

БАКАЛАВР. АКАДЕМИЧЕСКИЙ КУРС

Ю. А. Ершов

БИОХИМИЯ ЧЕЛОВЕКА

УЧЕБНИК
2-е издание



СООТВЕТСТВУЕТ
ПРОГРАММАМ
ВЕДУЩИХ НАУЧНО-
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ШКОЛ

Юрайт
ИЗДАТЕЛЬСТВО

УМО ВО рекомендует

biblio-online.ru

Ю. А. Ершов

БИОХИМИЯ ЧЕЛОВЕКА

УЧЕБНИК
ДЛЯ АКАДЕМИЧЕСКОГО БАКАЛАВРИАТА

2–е издание, переработанное и дополненное

*Рекомендовано Учебно–методическим отделом высшего образования
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по естественнонаучным направлениям и специальностям*

Книга доступна в электронной библиотечной системе
biblio-online.ru

Москва ■ Юрайт ■ 2016

УДК 577+796.01(075.8)

ББК 75.0я73

Е80

Автор:

Ершов Юрий Алексеевич — доктор химических наук, заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор кафедры медико-технических информационных технологий факультета биомедицинской техники Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана.

Рецензенты:

Белобородов В. Л. — доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой органической химии Первого московского государственного медицинского университета имени И. М. Сеченова;

Саврасов Г. В. — доктор химических наук, профессор факультета биомедицинской техники Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана.

Ершов, Ю. А.

Е80 Биохимия человека : учебник для академического бакалавриата / Ю. А. Ершов. — 2-е изд., пер. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 374 с. — Серия : Бакалавр. Академический курс.

ISBN 978-5-9916-7149-1

При подготовке настоящего учебника автор учитывал возросшие требования к теоретической подготовке студентов, а также предусмотрел соответствие и интеграцию с курсами общетеоретических и специальных дисциплин. Особое внимание уделено количественным физико-химическим методам оценки роли биохимических процессов при обычной жизнедеятельности и повышенных нагрузках для разработки методов контроля и управления состоянием организма. В связи с поставленной целью изложены разделы общей химии, на основе которых проводится: идентификация веществ, входящих в состав организма, и их функциональных групп; оценка свойств буферных растворов и буферных систем организма; описание строения полипептидов, полисахаридов, липидов и нуклеотидов; анализ метаболических путей в организме; описание кинетики биохимических и физиологических процессов; описание функций витаминов и гормонов; оценка биохимического состава тест проб в норме и патологии; описание биохимических принципов функционирования организма. На этой основе сформулированы биохимические принципы функционирования организма человека.

Соответствует актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Для студентов, бакалавров и аспирантов биологических, медицинских, фармацевтических, экологических высших учебных заведений, а также для специалистов в области физической культуры и спорта.

УДК 577+796.01(075.8)

ББК 75.0я73



Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав. Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая компания «Дельфи».

ISBN 978-5-9916-7149-1

© Ершов Ю. А., 2014

© ООО «Издательство Юрайт», 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	6
Введение	8

ЧАСТЬ I

ВВЕДЕНИЕ В БИОХИМИЮ

Глава 1. Теория химических свойств вещества	9
1.1. История развития представлений о строении вещества	9
1.2. Химическая связь, ее экспериментальные характеристики и природа	12
Глава 2. Классы и номенклатура органических соединений	19
2.1. Классификация по структуре углеводородного скелета	19
2.2. Химические формулы веществ – язык химии	23
Глава 3. Методы исследования биоорганических соединений	25
3.1. Общие принципы исследования биоорганических соединений	25
3.2. Методы разделения и очистки	26
Глава 4. Основные реакции биоорганических соединений, протекающие в организме	28
4.1. Реакции гидролиза	28
4.2. Реакции этерификации	31
4.3. Окислительно-восстановительные (red/ox) реакции	31
Глава 5. Биоэнергетика	33
5.1. Взаимосвязь между процессами обмена веществ и энергии в организме	33
5.2. Химическое и физическое равновесие	45
Вопросы и задачи к гл. 5	52

ЧАСТЬ II

СОСТАВ И ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

Глава 6. Составные части живых организмов	54
6.1. Иерархия составных частей живых организмов	54
6.2. Клетка – структурная и функциональная основа жизни	56
Глава 7. Состав живых организмов	58
7.1. Органические и неорганические компоненты организмов. Учение В.И. Вернадского о биосфере и биогеохимия	58
7.2. Распределение важнейших биогенных элементов в организме человека	64
7.3. Биологическая роль химических элементов в организме	66
7.4. Человек и биосфера. Технический прогресс и окружающая среда. Экология	69
7.5. Связь эндемических заболеваний с особенностями биогеохимических провинций	70
Вопросы и задачи к гл. 7	71

ЧАСТЬ III

БИОХИМИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Глава 8. Основные биохимические компоненты организма человека	72
8.1. Жидкие среды организма	73
Способы выражения концентрации растворов 74. – Растворимость газов в жидкостях. Законы Генри, Дальтона и Сеченова 76. – Физиологическое значение законов Генри–Дальтона и Сеченова 78. – Коллигативные свойства растворов 78. – Электролитическая диссоциация 79. – Роль электролитов в жизнедеятельности 84. – Кислотно-основные буферные системы и растворы 93. – Буферные системы крови 100.	

