

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой

Епринцев Александр Трофимович

Кафедра биохимии и физиологии клетки



21.03.2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
Б1.В.03 Метаболизм органических кислот

**1. Код и наименование направления подготовки:**

06.03.01 БИОЛОГИЯ

**2. Профиль подготовки:**

Биохимия

**3. Квалификация (степень) выпускника:**

бакалавр

**4. Форма обучения:**

Очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

Кафедра биохимии и физиологии клетки

**6. Составители программы:**

Епринцев Александр Трофимович, доктор биологических наук, профессор

**7. Рекомендована:** НМС медико-биологического факультета, протокол №2 от 21.03.2022

**8. Учебный год:** 2023-2024      **Семестр:** 4

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель изучения учебной дисциплины – Изучить метаболизм органических кислот, пути метаболизации основных веществ в эукариотических клетках..

Основными задачами учебной дисциплины являются:

- 1) знать пути и способы регуляции метаболизма органических кислот
- 2) уметь ориентироваться в функционировании основных метаболических путей
- 3) обладать навыками определения химического строения и структуры органических кислот.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина относится к вариативной части блока Б1 ОПОП (бакалавриат /06.03.01 Биология).

Требования к входным компетенциям:

Способен применять знание биологического разнообразия и использовать методы наблюдения, идентификации, классификации, воспроизводства и культивирования живых объектов для решения профессиональных задач;

Демонстрирует понимание принципов функционирования системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений, животных и человека, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах цитологии.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код (ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1.1	Обеспечивает сбор научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знать: пути и способы регуляции метаболизма органических кислот Уметь: организовать сбор научной информации, необходимой для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации Владеть: техникой сбора научной информации, необходимой для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации
ПК-1	Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1.2	Проводит первичный анализ и обобщение отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований под руководством специалиста более высокой квалификации	Знать: функционирование основных метаболических путей в клетке Уметь: анализировать и обобщать отечественный и международный опыт в области исследований метаболизма органических кислот в эукариотической клетке под руководством специалиста более высокой квалификации Владеть: методологией первичного анализа отечественного и международного опыта в области исследований метаболизма органических кислот в эукариотической клетке

	квалификации			под руководством специалиста более высокой квалификации
ПК-2	Способен проводить отдельные виды исследований в рамках поставленных задач по стандартным методикам	ПК-2.1	Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана работы	Знать: порядок проведения биохимического эксперимента Уметь: Планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана работы Владеть: методологией биохимических исследований
ПК-2	Способен проводить отдельные виды исследований в рамках поставленных задач по стандартным методикам	ПК-2.2	Проводит исследование в соответствии с установленными полномочиями, составляет его описание и фиксирует результаты	Знать: теоретические основы методов определения и изучения свойств органических кислот Уметь: Проводить исследование в соответствии с установленными полномочиями, составлять его описание и фиксировать результаты Владеть: методологией биохимических исследований

### 1. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

4/144

### Форма промежуточной аттестации:

Экзамен

### 2. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			4 семестр	№ семестра	...
Аудиторные занятия		50	50		
в том числе:	16	16	16		
	0	0	0		
	34	34	32		
Самостоятельная работа		58	58		
в том числе: курсовая работа (проект)		0	0		
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)		36	36		
Итого:		144	144		

#### 2.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1	Методы исследования органических кислот	Количественные и качественные методы анализа органических кислот.	-
2	Химическое строение и структура органических кислот	Структура и строение органических кислот. Распространение и метаболизм муравьиной кислоты. Физиологическая роль винной и малоновой кислот.	-
3	Компартментация органических кислот	Компартментация органических кислот Компартментация органических кислот в	-

		растительной клетке.	
4	Ферменты. катализирующие метаболизм органических кислот	Ферменты, катализирующие метаболизм органических кислот.	-
5	Молекулярные аспекты регуляции метаболизма органических кислот	Способы регуляции ферментативной активности. Взаимосвязь процессов дыхания и фотосинтеза зеленого растения.	-
6	Роль органических кислот в функционировании важнейших метаболических путей	Метаболизм гликолата. Фотодыхание. Роль лимонной кислоты в метаболизме растений.	-
7	Влияние внешних факторов на метаболизм органических кислот	Влияние различных факторов на метаболизм органических кислот.	-
<b>2. Практические занятия</b>			
1	Методы исследования органических кислот	Количественные и качественные методы анализа органических кислот.	-
2	Химическое строение и структура органических кислот	Структура и строение органических кислот. Распространение и метаболизм муравьиной кислоты. Физиологическая роль винной и малоновой кислот.	-
3	Компартментация органических кислот	Компартментация органических кислот Компартментация органических кислот в растительной клетке.	-
4	Ферменты. катализирующие метаболизм органических кислот	Ферменты, катализирующие метаболизм органических кислот.	-
5	Молекулярные аспекты регуляции метаболизма органических кислот	Способы регуляции ферментативной активности. Взаимосвязь процессов дыхания и фотосинтеза зеленого растения.	-
6	Роль органических кислот в функционировании важнейших метаболических путей	Метаболизм гликолата. Фотодыхание. Роль лимонной кислоты в метаболизме растений.	-
7	Влияние внешних факторов на метаболизм органических кислот	Влияние различных факторов на метаболизм органических кислот.	-

