

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины  
(факультет / институт / филиал)

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«16» июня 2021 г. № 8

**Рабочая программа дисциплины**

**Вторичные метаболиты растений**

---

*(наименование дисциплины (модуля))*

Уровень высшего образования  
бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность  
06.03.01 Биология

---

*(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)*

Направленность образовательной программы  
Биология (общий профиль)

---

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

Форма обучения  
очная

---

*(очная / очно-заочная / заочная)*

Нижегород

2022 год

## 1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.04.04 «Вторичные метаболиты растений» относится к части ООП направления подготовки 06.03.01 Биология, формируемой участниками образовательных отношений.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
<b>ПК-1.</b>  Способен осуществлять информационный поиск по выбранной научной тематике в области биологии, излагать и критически анализировать получаемую информацию, представлять результаты исследований в виде презентаций, научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт, пояснительных записок, публикаций в научных изданиях; поддерживать дискуссию по актуальным вопросам биологии и экологии	<b>ПК-1.1. Знает:</b>  - правила сбора и анализа информации по теме исследования, способы и правила представления результатов в письменной и устной формах,	<i><b>Знать:</b></i> - правила сбора и обработки информации и результатов анализа растительного сырья на предмет наличия в нем вторичных метаболитов.	Тест Доклад на практическом занятии
	<b>ПК-1.2. Умеет:</b>  - планировать и осуществлять поиск научной информации, оформлять результаты исследования для представления в письменной и устной формах.	<i><b>Уметь:</b></i> - планировать и осуществлять поиск научной информации по содержанию, свойствам и применению вторичных метаболитов растений	Отчет к лабораторным работам Контрольная работа
	<b>ПК-1.3. Владеет:</b>  - опытом поиска, анализа, представления и обсуждения результатов исследования	<i><b>Владеть:</b></i> - опытом поиска, анализа, представления и обсуждения результатов исследования по направлению исследования вторичных	Контрольная работа Ответ на экзамене

		метаболитов растений	
ПК-2. Способен проводить эксперименты, наблюдения, измерения по выбранной научной тематике, эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	ПК-2.1. Знает:	<i>Знать:</i> - методики определения вторичных метаболитов растений с помощью современных методов анализа	Отчет к лабораторным работам Контрольная работа
	ПК-2.2. Умеет:	Умеет - подбирать наиболее информативные методики определения вторичных метаболитов растений с помощью современных методов анализа с помощью высокотехнологичного оборудования	Отчет к лабораторным работам Контрольная работа
	ПК-2.3. Владеет:	<i>Владеть:</i> - современными методиками и приемами работы на оборудовании для биохимического анализа, с целью его использования для определения вторичных метаболитов растений	Отчет к лабораторным работам Контрольная работа Ответ на экзамене

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>50</b>

- занятия лекционного типа	26
- занятия семинарского типа	12
- лабораторные работы	12
самостоятельная работа	20
КСР	2
Промежуточная аттестация –	экзамен

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная
<b>Тема 1</b> Введение. Понятие вторичных метаболитов. Основные группы, пути и ферменты синтеза, локализация вторичного метаболизма. Роль вторичных метаболитов для растений	7	4			4	3
<b>Тема 2</b> Использование вторичных метаболитов человеком. Основные методы анализа и идентификации.	7	4			4	3
<b>Тема 3</b> Терпены, гликозиды терпенов. Синтез терпеновых соединений. Роль для растений и человека.	15	4	4	4	12	3
<b>Тема 4</b> Фенольные соединения растений. Классификация. Биосинтез фенольных соединений. Роль фенольных соединений в жизни растений и человека	19	6	4	4	14	5
<b>Тема 5</b> Растительные алкалоиды, классификация, синтез. Роль в жизни растений и человека	12	4	6		10	2
<b>Тема 6</b> Минорные вторичные соединения. Растительные амины. Беталаины. Небелковые аминокислоты. Необычные липиды. Цианогенные	7	4			4	3

гликозиды. Серосодержащие ВМ. 1						
Итого	<b>70</b>	<b>26</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>50</b>	<b>20</b>

Практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: выполнение лабораторных работ, написание контрольных работ, отчетов, научные дискуссии (семинары).

