

**Белорусский государственный университет**



« 08 » \_\_\_\_\_ 09 \_\_\_\_\_ 2014 г.

Регистрационный № УД -1149/уч.

**Метаболическая биохимия**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальностей:**

1-31 01 02 Биохимия;

1-31 01 03 Микробиология

2014 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Татьяна Александровна Кукулянская, доцент кафедры биохимии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра биохимии и биофизики Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова»;

Андрей Александрович Гилеп, заведующий лабораторией молекулярной диагностики и биотехнологии Государственного научного учреждения «Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси», кандидат химических наук

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой биохимии Белорусского государственного университета (протокол № 12 от 6 ноября 2013 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 25 ноября 2013 г.);

Ответственный за редакцию: Татьяна Александровна Кукулянская

Ответственный за выпуск: Татьяна Александровна Кукулянская

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Метаболическая биохимия» составлена в соответствии с требованиями образовательных стандартов высшего образования первой ступени по специальностям 1-31 01 02 «Биохимия» и 1-31 01 03 «Микробиология».

Метаболическая биохимия является одной из основных дисциплин в процессе подготовки специалистов биохимиков и микробиологов. Метаболическая биохимия тесно связана с физиологией, генетикой, микробиологией, другими биологическими дисциплинами и является методологической основой для изучения физиологических процессов. Изучение данной дисциплины позволит получить студентам знания о биохимических основах процессов жизнедеятельности, механизмах и особенностях регуляции метаболических превращений основных классов соединений, способствует получению теоретических и практических навыков, необходимых для формирования специалистов, готовых к проведению исследований на современном научно-методическом уровне.

Курс «Метаболическая биохимия» состоит из 7 разделов, которые посвящены рассмотрению вопросов пластического и энергетического обмена, механизмам реализации генетической информации на биохимическом уровне. Особое внимание в программе уделяется изучению взаимосвязи углеводного, липидного и белкового обмена, рассмотрению метаболизма как единой системы процессов.

Цель курса – сформировать у студентов целостную систему знаний об основных путях обмена веществ, механизмах регуляции и взаимосвязи метаболических процессов.

Задачи дисциплины:

- изучить основные пути метаболизма углеводов, липидов, белков и нуклеиновых кислот в различных органах и тканях;
- рассмотреть основные принципы и особенности синтеза биополимеров;
- дать представление о взаимосвязи метаболических процессов и механизмах их регуляции *in vitro*;
- изучить особенности внутриклеточной локализации метаболических процессов.

Программа курса составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным дисциплинам химического и биологического профиля («Органическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Физиология человека и животных», «Генетика», «Иммунология», «Молекулярная биология» и др.).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- химические основы жизнедеятельности, включая основные пути и механизмы регуляции метаболизма, биохимические механизмы реализации генетической информации;

–теоретическую и практическую значимость метаболической биохимии, взаимосвязь с другими естественными науками;

–новейшие достижения в области биохимии и перспективы их использования в различных областях народного хозяйства, медицины, фармации;

**уметь:**

–использовать знания метаболической биохимии для объяснения важнейших физиологических процессов, происходящих в органах и тканях человека, животных, растений, прокариот как в норме, так и при возникновении патологии;

–использовать биохимические методы исследований в теоретической и экспериментальной биологии;

**владеть:**

–методами количественного и качественного определения метаболитов углеводного, липидного и азотистого обменов;

–основными приемами исследования метаболических процессов.

Программа рассчитана на 140 часов, в том числе 50 часов аудиторных: 34 – лекционных и 16 – лабораторных занятий.

### ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия
1	Введение	2	2	-
2	Метаболизм ДНК и РНК	8	6	2
3	Метаболизм белков, пептидов, аминокислот	10	6	4
4	Обмен углеводов	10	6	4
5	Обмен липидов	6	4	2
6	Энергетика биохимических процессов	8	6	2
7	Интеграция и регуляция обмена веществ	6	4	2
<b>ИТОГО:</b>		<b>50</b>	<b>34</b>	<b>16</b>

### СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

#### 1. ВВЕДЕНИЕ

Метаболическая биохимия – наука о химических превращениях органических веществ, протекающих в живых организмах и лежащих в основе разнообразных проявлений жизнедеятельности. Теоретическая и практическая значимость биохимии, связь с другими естественными науками. Краткая

история развития метаболической биохимии. Введение в обмен веществ и энергии Макроэргические соединения. АТФ и другие нуклеозидтрифосфаты. Важнейшие биохимические принципы метаболизма как совокупности реакций биосинтеза, превращений и распада биомолекул. Энергетический баланс процессов метаболизма.

