



Учреждение образования  
«Белорусская государственная  
орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени  
сельскохозяйственная академия»



**Кафедра биологии растений и химии**

# **ХИМИЯ**

**Теоретический раздел**

**Лекция**

**Введение в биологическую химию**



## Введение

Изучение химического состава органических веществ и живых организмов, а также закономерностей химических реакций, лежащих в основе биохимических превращений, дает возможность управлять процессами жизнедеятельности с целью повышения продуктивности животноводства, птицеводства и рыбоводства.

Биологическая химия как наука развивается на основе изучения химического состава организма человека, животных, растений и микроорганизмов, раскрытия химической стороны процессов жизни, закономерностей перехода химических процессов, совершающихся в живых телах, в физиологическую функцию.

Успехи биологической науки неоспоримы, они привлекают все общее внимание, рождают много смелых прогнозов и надежд. Живая материя необычайно разнообразна и сложна, и принципы ее функционирования в норме, в изменившихся условиях или при патологии познать очень нелегко. Загадки представляют собой пока многие простые организмы, не говоря уже о высокоорганизованных существах и самом человеке. Требуется глубочайшие знания, настойчивость и самопожертвование, преданность делу и вдохновение, чтоб стать соучастником этого великого движения вперед к познанию законов живого мира.

Биологическими проблемами занимаются сегодня десятки наук, которые тесно переплетаются идеи и методы биологии, химии, физики, математики и других областей знания. Арсенал используемых биологией средств огромен. Именно в этом – один из источников ее бурного прогресса, основа достоверности ее выводов суждений. Пути биологии и химии в познании механизмов жизнедеятельности протекают рядом, и это естественно, ибо живая клетка – настоящее царство больших и малых молекул, непрерывно взаимодействующих, возникающих и исчезающих... Здесь находится сфера приложения и одна из новых наук – биоорганическая химия.

Биоорганическая химия – это фундаментальная наука на стыке химии и биологии, она способствует раскрытию принципа о функционировании живых систем. Но она имеет и выраженную практическую направленность, являясь теоретической основой получения новых ценных соединений для медицины и сельского хозяйства.

Биоорганическая химия хотя и уходит своими корнями в органическую химию и физиологию, все же не является ни той, ни другой, а представляет собой новую, самостоятельную науку, со своими особыми предметом и методом исследования. В своем развитии она опирается на практический опыт и потребности дальнейшего развития медицины, сельского хозяйства и промышленности.

Биологическая химия (биохимия) – наука, изучающая химический (молекулярный) состав живых организмов, и протекающие в них химические реакции, которые лежат в основе жизнедеятельности, а также связь этих превращений с деятельностью отдельных тканей и всего организма в целом.



Объектами изучения биохимии являются различные живые организмы – вирусы, бактерии, растения, животные и организм человека. Совокупность биохимических превращений органических соединений (биомолекул) в живых организмах называется обменом веществ или метаболизмом. Метаболизм, в свою очередь, состоит из процессов биосинтеза веществ, то есть анаболизма, и процессов расщепления веществ, то есть катаболизма.

Биохимия – это наука о молекулярных основах жизни. Существует несколько причин тому, что в наши дни биохимия привлекает большое внимание и быстро развивается.

1. Во-первых, биохимикам удалось выяснить химические основы ряда важнейших биохимических процессов.
2. Во-вторых, обнаружены общие пути превращения молекул и общие принципы, лежащие в основе разнообразных проявлений жизни.
3. В-третьих, биохимия оказывает все более глубокое воздействие на ветеринарию и медицину.
4. В-четвертых, быстрое развитие биохимии в последние годы позволило исследователям приступить к изучению самых острых, коренных проблем биологии, ветеринарии и медицины.