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 24 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП;
- участие в планировании, проведении и представлении результатов фундаментальных и практических научных исследований по актуальным проблемам в соответствующей области знания;
- участие в разработке и контроле эффективности и биобезопасности биологически активных веществ, лекарственных средств, а также биомедицинских изделий и здоровьесберегающих технологий;
- участие в организации и проведении контроля биологической и экологической безопасности продуктов сельскохозяйственного производства, участие в исследованиях по созданию новых сортов в растениеводстве.
- компетенций -

ПК-1.

Способен осуществлять информационный поиск по выбранной научной тематике в области биологии, излагать и критически анализировать получаемую информацию, представлять результаты исследований в виде презентаций, научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт, пояснительных записок, публикаций в научных изданиях; поддерживать дискуссию по актуальным вопросам биологии и экологии

ПК-2. Способен проводить эксперименты, наблюдения, измерения по выбранной научной тематике, эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, лабораторного типа.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студентов:

- самостоятельное изучение литературы вторичных метаболитов растений, (учебников, справочных материалов, специальных источников, статей из периодических изданий и т.п.), необходимой для освоения теоретических вопросов, подготовки к текущему контролю в форме контрольных работ, практических заданий, промежуточному контролю в форме экзамена.

- подготовка к контрольным работам;
- оформление отчетов;
- подготовка к экзамену.

**Вопросы к контрольной работе №1 (по разделу 1 “Введение. Понятие вторичных метаболитов. Основные группы вторичных метаболитов. Пути и ферменты синтеза вторичных метаболитов. Локализация вторичного метаболизма. Роль вторичных метаболитов для растений” и 2 Использование вторичных метаболитов человеком. Основные методы анализа и идентификации вторичных метаболитов)**

1. Определение и признаки вторичных метаболитов
2. Группы вторичных метаболитов с примерами
3. Пути биосинтеза и предшественники вторичных метаболитов
4. Ключевые ферменты вторичного метаболизма
5. Места синтеза и накопления вторичных метаболитов в клетках
6. АВС-транспортёры
7. Локализация вторичных метаболитов в тканях растений
8. Предполагаемое значение вторичных метаболитов для растений с примерами
9. Растительные круги обороны от патогенов
10. Фитоалексины и путь их синтеза
11. Регуляторное значение вторичных метаболитов для растений
12. Значение вторичных метаболитов для человека
13. Стадии исследования вторичных метаболитов
14. Приведите схему выделения основных типов вторичных метаболитов из растительного сырья.

**Вопросы к контрольной работе № 2 (по разделу 3 «Терпены, представители, синтез. Гликозиды терпенов. Синтез терпеновых соединений. Роль для растений и человека»)**

1. Изопрен, значение для всего класса, синтез
2. Представители монотерпенов (формулы: минцен, гераниол, лимонен,  $\alpha$ -пинен, ментол, камфора, хризантемовая кислота). Роль для растений.
3. Сексвитерпены (формулы:  $\alpha$ -фарнезен, АБК). Роль для растений
4. Дитерпены (формулы: фитол, гиббериллиновая кислота). Роль для растений
5. Тритерпены (формула витаферин А) Роль для растений
6. Стероиды (формулы: ситостерол, брассинолид) Роль для растений.
7. Тетратерпены (формулы:  $\beta$ -каротин, зеоксантин). Роль для растений
8. Каучук и гутта. Роль для растений, использование человеком.
9. Дитерпеновые гликозиды. Стевиол - формула
10. Классификация C<sub>30</sub> терпеновых гликозидов и представители
11. Карденолиды. Формула, роль для растений и человека
12. Панаксозиды. Формула, роль для растений и человека
13. Стероидные сапонины Формула (одного), роль для растений и человека
14. Спиростаноловые и фураностаноловые стероидные гликозиды. Роль в растениях
15. Альтернативный путь синтеза изопентинилпирофосфата
16. Мевалоновый путь синтеза изопентинилпирофосфата
17. Синтез групп терпенов
18. Предложите систему растворителей для выделения и исследования терпенов в таких лекарственных растениях, как ромашка аптечная, наперстянка пурпурная.