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Методы исследования органических кислот	2	2	0	6	10
2	Химическое строение и структура органических кислот	2	6	0	10	18
3	Компартментация органических кислот	2	2	0	6	10
4	Ферменты. катализирующие метаболизм органических кислот	4	10	0	10	24
5	Молекулярные аспекты регуляции метаболизма органических кислот	2	2	0	10	14
6	Роль органических кислот в функционировании важнейших метаболических путей	2	10	0	10	22
7	Влияние внешних факторов на метаболизм органических кислот	2	2	0	6	10
	<b>Итого:</b>	<b>16</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>58</b>	<b>108</b>

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам Университета и кафедры. При изучении дисциплины предусмотрена работа студента в группе, формирующая чувство коллективизма и коммуникабельность; а также самостоятельная работа, способствующая формированию активной жизненной позиции поведения, аккуратности, дисциплинированности. Для успешного освоения дисциплины обучающимся рекомендуется регулярная работа с конспектами лекций, презентационным материалом, своевременное выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д. Текущий контроль усвоения определяется устным опросом в ходе занятий, ответами на тестовые задания. Способность к творческой деятельности и поиску новых решений определяется подбором ситуационных задач. Помимо индивидуальных оценок, должны использоваться оппонирование студентами рефератов друг друга и рецензирование ответов на коллоквиуме. В конце изучения учебной дисциплины проводится контроль знаний в виде экзамена.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Комов, Вадим Петрович. Биохимия : учебник для академического бакалавриата : [учебник для студ. вузов, обуч. по естественнонаучным и медицинским направлениям] /В.П. Комов, В.Н. Шведова .— 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2017 .— 639.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Епринцев А.Т. ферментативная регуляция ди- и трикарбоновых кислот в растениях / А.Т.Епринцев, В.Н.Попов .- Воронеж.: Изд-во ВГУ, 1999. – 192с.
2	Скупченко, В.Б. Физиология растений [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Б. Скупченко, О.Н. Малышева, М.А. Чубинский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2017. — 104 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/102993">https://e.lanbook.com/book/102993</a> . — Загл. с экрана
3	Землянухин А.А. Метаболизм органических кислот растений: учеб. пособие /А.А.Землянухин, Л.А.Землянухин. - .Воронеж.: Изд-во ВГУ, 1995. – 152с.
4	Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 3: Пути передачи информации [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; под ред. А. А. Богданова и С. Н. Кочеткова ; пер. с англ. канд. хим. наук Т. П. Мосоловой и канд. биол. наук О. В. Ефременковой. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 451 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/103035">https://e.lanbook.com/book/103035</a> .

№ п/п	Источник
5	Пинейру де Карвалью. Малатдегидрогеназа высших растений / М.А.А.Пинейру де Карвалью, А.А.Землянухин, А.Т.Епринцев. – Воронеж.: Изд-во ВГУ, 1991. – 75с

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Ресурс
1	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ.
2	Хелдт, Г.В. Биохимия растений. — М. : Бином. Лаборатория знаний, 2014. — 470 с. <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50558">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50558</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Епринцев А.Т. Экспрессия и регуляция ферментов глиоксилатного цикла / А.Т. Епринцев, В.Н. Попов, М.Ю. Шевченко. -Воронеж: Центрально-Черноземное книжное изд-во, 2005. — 224 с.

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

В целях реализации дисциплины проводятся различные типы лекций (вводная, обзорная и т.д.) с использованием мультимедиа, лабораторные и семинарские занятия, коллоквиумы. При реализации дисциплины используются элементы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии.

ЭУМК «Метаболизм органических кислот» на платформе "Электронный университет ВГУ" <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6698> в котором размещены материалы лекции, презентации по темам занятий, учебная и научная литература по курсу, материалы для подготовки к текущим и промежуточной аттестации.