### Содержание предмета биохимии

Биохимия состоит из нескольких разделов:

1. Состав и строение химических веществ живого организма – статическая биохимия.
2. Вся совокупность превращения веществ в организме (метаболизм) – динамическая биохимия.
3. Биохимические процессы, лежащие в основе различных проявлений жизнедеятельности – функциональная биохимия.
4. Структура и механизм действия ферментов – энзимология.
5. Биоэнергетика.
6. Молекулярные основы наследственности – передача генетической информации.
7. Регуляторные механизмы метаболизма.
8. Молекулярные механизмы специфических функциональных процессов.
9. Особенности метаболизма в органах и тканях.

Статическая биохимия изучает химический состав организмов и структуру составляющих их молекул (белков, аминокислот, нуклеиновых кислот, нуклеотидов, углеводов и их производных, липидов, витаминов, гормонов).



Динамическая биохимия изучает химические реакции, представляющие обмен веществ (метаболизм), а именно пути превращения молекул и механизмы происходящих между ними реакций. Простые молекулы и их производные (моносахариды, жирные кислоты, аминокислоты, нуклеотиды и др.), образующиеся в процессе метаболизма, называются метаболитами. Биоэнергетика представляет раздел динамической биохимии, который изучает закономерности образования, аккумуляции и потребления энергии в биологических системах.

Функциональная биохимия изучает биохимические реакции, лежащие в основе физиологических функций. Она изучает биохимические основы переваривания питательных веществ в желудочно-кишечном тракте; механизмы мышечного сокращения, проведения нервного импульса, дыхательной функции крови, регуляции кислотно-щелочного равновесия, функции печени и почек, иммунной системы и др.

Биохимия животных и рыб – это раздел биохимии, который изучает закономерности обмена веществ у животных и рыб, в том числе и при заболеваниях. С целью изучения механизмов развития болезней широко используют метод моделирования патологических процессов на животных.

### **История развития биохимии**

В истории развития биохимических знаний и биохимии как науки можно выделить 4 периода.

I период – с древних времен до эпохи Возрождения (XV век). Это период практического использования биохимических процессов без знаний их теоретических основ и первых, порой очень примитивных, биохимических исследований. В самые отдаленные времена люди уже знали технологию таких производств, основанных на биохимических процессах, как хлебопечение, сыроварение, виноделие, дубление кож. Использование растений в пищевых целях, для приготовления красок, тканей наталкивало на попытки понять свойства отдельных веществ растительного происхождения.

II период – от начала эпохи Возрождения до второй половины 19 века, когда биохимия становится самостоятельной наукой. Великий исследователь того времени, автор многих шедевров искусства, архитектор, инженер, анатом Леонардо да Винчи провел опыты и на основании их результатов сделал важный для тех лет вывод, что живой организм способен существовать только в такой атмосфере, в которой может гореть пламя.

В этот период следует выделить работы таких ученых, как Парацельс, М. В. Ломоносов, Ю. Либих, А. М. Бутлеров, Лавуазье.

III период – со второй половины 19 века до 50-х годов 20 века. Ознаменован резким увеличением интенсивности и глубины биохимических исследований, объема получаемой информации, возросшим прикладным значением – использованием достижений биохимии в промышленности, медицине, сельском хозяйстве. К этому



времени относятся работы одного из основоположников отечественной биохимии А. Я. Данилевского (1838–1923), М. В. Ненцкого (1847–1901). На рубеже 19 и 20 веков работал крупнейший немецкий химик-органик и биохимик Э. Фишер (1862–1919). Им были сформулированы основные положения полипептидной теории белков, начало которой дали исследования А. Я. Данилевского. К этому времени относятся работы великого русского ученого К. А. Тимирязева (1843–1920), основателя советской биохимической школы А. Н. Баха, немецкого биохимика О. Варбурга. В 1933 г. Г. Кребе подробно изучил орнитинный цикл образования мочевины, а 1937 г. датируется открытие им же цикла трикарбоновых кислот. В 1933 г. Д. Кейлин (Англия) выделил цитохром С и воспроизвел процесс переноса электронов по дыхательной цепи в препаратах из сердечной мышцы. В 1938 г. А. Е. Браунштейн и М. Г. Крицман впервые описали реакции трансаминирования, являющиеся ключевыми в азотистом обмене.