**Вопросы к контрольной работе № 3 (по разделу 4 «Фенольные соединения растений Классификация. Биосинтез фенольных соединений. Роль фенольных соединений в жизни растений и человека»).**

1. Общая характеристика фенольных соединений и их классификация.

2. С6 простые фенолы. Примеры представителей (ФОРМУЛЫ), производные, их роль
3. С6-С1 фенольные кислоты. Формулы представителей, их роль. Особенности синтеза.
4. С6-С3 гидроксикоричные кислоты и спирты. Представители с формулами, роль.
5. Кумарины, формулы представителей, роль, производные.
6. Флавоноиды. Формула флафана, рутина, катехина. Классификация, особенности.
7. Антоцианы, формула цианидина, разнообразие строения и окраски.
8. Танины. Схема строения конденсированных и гидролизуемых фенолов.
9. Лигнин, строение, роль. Формулы спиртов, входящих в состав.
10. Общая схема биосинтеза фенольных соединений.
11. Шикиматный путь
12. Реакция, катализируемая ФАЛ, ее роль в синтезе фенолов (описать роль подробно).
13. Синтез флавоноидов
14. Окислительно-восстановительные и антиоксидантные свойства фенолов
15. Лигнаны, формулы, синтез, роль для растений.
16. Роль салициловой кислоты у растений.
17. Роль фенольных соединений в жизни человека.

**Тест по разделу по разделу 4 «Фенольные соединения растений Классификация. Биосинтез фенольных соединений. Роль фенольных соединений в жизни растений и человека»**

Вариант 1.

1. К фенольным соединениям относятся вещества, содержащие
  - а) ароматическое кольцо
  - б) гетероциклы
  - в) ароматическое кольцо и гидроксильную группу
  - г) гидроксильную группу в цикле
2. К простым фенольным соединениям относят
  - а) шикимовую кислоту
  - б) галловую кислоту
  - в) пиррокатехин
  - г) рутин
3. К С6-С1-фенольным кислотам относят
  - а) салициловую кислоту
  - б) кумаровую кислоту
  - в) кофейную кислоту
  - г) синаповую кислоту
4. К С6-С3-соединениям относятся
  - а) флавоноиды
  - б) катехины
  - в) сапонины
  - г) кумарины
5. Лигнин выполняет роль
  - а) запасного питательного вещества
  - б) компонента клеточной стенки
  - в) фитоаллексина
  - г) фитогормона

**Вопросы к контрольной работе № 4 (по разделу 6 «Растительные алкалоиды, классификация, синтез» и разделу 7 «Минорные вторичные соединения. Растительные амины. Беталаины. Небелковые аминокислоты. Необычные липиды. Цианогенные гликозиды. Серосодержащие ВМ. Органические кислоты алифатического ряда»).**

1. Общая характеристика алкалоидов и их классификация.
2. Группы истинных алкалоидов. Формулы
3. Тропановые алкалоиды, представители, формулы
4. Производные пиперидина и пиридина. Формулы
5. Производные хинолина и изохинолина. Формулы
6. Производные индола
7. Производные индола. Формулы
8. Протоалкалоиды. Формулы
9. Псевдоалкалоиды.
10. Основные реакции (стадии) синтеза алкалоидов.
11. Синтез отдельных представителей алкалоидов.
12. Значение алкалоидов для растений.
13. Использование алкалоидов человеком.
14. Группы минорных вторичных метаболитов, краткая характеристика.
15. Растительные амины, формулы представителей, образование, роль.
16. Беталаины. Представители, синтез.
17. Небелковые аминокислоты. Представители, значение для растений.
18. Цианогенные гликозиды, представители, роль для растений.
19. Гликозинолаты, представители, значение для растений.
20. Аллицины и тиофены.
21. Органические кислоты и аскорбиновая кислота.