## **2. МЕТАБОЛИЗМ ДНК И РНК**

Расщепление нуклеиновых кислот нуклеазами. Классификация нуклеаз. Рестриктазы. Принципы распада и биосинтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов.

Биосинтез ДНК и РНК. Биохимические механизмы репликации ДНК. Ферменты и белки, принимающие участие в репликации. Биологическая роль этого процесса. Биохимические основы полимеразной цепной реакции. Биохимические механизмы и биологическая роль транскрипции. Процессинг пре-мРНК у эукариот. Роль рибозимов в процессе посттранскрипционной модификации РНК. Регуляция транскрипции.

## **3. МЕТАБОЛИЗМ БЕЛКОВ, ПЕПТИДОВ, АМИНОКИСЛОТ**

Биосинтез белков и пептидов: локализация и биологическая роль. Активация аминокислот, образование аминоацил-тРНК. Функции мРНК в синтезе белка. Этапы процесса трансляции. Формирование нативной структуры белка. Роль шаперонов и шаперонинов. Посттрансляционная биохимическая модификация белков и пептидов в клетках. Ферментативный гидролиз белков. Протеолитические ферменты. Ограниченный протеолиз белков и пептидов.

Заменимые и незаменимые аминокислоты. Пути образования и распада аминокислот. Механизм и биологическое значение переаминирования. Процессы дезаминирования и декарбоксилирования аминокислот. Образование и транспорт аммиака. Восстановительное аминирование. Амиды и их физиологическое значение. Биосинтез мочевины. Типы азотистого обмена: аммонотелический, уреотелический и урикоотелический.

## **4. ОБМЕН УГЛЕВОДОВ**

Превращение и всасывание углеводов в пищеварительном тракте. Принципы метаболизма олиго- и полисахаридов. Синтез и распад гликогена. Взаимопревращения моносахаридов. Анаэробный и аэробный распад углеводов по дихотомическому пути. Гликогенолиз. Регуляция гликолиза и гликогенолиза. Цикл Кори. Различные типы брожения. Глюконеогенез. Характеристика обходных реакций гликолиза. Гликогеногенез.

Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Пируватдегидрогеназный комплекс. Амфиболический цикл трикарбоновых кислот. Ферменты цикла Кребса и последовательность протекания реакций. Восстановление НАД и ФАД, фосфорилирование на уровне субстрата. Регуляция цикла Кребса. Эффект Пастера.

Пентозофосфатный путь обмена углеводов. Окислительные и неокислительные реакции, биологическая роль процесса.

Энергетическая характеристика аэробной и анаэробной фазы углеводного обмена.

## 5. ОБМЕН ЛИПИДОВ

Расщепление и всасывание липидов в желудочно-кишечном тракте. Эмульгирование жиров. Ресинтез ацилглицеринов в тонком кишечнике. Транспорт жирных кислот в крови и лимфе, трансмембранный перенос. Пути окисления жирных кислот.  $\beta$ -окисление жирных кислот: механизм, пластическая и энергетическая роль. Особенности  $\beta$ -окисления ненасыщенных жирных кислот и жирных кислот с нечетным числом углеродных атомов. Связь  $\beta$ -окисления с циклом трикарбоновых кислот.

Синтез липидов. Синтез пальмитиновой кислоты и образование кислот с большим числом углеродных атомов и ненасыщенных жирных кислот. Мультиферментный комплекс синтазы жирных кислот. Принципы биосинтеза ацилглицеринов и фосфолипидов. Синтез холестерина.

## 6. ЭНЕРГЕТИКА БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Основные понятия биохимической термодинамики.

Классификация реакций биологического окисления. Принципы структурно-функциональной организации электрон-транспортной (дыхательной) цепи митохондрий. НАД- и НАДФ-зависимые дегидрогеназы, флавиновые ферменты, убихинон, цитохромы и цитохромоксидаза. Механизмы сопряжения окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи. Трансмембранный потенциал протонов и работа АТФ-синтетазы.

Пути потребления кислорода в ферментативных реакциях. Механизмы генерации активных форм кислорода в клетке. Перекисное окисление липидов (ПОЛ). Роль активных форм кислорода и ПОЛ в обмене веществ. Регуляторы свободно-радикального окисления в клетках. Антиоксидантная система организма. Природные антиоксиданты.

## 7. ИНТЕГРАЦИЯ И РЕГУЛЯЦИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

Уровни регуляции метаболизма. Гуморальная регуляция. Химическая природа и роль важнейших гормонов в регуляции обмена веществ и синтеза белков. Особенности механизмов действия стероидных и белковых гормонов. Внутриклеточные посредники и их роль в проведении и усилении гормонального сигнала.

