полимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного происхождения. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 331 с. - ЭБС "Консультант студента" - URL: <https://prior.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001019183.html>.
4. Шабаров Ю.С., Орецкая Т.С., Сергиев П.В. Моно- и дисахариды: учебное пособие. – МГУ, 2010. – 82 с. Электронная библиотека химфака МГУ. - URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/mono-i-disaharidy/mono-i-disaharidy-1.pdf>.
5. Базарнова Н.Г. Химия древесины и ее основных компонентов: Методическое пособие. - Барнаул: Алтайский гос. ун-т, 2002. - 50 с. Бесплатная электронная библиотека АлГУ - URL: <https://av.disus.ru/metodichka/1551232-1-altayskiy-gosudarstvenniy-universitet-himicheskij-fakultet-kafedra-organicheskoy-himii-himiya-drevesini-osnovnih-komponentov-metodichesk.php>.
6. Кольман Я., Рём К.-Г. Наглядная биохимия. – М.: Мир, 2000. – 469 с. Электронная библиотека химфака МГУ - URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kolman/index.html>

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Методические рекомендации «Лабораторные работы по курсу «Химия природных соединений» / Методические указания для подготовки к занятиям для студентов специальности «Фундаментальная и прикладная химия» 04.05.01. Составитель проф. кафедры ФиПХ Плотникова О.М. *(на правах рукописи)*.

9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>.
2. ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>.
3. ЭБС «Znanium» <https://znanium.com/>.
4. «Гарант» – справочно-правовая система.
5. Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова <http://www.chem.msu.ru/>.
6. Научная библиотека <http://elibrary.ru/>.
7. Образовательная платформа <https://urait.ru>.
8. Федеральный портал «Российское образование». Единое окно доступа к образовательным ресурсам, <http://window.edu.ru>.
9. Портал фундаментального химического образования в России www.chemnet.ru.

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТИХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

При чтении лекций используются слайдовые презентации.

Операционная система и программное обеспечение компьютеров, используемых при показе слайдовых презентаций, соответствует требованиям ФГОС ВО по данной образовательной программе. Для самостоятельной работы студентов необходим доступ в компьютерный класс, имеющий выход в Интернет.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

Лабораторный практикум проводится в специализированной лаборатории кафедры «Физическая и прикладная химия», оснащённой необходимым оборудованием и реактивами. Наборы необходимых реактивов для выполнения лабораторных работ и синтезов. Химическая посуда в достаточном количестве, в том числе: колбы Вюрца, колбы круглодонные и каплевидные; колбы двух- и трехгорлые, холодильники Либиха и обратные, насадки Вюрца, Дина-Старка, Кляйзена; аллонжи, хлоркальциевые трубки, дефлегматоры, термометры. Приборы: иономер, фотоколориметры КФК-2, спектрофотометры СФ-46, рефрактометр, весы аналитические и теххимические, центрифуга, мешалки магнитные, перемешивающие устройства, колбонагреватели, плитки, водоструйные насосы, роторный испаритель, сушильный шкаф, муфельная печь. Компьютерный класс, переносной персональный компьютер, мультимедийный проектор, мультимедийный экран.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Химия природных соединений»

образовательной программы высшего образования –
 программы специалитета
«Фундаментальная и прикладная химия» 04.05.01
 Направленность
«Аналитическая химия»

Трудоемкость дисциплины: 2 ЗЕ (72 академических часа)
 Семестр: 8 (очная форма обучения)
 Форма промежуточной аттестации: Зачет

Содержание дисциплины

Классификация и строение природных органических соединений. Простейшие бифункциональные соединения как основа сложных природных соединений. Углеводы, гликозиды и агликонов. Липиды, жирные кислоты, простагландины, жиры. Изопреноиды, терпены. Тритерпеноиды и стероиды. Каротиноиды. Фенолы и фенолокислоты, лигнин. Пирановые соединения: катехины, кумарины, флавоноиды, антоцианы. Алкалоиды и профирины. Витамины и коферменты. Антибиотики, полиэфиры и другие группы природных соединений.