**Вопросы к контрольной работе №5 (все разделы: лабораторные работы).**

1. Приведите принципиальную схему строения аппарата Соксклета.
2. Центрифугирование. Теоретические основы. Виды центрифуг.
3. Спектрофотометрирование, использование в биохимии растений.
4. Перечислите стадии исследования вторичных метаболитов
5. Приведите схему выделения основных типов вторичных метаболитов из растительного сырья.
6. Принципы и применение твердофазной экстракции вторичных метаболитов растений.
7. Характеристики и способы получения воды для лабораторных исследований.
8. Перечислите и обоснуйте основные методы для экстракции вторичных метаболитов.
9. Охарактеризуйте метод ВЭЖХ и масс-спектрометрии.

По всем разделам по результатам лабораторных работ студенты оформляют отчеты.

#### **Требования к оформлению отчетов по лабораторным работам**

Все отчеты должны быть оформлены в форме единого документа (в одной тетради либо отдельные листы сшиты в единый документ). В каждом отчете должны быть приведены название работы, ее цель, принцип метода; словесно или графически представлен ход работы. Раздел “Результаты” должен включать первичные данные и их обработку в объеме, достаточном для подтверждения достижения цели работы и сделанных выводов. Работы, включающие качественный анализ, должны быть проиллюстрированы схемами необходимого оборудования (при использовании установок или приборов), содержать



словесное описание и/или изображение полученных результатов качественных реакций. Работы, включающие количественный анализ, должны включать расчетные формулы, первичные данные (в том числе – калибровочную таблицу и калибровочный график), расчет требуемых величин по собственным первичным данным. Вывод по итогам работы должен быть развернутым, полностью соответствовать полученным результатам. Отчеты за пропущенные лабораторные работы к проверке не допускаются.

#### **Требования к докладу с презентацией:**

Время доклада не менее 10 и не более 15 минут. Количество слайдов презентации не менее 10, не более 15. В докладе должны быть представлены сведения, раскрывающие тему доклада (названия и формулы метаболитов, способ их анализа и извлечения из растительного сырья, роль для растений и механизм действия на животных и человека). Доклад должен быть доложен, а не прочитан.

### **5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

#### **5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonstrированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonstrированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonstrированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonstrированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonstrированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения	При решении стандартных	Имеется минимальны	Продemonstrированы	Продemonстрированы	Продemonстрированы	Продemonстрирован

	материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	й набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	творческий подход к решению нестандартных задач
--	--	--	---	--	--	--	---

#### Шкала оценивания контрольной работы:

Критерии оценивания	1	2	3	4	5
% правильно выполненных заданий контрольной работы	Менее 50%	50-60 %	61-75 %	76-90 %	91-100 %
Характеристика знаний и умений при ответе на коллоквиуме, устном опросе, решении задач, выполнении практических заданий	Не знает, не умеет	Фрагментарные знания, умения, много грубых ошибок.	Неполное знание, 1 грубая или несколько небольших ошибок, в целом успешное, но не систематическое умение, требующее помощи преподавателя.	Знание и умение с небольшими пробелами, мало ошибок, успешное, но не полностью самостоятельное	Знание и умение полное и устойчивое, систематическое, успешное, самостоятельное

#### Шкала оценивания отчетов по лабораторным работам

Зачтено	Отчеты оформлены согласно требованиям п.5, сданы на проверку не позднее, чем на последнем практическом занятии. В отчет внесены все исправления согласно замечаниям преподавателя (возможно на последнем практическом занятии).
Незачтено	Отчеты оформлены не по требованиям либо не подготовлены и не сданы на последнем практическом занятии. В отчете не исправлены ошибки, не проработаны замечания преподавателя по отчету.