1. Чтение лекций с использованием слайд-презентаций.
2. Информационно-коммуникационные технологии (консультации преподавателя через тематические форумы и вебинары с использованием электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО "ВГУ" - Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» ([www.moodle.vsu.ru](http://www.moodle.vsu.ru)).
3. Информационные технологии (доступ в Интернет)
4. ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/>
5. ЗНБ ВГУ [www.lib.vsu.ru](http://www.lib.vsu.ru)
6. Консультант плюс – информационно-справочная система
7. ЭБС «Университетская библиотека online»  
<https://biblioclub.ru/>

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, практических работ, текущего контроля и промежуточной аттестации  Специализированная мебель, мультимедийный проектор BENQ, мобильный экран для проектора, ноутбук Toshiba, WinPro8, OfficeSTD, Kaspersky Endpoint Security, GoogleChrome	(г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 369 )
--	--

**19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	1-7	ПК-1 Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1.1 Обеспечивает сбор научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации	Вопросы к разделам, Вопросы для контроля остаточных знаний 1-4
2	1-7	ПК-1 Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1.2 Проводит первичный анализ и обобщение отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований под руководством специалиста более высокой квалификации	Вопросы к разделам Вопросы для контроля остаточных знаний 5.6

3	1,2,4,7	ПК-2 Способен проводить отдельные виды исследований в рамках поставленных задач по стандартным методикам	ПК-2.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана работы	Вопросы к разделам Вопросы для контроля остаточных знаний 7-10
4	1,2,4,7	ПК-2 Способен проводить отдельные виды исследований в рамках поставленных задач по стандартным методикам	ПК-2.2 Проводит исследование в соответствии с установленными полномочиями, составляет его описание и фиксирует результаты	Вопросы к разделам Вопросы для контроля остаточных знаний 11-14
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Перечень вопросов (КИМ)

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

\_\_\_\_\_ Вопросы к разделам \_\_\_\_\_

#### Вопросы к разделу 1,2

1. Методы исследования органических кислот.
2. Дикарбоновые кислоты: строение, функции.
3. Трикарбоновые кислоты: строение, функции.
4. Циклические кислоты: строение, функции.
5. жирные кислоты: строение, функции.
6. Кислоты - производные сахаров, сохраняющие их структуру: строение, функции.
7. Аминокислоты: строение, функции.
8. Метаболизм оксидитрата.

#### Вопросы к разделу 3,4

1. Компартиментация органических кислот в растительной клетке.
2. Метаболизм малата
3. Метаболизм орг кислот в запасяющих тканях растений
4. Фумаратгидратаза
5. Метаболизм дикарбоновых кислот
6. Ферменты катализирующие метаболизм органических кислот
7. Аконитатгидратаза: строение, функции.
8. Сукцинатдегидрогеназа: строение, функции.
9. Малатдегидрогеназа: строение, функции.

#### Вопросы к разделу 6

1. Цикл лимонной кислоты.
2. Метаболизм лимонной кислоты.



3. Цикл трикарбоновых кислот.
4. Метаболизм глиоксилата. Фотодыхание.
5. Метаболизм аминокислот
6. органические кислоты в анаболизме растений.

### Вопросы к разделу 5,7

1. Регуляция метаболизма органических кислот
2. Молекулярные аспекты регуляции метаболизма органических кислот
3. Влияние внешних факторов на метаболизм органических кислот
4. Факторы, влияющие на метаболизм органических кислот растений.
5. Основные методы регуляции активности ферментов.
6. Способы воздействия на экспрессию генов.
7. Фитохромная система как регулирующий фактор процессов в клетке.
8. Особенности регуляции сукцинатдегидрогеназы.

### Вопросы для контроля остаточных знаний:

1. регуляция ЦТК может осуществляться путем аллостерического ингибирования этого фермента при действии АТФ или ацил-СоА-производных длинноцепочечных жирных кислот. О каком ферменте идет речь?

- a) Цитратсинтаза
- b) Малатсинтаза
- c) Пируватдегидрогеназа
- d) сукцинатдегидрогеназа

2. фотодыхание метаболический путь, включающий сразу несколько карбоновых и аминокислот. Его регуляция связана с работой фермента РуБФ-карбоксилазы/оксигеназы. Укажите факторы, активирующие фотодыхание.

- a) Повышение температуры
- a) снижение парциального давления уг-лекислого газа
- b) повышение парциального давления уг-лекислого газа
- c) снижение парциального давления кислорода

3. Вам необходимо сделать обзор литературы о влиянии гипоксии на метаболизм карбоновых кислот у растений. Напишите ключевые слова, которые вы будете использовать для поиска информации.

4. Перечислите минимум три отечественных периодических издания, которые могут содержать актуальную информацию о регуляции путей метаболизма аминокислот.

5. Какие из перечисленных метаболических путей включают реакции с участием яблочной кислоты?