Вопросы и задачи к разд. 8.1.....	104
8.2. Аминокислоты. Пептиды. Белки.....	105
Аминокислоты 106. – Полипептиды. Белки 110. – Ферменты – белки-катализаторы 118	
Вопросы и задачи к разд. 8.2.....	128
8.3. Углеводы (сахара).....	130
Моносахариды 130. – Олигосахариды 134. – Полисахариды 135. – Полисахариды клеточных стенок организмов 139. – Гликопротеины 142. – Полисахариды соединительных тканей 144.	
Аспекты углеводного обмена в восстановительной медицине.....	148
Вопросы и задачи к разд. 8.3.....	152
8.4 Липиды (жиры) и мембраны.....	153
Структура и функции липидов 153. – Фосфолипиды и сфинголипиды – структурные компоненты мембран 157. – Стероидные липиды 164.	
8.5. Нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты.....	165
Нуклеотиды – строительные блоки нуклеиновых кислот 167. – Полинуклеотиды 171. – Химические и физические свойства ДНК 174. – Свободные нуклеотиды. АТФ и NADPH 175. – ДНК – хранитель наследственной информации 177.	

**ЧАСТЬ IV
МЕТАБОЛИЗМ**

Глава 9. Основные метаболические пути.....	181
9.1. Гликолиз.....	183
Пентозофосфатный путь 188	
9.2. Цикл лимонной кислоты (цикл Кребса).....	190
9.3. Метаболизм белков и аминокислот.....	194
Роль белков и аминокислот в жизнедеятельности 194. – Синтез (анаболизм) белков 197. – Энергетическая функция аминокислот 197.	
Аспекты азотистого обмена в восстановительной медицине.....	206
9.4. Метаболизм углеводов (сахаров).....	208
Роль углеводов в жизнедеятельности 208. – Метаболический путь глюконеогенеза от пирувата к глюкозе 210. – Глюконеогенез из аминокислот 215. – Синтез гликогена и роль нуклеозиддифосфатов 216. – Метаболизм фруктозы и галактозы 218. – Углеводсодержащие смешанные биополимеры 220.	
Аспекты гликолиза в восстановительной медицине.....	220
9.5. Метаболизм липидов (жиров).....	222
Роль липидов в жизнедеятельности 222. – Катаболизм (расщепление) жирных кислот 228. – Биосинтез (анаболизм) жирных кислот 231. – Биосинтез (анаболизм) триацилглицеридов 235. – Биосинтез (анаболизм) фосфолипидов 237. – Биосинтез фосфоглицеридов 237. – Биосинтез холестерина 239. – Гормональная регуляция метаболизма триацилглицеридов 241.	
Аспекты обмена липидов в восстановительной медицине.....	242
9.6. Метаболизм нуклеотидов и нуклеиновых кислот.....	246
Катаболизм (расщепление) нуклеотидов и нуклеиновых кислот 247. – Биосинтез (анаболизм) рибонуклеотидов 249. – Биосинтез пиримидиновых рибонуклеотидов 253. – Биосинтез дезоксирибонуклеотидов 254. – Биосинтез ДНК и РНК 256. – Синтез ДНК на матрице РНК 263.	
Аспекты метаболизма нуклеотидов и нуклеиновых кислот в восстановительной медицине.....	264
Методы идентификации индивидуальных биополимеров – ДНК, РНК.....	266
Вопросы и задачи к гл. 9.....	269

**ЧАСТЬ V
БИОКИНЕТИКА И РЕГУЛИРОВАНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Глава 10. Введение в биокинетику.....	270
10.1. Основные понятия и экспериментальные методы биокинетики.....	270
10.2. Влияние концентрации реагентов на скорость реакции.....	274
10.3. Кинетика сложных реакций. Фармакокинетика.....	277
10.4. Зависимость скорости реакций от температуры.....	283

Глава 11. Кинетика ферментативных реакций	286
11.1. Катализ	286
11.2. Уравнение Михаэлиса–Ментен	288
Вопросы и задачи к гл. 10, 11	290
Глава 12. Биохимия нервной и гуморальной регуляции жизнедеятельности организма ...	291
12.1. Витамины	293
Химическая структура и механизмы влияния витаминов на обмен веществ	295
Витамины группы А (жирорастворимые) 295. – Витамины группы D (жирорастворимые) 298. – Витамин Е (жирорастворимый) 299. – Витамины группы К (жирорастворимые) 300. – Витамин Q (жирорастворимый) 301. – Витамины группы F (жирорастворимые) 301. – Витамины группы В (водорастворимые) 302. – Витамин С (водорастворимый) 309. – Витамин Р (водорастворимый) 311. – Витамин Н (водорастворимый) 312. Методы определения витаминов 313.	
Вопросы к разд. 12.1	313
12.2. Гормоны	314
Гормоны щитовидной железы (тиреоидные гормоны) 316. – Гормоны гипофиза 316. – Гормоны гипоталамуса 317. – Гормоны коры надпочечников 318. – Гормоны мозгового вещества надпочечников 319. Гормоны головного мозга – нейропептиды 325. – Гормоны желудочно-кишечного тракта 328. – Гормоны поджелудочной железы 329. – Гормоны половых желез 332.	
Вопросы к разд. 12.2	333

ЧАСТЬ VI

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ

Глава 13. Биохимический предел рекордов	334
13.1. Биохимические факторы спортивных успехов	334
Вопросы к разд. 13.1	340
13.2. Биохимические основы работы мышц	340
Вопросы к разд. 13.2	349
13.3. Биохимические реакции организма при интенсивных нагрузках	350
Вопросы к разд. 13.3	355
13.4. Роль питания в жизнедеятельности	355
Вопросы и задачи к разд. 13.4	360
Приложение	363
Лабораторный практикум	368
Самостоятельная работа (курсовое задание)	371
Рекомендуемая литература	374