#### Шкала оценивания выполнения практического задания на занятии лабораторного типа

Зачтено	Практические задания выполнены в полном соответствии с п. 6.4. Результаты выполнения задания оформлены в виде отчетов согласно требованиям п. 5. Внесены все исправления согласно замечаниям преподавателя.
Незачтено	Практические задания не выполнены. Не исправлены ошибки, не проработаны замечания преподавателя.

#### Шкала оценивания подготовки доклада с презентацией:

Оценка	Критерии
--------	----------

«Отлично»	Качество доклада: производит выдающееся впечатление, сопровождается иллюстративным материалом; автор представил демонстрационный материал и прекрасно в нем ориентировался; отвечает на вопросы; показано владение специальным аппаратом; выводы полностью характеризуют работу.
«Хорошо»	Качество доклада: четко выстроен; демонстрационный материал использовался в докладе, хорошо оформлен, но есть неточности; отвечает на вопросы с неточностями; показано владение специальным аппаратом; выводы не полностью характеризуют работу.
«Удовлетворительно»	Качество доклада: рассказывается, но не объясняется суть работы; демонстрационный материал был оформлен плохо, неграмотно; отвечает не на все вопросы; показано неполное владение специальным аппаратом; выводы нечетко характеризуют работу.
«Неудовлетворительно»	Качество доклада: зачитывается; представленный демонстрационный материал не использовался докладчиком; не отвечает на вопросы; владение специальным аппаратом отсутствует; выводы имеются, но не доказаны.

#### Шкала оценивания экзамена

Превосходно	Безупречное знание и владение понятиями, концепциями, умение сопоставлять и анализировать материал. Демонстрация полной сформированности навыков. В текущей успеваемости при обучении по дисциплине – “зачтено”, “4” или “5” по всем соответствующим видам деятельности.
Отлично	Владение материалом и демонстрация навыков с незначительными недочетами, неточностями, пр. В текущей успеваемости при обучении по дисциплине – “зачтено”, “3”, “4” или “5” по всем соответствующим видам деятельности ИЛИ владение материала и демонстрация навыков на экзамене соответствует оценке “очень хорошо”, но в текущей успеваемости при обучении дисциплине - “зачтено” и “5” по всем соответствующим видам деятельности.
Очень хорошо	Недочеты при сравнительном анализе, незначительные ошибки. Неточности и ошибки в демонстрации навыков, устраняемые после наводящих вопросов преподавателя. В текущей успеваемости при обучении по дисциплине – “зачтено”, “3”, “4” или “5” по всем соответствующим видам деятельности.
Хорошо	Знание теоретического материала в неполном объеме. Неточности и ошибки в демонстрации навыков, устраняемые после наводящих вопросов преподавателя. В текущей успеваемости при обучении по дисциплине – “зачтено”, “3”, “4” или “5” по соответствующим видам деятельности ИЛИ знание материала и демонстрация навыков на экзамене соответствует оценке “удовлетворительно”, но в текущей успеваемости при обучении дисциплине - “зачтено”, “4” или “5” по всем соответствующим видам деятельности.
Удовлетворительно	Знание материала в объеме 50%, грубые ошибки (не более 3).

	Неточности и ошибки в демонстрации навыков, частично устраняемые после наводящих вопросов преподавателя. В текущей успеваемости при обучении по дисциплине – “зачтено”, “3”, “4” или “5” по соответствующим видам деятельности.
Неудовлетворительно	Знание только самых основ, неумение сопоставлять и анализировать. Навыки не сформированы. И/ИЛИ “незачтено” в текущей успеваемости при обучении по дисциплине более чем по одному из проверяемых видов деятельности.
Плохо	Грубые ошибки в понимании теоретического материала и при демонстрации навыков и “незачтено”, “1” и/или “2” в текущей успеваемости при обучении по дисциплине хотя бы по одному из проверяемых видов деятельности.

