

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)



СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАУК О ЖИЗНИ



Биология

Том 1

УЧЕБНИК

Под редакцией академика РАО, профессора **Н.В. Чебышева**,
профессора **Ю.В. Шидловского**

Второе издание, переработанное и дополненное

*Рекомендовано Координационным советом по области образования
«Здравоохранение и медицинские науки» в качестве учебника для использования
в образовательных учреждениях, реализующих основные профессиональные
образовательные программы высшего образования уровня специалитета
по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки,
относящихся к области образования «Здравоохранение и медицинские науки»*



МЕДИЦИНСКОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ АГЕНТСТВО
МОСКВА
2021

УДК 57(075.8)
ББК 28я73
Б63

Получена положительная рецензия Экспертной комиссии по работе с учебными изданиями ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет) № 1321 ЭКУ от 18 марта 2021 г.

Авторский коллектив

Авторами учебника «Биология» являются сотрудники кафедры биологии и общей генетики Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова:

Николай Васильевич Чебышев, академик Российской академии образования, почетный профессор, доктор медицинских наук;

Юлий Валерьевич Шидловский, профессор, доктор биологических наук, заведующий кафедрой;

Иза Автандиловна Беречкидзе, кандидат биологических наук, доцент;

Елена Сергеевна Горожанина, кандидат биологических наук, доцент;

Галина Георгиевна Гринева, кандидат биологических наук, доцент;

Сергей Михайлович Кузин, кандидат биологических наук, доцент;

Марина Валерьевна Козарь, кандидат биологических наук, доцент;

Юлия Борисовна Лазарева, кандидат медицинских наук, доцент;

Светлана Николаевна Ларина, кандидат биологических наук, доцент;

Лариса Михайловна Романова, старший преподаватель;

Татьяна Викторовна Сахарова, кандидат биологических наук, доцент;

Алла Викторовна Филиппова, кандидат медицинских наук, доцент;

Татьяна Викторовна Викторова, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой биологии Башкирского государственного медицинского университета.

Общая редакция книги осуществлена академиком РАО, профессором **Н.В. Чебышевым**, профессором **Ю.В Шидловским**.

Выражаем благодарность научному сотруднику лаборатории исследования механизмов апоптоза ФФМ МГУ **А.В. Замараеву** за помощь в подготовке издания.

Б63 Биология : Учебник : [В 2 т.] Т. 1 / Под ред. акад. РАО, проф. Н.В. Чебышева, проф. Ю.В Шидловского. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2021. — X + 358 с. : ил.

ISBN 978-5-9986-0448-5

ISBN 978-5-9986-0450-8 (Т. 1)

Книга написана коллективом кафедры биологии и общей генетики Первого МГМУ имени И.М. Сеченова в соответствии с программой по биологии для студентов медицинских вузов и медицинских факультетов университетов, обучающихся по группе специальностей «Здравоохранение и медицинские науки», и рекомендована в качестве учебника для студентов образовательных учреждений высшего профессионального образования.

Учебник состоит из десяти глав, в которых последовательно рассматриваются биологические основы жизнедеятельности на всех уровнях организации живого. При подготовке материалов авторами были использованы современные достижения биологии. Большой объем информации хорошо систематизирован, материал содержит многочисленные наглядные таблицы, схемы, рисунки. После каждой главы даются контрольные вопросы и задания, что обеспечивает быстрый и удобный поиск и помогает при самоподготовке студентов к практическим занятиям и экзаменам.

Для студентов медицинских, биологических вузов, а также преподавателей и научных работников.

УДК 57(075.8)

ББК 28я73

ISBN 978-5-9986-0448-5

ISBN 978-5-9986-0450-8 (Т. 1)

- © Чебышев Н.В., Шидловский Ю.В. и др., 2021
- © ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 2021
- © Оформление. ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2021

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.