IV период – с начала 50-х годов 20 века по настоящее время. Характеризуется широким использованием в биохимических исследованиях физических, физико-химических, математических методов, активным и успешным изучением основных биологических процессов (биосинтез белков и нуклеиновых кислот) на молекулярном и надмолекулярном уровнях.

Краткая хронология основных открытий в биохимии этого периода:

1953 г. – Дж. Уотсон и Ф. Крик предложили модель двойной спирали строения ДНК.

1953 г. – Ф. Сенгер впервые расшифровал аминокислотную последовательность белка инсулина.

1961 г. – М. Ниренберг расшифровал первую «букву» кода белкового синтеза – триплет ДНК, соответствующий фенилаланину.

1966 г. – П. Митчелл сформулировал хемиосмотическую теорию сопряжения дыхания и окислительного-фосфорилирования.

1969 г. – Р. Мерифильд химическим путем синтезировал фермент рибонуклеазу.

1971 г. – в совместной работе двух лабораторий, руководимых Ю. А. Овчинниковым и А. Е. Браунштейном, установлена первичная структура аспаратамиотрансферазы – белка из 412 аминокислот.

1977 г. – Ф. Сенгер впервые полностью расшифровал первичную структуру молекулы ДНК (фаг ? X 174).

## **Биомолекулы и клеточные структуры**

Биосфера Земли насчитывает около 1,2 млн. видов животных, в том числе и человека, а также более 500 тыс. видов растений. В живых организмах содержится около 40 различных химических элементов. 99% элементного состава живых организмов представляют такие элементы как углерод (С), кислород (О), водород (Н),



азот (N), фосфор (P) и сера (S). Из этих химических элементов (биоэлементов или органоенов) образуется весь спектр биоорганических соединений. Некоторые элементы входят в состав живых организмов в свободном состоянии в качестве макроэлементов (например, ионы Na, K, Ca, Mg, Cl), или микроэлементов (Fe, Cu, Zn, Mn, Co, Se, F, Mo, V и др.), выполняя важные структурные и регуляторные функции.

Первое место среди химических соединений занимает вода. В организме животных и рыб вода составляет около 60% массы тела. Основная часть макро- и микроэлементов находится в виде водных растворов и в большинстве случаев – в комплексе с органическими соединениями.

Биомолекулы – органические соединения, входящие в состав организмов, образующие клеточные структуры и участвующие в биохимических реакциях обмена веществ.

Функции биомолекул в живых организмах:

а) участие в реакциях обмена веществ в роли промежуточных продуктов (метаболитов). Например, аминокислоты, моносахариды, жирные кислоты и др.

б) участие в образовании сложных молекул (белков, нуклеиновых кислот, липидов, полисахаридов) или биологических структур (мембран, рибосом, ядерного хроматина и др.).

в) участие в регуляции биохимических процессов и функций отдельных клеток и организма в целом (витамины, гормоны, циклические нуклеотиды цАМФ, цГМФ и др.).

## Основные классы биомолекул

**Белки и аминокислоты.** Белки – протеины (protos - первый, значимый), важнейший класс биомолекул, с наличием которых связывают существование жизни в условиях Земли. Белки являются молекулами, в состав которых входят 20 аминокислот. Совокупность белков в организме составляет его протеом.