Внутриклеточная локализация биохимических процессов. Принципы регуляции метаболизма в клетках и в организме. Регуляция центральных метаболических путей. Взаимосвязь углеводного, липидного и белкового обменов. Обмен веществ как единая система процессов. Заключение.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### Основная:

1. *Анисимов А. А.* Основы биохимии / А. А. Анисимов. М.: Высшая школа, 1987.
2. *Березов Т. Т.* Биологическая химия / Т. Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. М.: Медицина, 1990.
3. Биохимия: Учебник для вузов / Под ред. Е. С. Северина. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006.
4. *Комов В. П., Шведова В. Н.* Биохимия / В. П. Комов, В.Н. Шведова. М.: Дрофа, 2004.
5. *Филиппович Ю. Б.* Основы биохимии / Ю. Б. Филиппович. М., 1999.

#### Дополнительная:

1. *Брухман Э. Э.* Прикладная биохимия / Э. Э. Брухман. М: Наука. 1981.
2. *Досон Р.* Справочник биохимика / Р. Досон, Д. Эллиот, У. Элиот, К. Джонс. М.: Мир, 1991.
3. *Кольман Я.* Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рем. М: Мир, 2000.
4. *Коничев А. С.* Биохимия и молекулярная биология. Словарь терминов / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. М.: Дрофа, 2008.
5. *Ленинджер А.* Основы биохимии / А. Ленинджер. М.: Мир, 1985, Т. 1-3.
6. *Марри Р.* Биохимия человека / Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейс, В. Родуэлл. М.: Мир, 1993, Т.1-2.
7. *Мецлер Д.* Биохимия / Д. Мецлер. М.: Мир, 1980, Т. 1-3.
8. *Овчинников Ю. А.* Биоорганическая химия. М.: Просвещение, 1987.
9. Практикум по биохимии / Под ред. Е. С. Северина и Г. А. Соловьевой. М.: МГУ, 1989.
10. *Спирин Л. С.* Молекулярная биология. Структура рибосом и биосинтез белка / Л. С. Спирин. М.: Высшая школа, 1986.
11. *Страйер Л.* Биохимия / Л. Страйер. М.: Мир, 1985.
12. *Уайт А.* Основы биохимии / А. Уайт, Ф. Хендлер, Э. Смит, Р. Хилл, И. Леман. М.: Мир, 1981, Т. 1-3.
13. *Цыганов А.Р.* Биохимия / А.Р. Цыганов, И.В. Сучкова, И.В. Ковалева. М.: ИВЦ Минфина, 2007.
14. *Шамин А. Н.* История биологической химии. Формирование биохимии / А.Н. Шамин. М.: КомКнига, 2006.
15. *Элиот В.* Биохимия и молекулярная биология / В. Элиот, Д. Элиот. М.: МАИК Наука/Интерпериодика, 2002.
16. *Энкерт Р.* Физиология человека / Р. Энкерт, Д. Рэнделл, Дж. Огастин. М.: Мир, 1991, Т. 1-2.
17. *Champe P.* Biochemistry / P. Champe., R. Harvey, D. Ferrier. Lippencott, 2004.
18. *Gilbert H.* Basic Concepts in biochemistry / H. Gilbert. Paperbach, 1999.

19. [www.chem.qmul.ac.uk/iubmb](http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb) – биохимическая классификация и номенклатура. Свободный доступ на сайте Международного союза биохимии и молекулярной биологии.
20. [www.chemport.org](http://www.chemport.org) – Научные издания в области биохимии, химии и смежных наук.
21. [www.febs.org](http://www.febs.org) – Официальный сайт Федерации европейских биохимических обществ.
22. [www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru) – Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте практической молекулярной биологии.
23. [www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank) и [www.swissprot.com](http://www.swissprot.com) – База данных по всем первичным структурам белков в свободном доступе.
24. [www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed) – Лучшие обзорные статьи по биохимии в журнале “Annual Review of Biochemistry” можно найти на сайте.
25. [www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed) – Свободный доступ в крупнейшую базу научных данных в области биомедицинских наук MedLine, включая биохимию.
26. [www.nobel.se](http://www.nobel.se) – Лауреаты Нобелевских премий по химии, физиологии и медицине

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, методические указания к лабораторным занятиям, материалы текущей и итоговой аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в т.ч. вопросы для подготовки к экзамену, задания, тесты, вопросы для самоконтроля, тематика рефератов и др., список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

## **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

Учебными планами специальностей 1-31 01 02 «Биохимия» и 1-31 01 03 «Микробиология» в качестве формы итогового контроля по дисциплине рекомендован экзамен. Оценка учебных достижений студента осуществляется на экзамене и производится по десятибалльной шкале.



Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по учебной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- защита подготовленного студентом реферата;
- проведение коллоквиума;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- компьютерное тестирование.