## **5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.**

### **Темы семинарских докладов для оценки сформированности компетенции ПК-1**

1. Методы исследования растительного сырья для предмет наличия вторичных метаболитов.
2. Методы оценки возможного лекарственного эффекта растений.
3. Группы растений, синтезирующих различные вторичные метаболиты.
4. Лекарственные эффекты терпеновых соединений, сердечные гликозиды.
5. Лекарственные эффекты фенольных соединений.
6. Применение антоцианов в медицине
7. Лекарства и яды среди алкалоидов.
8. Производные группы изохинолина, проблема наркомании.
9. Беталаины, использование в медицине.

### **Образцы задач (практических заданий) и вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2**

1. Провести качественные реакции на терпеновые соединения (на моно- и бициклические терпены, реакция Келлер-Килиани, реакция на пенообразование), определить в растворе-“задаче”.
2. Приведите принципиальную схему строения аппарата Соксклета.
3. Перечислите и обоснуйте основные методы для экстракции вторичных метаболитов

### **Примерный перечень экзаменационных вопросов**

1. Что такое вещества вторичного происхождения? Характеристика. Классы.
2. Терпены. Классификация. Производные изопрена.
3. Монотерпены. Эфирные масла.
4. Тритерпены и тетратерпены.
5. Политерпены. Бальзамы и смолы. Состав.
6. Функции терпенов в растении.
7. Общая характеристика фенольных соединений.
8. Что такое гидроксикоричные кислоты и кумарины?
9. Характеристика флавоноидов, особенности группы.
10. Антоцианы.
11. Лигнин.
12. Дубильные вещества. Процесс дубления.
13. Основные пути образования фенолов в растениях.

14. Алкалоиды, общая характеристика. Классификация. Предшественники алкалоидов.
15. Тропановые алкалоиды.
16. Алкалоиды, производные пиридина.
17. Алкалоиды, производные хинолина.
18. Алкалоиды, производные индола и пурина
19. Протоалкалоиды.
20. Значение алкалоидов в растениях.
21. Значение алкалоидов для человека и животных.
22. Что такое гликозиды. Группы.
23. Особенности О-гликозидов, классификация.
24. Цианогенные гликозиды.
25. Стероидные гликозиды. Сапонины.
26. S, N, C-гликозиды
27. Роль гликозидов в растениях и их практическое применение.
28. Растительные амины.
29. Беталаины.
30. Небелковые аминокислоты.
31. Необычные липиды.
32. Общая характеристика органических кислот алифатического ряда. Их классификация.
33. Летучие и нелетучие органические кислоты, их особенности, распространение.
34. Вещества вторичного происхождения растений, обладающие цитостатическим действием.
35. Растения, характеризующиеся наличием биологически активных веществ с антиметастатическим и антирецидивным действием.
36. Поливалентность лечебного действия лекарственных растений.
37. Культура клеток как источник веществ растительного происхождения.
38. Продукты, получаемые из культуры клеток.
39. Факторы, влияющие на выход продуктов вторичного метаболизма. Условия культивирования растительных клеток

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Физиология растений / Н.Д. Алехина и др. Под ред. И.П. Ермакова. М.: Академия, 2005. 640с.
2. Медведев С. С. Физиология растений: Учебник. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2011. 336 с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Биохимия растений [Электронный ресурс] / Г.-В. Хелдт; пер. с англ.-2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2014. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996313020.html> .

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные демонстрационным оборудованием (доска, переносное мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук, экран)); помещения для проведения семинарских и практических занятий, оборудованные специализированной мебелью; лаборатории для формирования у обучающихся умений и навыков в соответствии с профилем "Биология", укомплектованные вытяжным шкафом, водяной баней, фотоэлектроколориметром, высокоскоростной центрифугой, спектрофотометром, иономером, хроматографической

камерой, необходимым комплектом химической посуды, реактивов, дозаторов; помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования; помещения для самостоятельной работы обучающихся с компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ

Автор \_\_\_\_\_ к.б.н. Брилкина А.А.

Рецензент \_\_\_\_\_ д.б.н. Воденеев В.А.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ к.б.н. Брилкина А.А.

**Программа одобрена** на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 24.02.2021 года, протокол № 4.