**Нуклеиновые кислоты и нуклеотиды.** Дезоксирибонуклеиновая (ДНК) и рибонуклеиновая (РНК) кислоты – биополимеры, состоящие из пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Они являются носителями генетической информации у всех живых организмов. Последовательность мононуклеотидов в составе нуклеиновых кислот детерминирует (кодирует) последовательность аминокислотных остатков в белках. Последовательность из трех нуклеотидов (триплет или кодон) в молекуле ДНК соответствует одной из 20 аминокислот. Таким образом, генетический код определяет порядок включения аминокислот в полипептидную цепь в процессе синтеза белка на рибосомах. Совокупность генов в организме составляет его геном. Нуклеиновые кислоты впервые обнаружил в ядрах клеток Фридрих Мишер (1869 г.). Приблизительно через 100 лет (в 1953 г) Д.Уотсон и Ф.Крик сделали фундаментальное открытие, описав структуру ДНК. Это позволяло раскрыть главную загадку



жизни – обеспечение наследственности путем копирования наследственных признаков. Изучение функций РНК позволили сформулировать основную догму молекулярной биологии, которая определяет направление передачи генетической информации у всех живых организмов: ДНК → РНК → Белок. Совокупность информационных РНК в организме составляет его транскриптом.

**Углеводы** – молекулы, состоящие из моносахаридов и их производных (дисахаридов, гомо- и гетерополисахаридов). В животных организмах моносахариды и гомополисахарид гликоген в основном исполняют энергетические функции, а гетерополисахариды принимают участие в образовании мембран, гликокаликса, соединительной ткани и т.д.

**Липиды** – молекулы, особенностью которых является гидрофобная природа. Липиды выступают как энергетический материал (нейтральные жиры), являются структурными компонентами мембран (фосфолипиды, гликолипиды) и биорегуляторами (стероидные гормоны, эйкозаноиды, жирорастворимые витамины).

**Витамины** – соединения с различным химическим строением, не синтезирующиеся в животных организмах, но необходимые для их жизнедеятельности. Они должны постоянно поступать в организм с продуктами питания, обеспечивая нормальное течение метаболических процессов, так как являются компонентами ферментных систем.

**Гормоны и медиаторы** – молекулы, передающие химические сигналы. Благодаря регуляторному действию гормонов и медиаторов нервной системы происходит интеграция отдельных анатомо-физиологических систем в целостный многоклеточный организм. Кроме того в организме имеются свободные аминокислоты, азотистые соединения, нуклеотиды, низкомолекулярные моно-, ди- и трикарбоновые кислоты, спирты, амины, являющиеся промежуточными продуктами метаболизма (метаболитами или интермедиатами).

Совокупность всех метаболитов в организме составляет его метаболом. Клетка – структурная, функциональная и генетическая единица живого организма. Все клетки способны к размножению путем деления, передавая потомкам свои биологические признаки. Клетки делятся на прокариотические (безядерные) и эукариотические (ядерные). Они отличаются по химическому составу и обмену веществ. Клеточные компоненты постоянно обновляются. Для тела млекопитающих период полубообновления белков ( $T_{1/2}$ ) составляет в среднем 12 недель, белков печени меньше – 2 недели, белков мышц – 27 недель, белков костной ткани – много месяцев.



## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов / Н. С. Ахметов. – М.: Высш. шк., 2006. – 743 с.
2. Барковский, Е. В. Аналитическая химия: учеб. пособие / Е. В. Барковский. – Минск: Высш. шк., 2004. – 351 с.
3. Введение в химию биогенных элементов и химический анализ: учеб. пособие / Е. В. Барковский [и др.]. – М.: Высш. шк., 1997. – 126 с.
4. Биохимия. Краткий курс с упражнениями и задачами / под ред. Е. С. Северина, А. Я. Николаева. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. – 448 с.
5. Биохимия животных: учебник для студ. зооинженер. и ветеринар. ф-тов с.-х. вузов / А. В. Четчин; под ред. А. В. Четчина. – М.: Высш. шк., 1982. – 511 с.
6. Грандберг, И. И. Органическая химия: учебник для студентов вузов, обучающихся по агрономическим специальностям / И. И. Грандберг. – 6-е изд., стер. – М.: Дрофа, 2004. – 672 с.
7. Жеребцов, Н. А. Биохимия: учебник / Н. А. Жеребцов, Т. Н. Попова, В. Г. Артюхов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002. – 696 с.
8. Князев, Д. А. Неорганическая химия / Д. А. Князев, С. Н. Смарикин. – М.: Высш. шк., 1990. – 425 с.
9. Кононский, А. И. Биохимия животных: учебник для вузов / А. И. Кононский. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1980. – 432 с.
10. Практикум по общей и биоорганической химии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. В. А. Попкова. – 3-е изд. – М.: Издат. центр «Академия», 2008. – 240 с.
11. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия: учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков. – М.: Дрофа, 2005. – 542 с.
12. Химия. Лабораторный практикум: учеб. пособие / А. Р. Цыганов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 320 с.
13. Химия. Общая химия с основами аналитической: учеб.-метод. пособие / А. Р. Цыганов [и др.]. – Горки: БГСХА, 2012. – 204 с.
14. Хомченко, Г. П. Неорганическая химия / Г. П. Хомченко, И. К. Цитович. – М.: Высш. шк., 1990. – 574 с.
15. Цыганов, А. Р. Биохимия. Практикум: учеб. пособие / А. Р. Цыганов, И. В. Сучкова, И. В. Ковалева. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 150 с.
16. Цыганов, А. Р. Сборник задач и упражнений по химии: учеб. пособие / А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 234 с.

### Дополнительная

1. Алешин, В. А. Практикум по неорганической химии / В. А. Алешин. – М.: Издат. центр «Академия», 2004. – 384 с.
2. Березов, Т. Т. Биологическая химия: учебник / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 1998. – 704 с.
3. Белясова, Н. А. Биохимия и молекулярная биология: учеб. пособие / Н. А. Белясова. – Минск: Книжный дом, 2004. – 416 с.
4. Введение в лабораторный практикум по неорганической химии: учеб. пособие / В. В. Свиридов [и др.]. – Минск: Высш. шк., 2003. – 96 с.
5. Зайцев, С. Ю. Биохимия животных / С. Ю. Зайцев. – СПб.: Изд-во «Лань», 2004. – 382 с.
6. Кудряшов, Л. С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов / Л. С. Кудряшов. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 160 с.
7. Ленский, А. С. Введение в биоорганическую и биофизическую химию / А. С. Ленский. – М.: Высш. шк., 1989.
8. Метревели, Т. В. Биохимия животных / Т. В. Метревели. – СПб.: Изд-во «Лань», 2004. – 295 с.
9. Микробиологический анализ мяса, птицы и яиц / под ред. Дж. К. Мида; пер. с англ. И. С. Горожанкиной. – М.: Профессия, 2009. – 384 с.



Учреждение образования  
«Белорусская государственная  
орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени  
сельскохозяйственная академия»



10. Николаев, А. Я. Биологическая химия: учебник / А. Я. Николаев. – М.: Мед. информ. агентство, 2004. – 566 с.

11. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов / Ю. А. Ершов [и др.]. – 6-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2007. – 560 с.

12. Слесарев, В. И. Химия: основы химии живого: учебник для вузов / В. И. Слесарев. – СПб.: Химиздат, 2001. – 784 с.

13. Угай, Я. А. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов / Я. А. Угай. – 4-е изд. – М.: Высш. шк., 2004. – 440 с.

14. Хазипов, Н. З. Биохимия животных: учебник / Н. З. Хазипов, А. Н. Аскарова. – Казань: КГАВМ, 2003. – 312 с.

#### ***Справочники***

1. Кольман, Я. Наглядная биохимия/Я.Кольман, К.-Г. Рем; пер. с нем. – М.:Мир, 2000. – 469 с.

2. Лидин, Р. А. Химические свойства неорганических веществ / под ред. Р. А. Лидина. – 5-е изд., стер. – М.: КолосС, 2008. – 480 с.



Учреждение образования  
«Белорусская государственная  
орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени  
сельскохозяйственная академия»



Составители  
**Поддубная** Ольга Владимировна  
**Ковалева** Ирина Владимировна