- a) Цикл трикарбоновых кислот
- b) Глиоксилатный цикл
- c) Цикл Хетча-Слэка
- d) Цикл Кальвина

6. Что такое верификация данных?

7. Какую из перечисленных стадий не включает биохимический эксперимент?

- a) Выдвижение гипотезы об исследуемом объекте.
- b) Формулирование цели .

- c) Окончание эксперимента
- d) Проведение эксперимента.
- e) Сбор научной информации по теме.
- f) Планирование эксперимента.
- g) Обработка и анализ результатов эксперимента.
- h) Проверка правильности выдвинутой гипотезы .

8. Расположите перечисленные стадии эксперимента в правильном порядке. Стадию, не относящуюся к экспериментальным исследованиям, не указывайте:

- a) Выдвижение гипотезы об исследуемом объекте.
- b) Формулирование цели .
- c) Окончание эксперимента
- d) Проведение эксперимента.
- e) Сбор научной информации по теме.
- f) Планирование эксперимента.
- g) Обработка и анализ результатов эксперимента.
- h) Проверка правильности выдвинутой гипотезы .

9. Вам необходимо определить субклеточную локализацию изоцитратлиазы в листьях шпината. Напишите план эксперимента.

10. Вы провели нативный электрофорез (по Дэвису) в ПАА геле с целью обнаружения одного из ключевых ферментов метаболизма малата - НАД зависимой малатдегидрогеназы. Вам необходимо провести специфическое проявление геля. Как это сделать?

11. При какой длине волны проводят спектрофотометрическое измерение активности основных ферментов метаболизма яблочной кислоты - малатдегидрогеназ?

- a. 430 нм
- b. 240 нм
- c. 340 нм
- d. 470 нм

12. Аминокислоты, передвигающиеся к аноду при электрофорезе при pH 7,0:

- a. Лизин
- b. Глутаминовая кислота
- c. Аспарагиновая кислота
- d. Аргинин
- e. Гистидин

13. Вам необходимо с помощью электрофореза разделить смесь аминокислот. Какой вид электрофореза целесообразно выбрать? Опишите свои действия при проведении эксперимента.

14. Для определения концентрации карбоновых кислот энзиматическим методом необходимо знать формулу расчета ферментативной активности по изменению оптической плотности, регистрируемой спектрофотометром. Напишите эту формулу.

Текущая аттестация производится в формах: - устного опроса, при оценивании могут использоваться количественные или качественные шкалы оценок.

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

\_\_\_ Собеседование по экзаменационным билетам \_\_\_\_\_

Перечень вопросов к экзамену:

- 1 Методы исследования органических кислот.
- 2 Дикарбоновые кислоты: строение, функции.
- 3 Трикарбоновые кислоты: строение, функции.
- 4 Циклические кислоты: строение, функции.
- 5 Компартиментация органических кислот в растительной клетке.
- 6 Влияние внешних факторов на метаболизм оргкислот.
- 7 Цикл лимонной кислоты.
- 8 Цикл Хетча-Слейка.
- 9 Аконитатгидратаза: строение, функции.
- 10 Сукцинатдегидрогеназа: строение, функции.
- 11 Малатдегидрогеназа: строение, функции.
- 12 Основные методы регуляции активности ферментов.
- 13 Способы воздействия на экспрессию генов.
- 14 Фитохромная система как регулирующий фактор процессов в клетке.
- 15 Особенности регуляции сукцинатдегидрогеназы.
- 16 Взаимодействие процессов фотосинтеза и дыхания растений.
- 17 Метаболизм лимонной кислоты.
- 18 Цикл трикарбоновых кислот.
- 19 Метаболизм глиоксилата. Фотодыхание.
- 20 Факторы, влияющие на метаболизм органических кислот растений.

В каждый КИМ входит по 2 вопроса по различным разделам дисциплины. Описание технологии проведения Экзамен проводится в виде устного опроса. На экзамене студент получает индивидуальный билет, время подготовки к ответу 40 минут. На экзамене запрещается пользоваться какими-либо вспомогательными средствами. Во время проведения экзамена экзаменатор может задать любой дополнительной вопрос в пределах вопросов, вынесенных на экзамен.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области физиологии растений	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), демонстрирует освоение знаний, умений, навыков компетенций дисциплины, допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен продемонстрировать освоение знаний, умений, навыков компетенций дисциплины, допускает значительные ошибки при решении практических задач	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся обладает отрывочными, фрагментарными знаниями, допускает грубые ошибки, не может продемонстрировать обладание знаниями, умениями, навыками компетенций дисциплины.	–	<i>Неудовлетворительно</i>