Краткое оглавление

ТОМ 1

- Глава 1. Биология — наука о жизни**
1.1. Введение в биологию
- Глава 2. Биология клетки**
2.1. Основы цитологии
2.2. Химический состав клетки
2.3. Клетка — элементарная единица живого
2.4. Обмен веществ и превращение энергии
2.5. Деление клетки
- Глава 3. Размножение организмов**
3.1. Способы и формы размножения
3.2. Гаметогенез
- Глава 4. Генетика**
4.1. Хромосомы (хроматин)
4.2. Закономерности наследования признаков, контролируемых ядерными генами
4.3. Молекулярная генетика
4.4. Изменчивость и ее формы
4.5. Медицинская генетика
- Глава 5. Индивидуальное развитие организмов — онтогенез**
5.1. Периодизация онтогенеза
5.2. Закономерности индивидуального развития
5.3. Постнатальное развитие человека
5.4. Регенерация
5.5. Трансплантация

ТОМ 2

- Глава 6. Медицинская паразитология**
6.1. Вопросы общей паразитологии
6.2. Медицинская протозоология
6.3. Медицинская гельминтология
6.4. Медицинская арахноэнтомология
- Глава 7. Эволюция**
7.1. История взглядов на теорию эволюции
7.2. Популяция — элементарная единица эволюции
7.3. Элементарные эволюционные факторы
7.4. Естественный отбор — движущий и направляющий фактор эволюции
7.5. Формы естественного отбора
7.6. Значение эволюционных факторов для медицины
7.7. Адаптации
7.8. Видообразование
7.9. Макроэволюция
7.10. Главные пути и направления органической эволюции
7.11. Пути достижения биологического прогресса
7.12. Правила макроэволюции
7.13. Ход эволюции
7.14. Эпигенетика и эволюция

- Глава 8. Филогенез систем органов**
- 8.1. Общие закономерности филогенеза организмов
 - 8.2. Филогенез нервной системы позвоночных
 - 8.3. Филогенез кровеносной системы позвоночных
 - 8.4. Филогенез мочеполовой системы позвоночных
- Глава 9. Происхождение и этапы эволюции человека**
- 9.1. Происхождение человека
 - 9.2. Место человека в системе животного мира
 - 9.3. Палеонтологические доказательства происхождения человека
 - 9.4. Современный человек и эволюция (неантропы)
 - 9.5. Факторы антропогенеза
- Глава 10. Экология**
- 10.1. Учение о биосфере
 - 10.2. Общая экология
 - 10.3. Экология человека

Список литературы

Предметный указатель



Оглавление

Глава 1.	Биология — наука о жизни	1
1.1.	Введение в биологию	1
1.1.1.	Основные свойства живых организмов	1
1.1.2.	Понятие систем. Системный подход.	3
1.1.3.	Уровни организации живого.	3
1.1.3.1.	Причины возникновения структурных уровней организации живого	5
Глава 2.	Биология клетки	7
2.1.	Основы цитологии	7
2.1.1.	Методы изучения клетки	10
2.1.1.1.	Общее строение клетки	12
2.2.	Химический состав клетки	13
2.2.1.	Органические вещества клетки	15
2.2.1.1.	Белки	15
2.2.1.1.1.	Ферменты	19
2.2.1.2.	Липиды	20
2.2.1.3.	Углеводы	22
2.2.1.4.	Нуклеиновые кислоты	23
2.2.1.4.1.	ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота)	26
2.2.1.4.2.	РНК (рибонуклеиновая кислота)	28
2.2.1.4.3.	АТФ (аденозинтрифосфорная кислота)	31
2.3.	Клетка — элементарная единица живого	33
2.3.1.	Неклеточные формы жизни. Вирусы	33
2.3.2.	Клеточные формы жизни	41
2.3.2.1.	Надцарство прокариоты	41
2.3.2.2.	Надцарство эукариоты	49
2.3.2.2.1.	Поверхностный аппарат клетки	49
2.3.2.2.2.	Цитоплазма	64
2.3.2.2.3.	Клеточное ядро	75
2.3.2.3.	Основные различия между растительными и животными клетками	83
2.4.	Обмен веществ и превращение энергии.	84
2.4.1.	Фотосинтез	86
2.4.2.	Хемосинтез	92
2.4.3.	Энергетический обмен.	92
2.5.	Деление клетки.	96
2.5.1.	Жизненный цикл клеток.	96
2.5.2.	Митотический цикл.	100
2.5.3.	Митоз	101
2.5.4.	Амитоз	104
2.5.5.	Эндомитоз и политения	104
2.5.6.	Регуляция размножения клеток.	105
2.5.7.	Регуляция митотического цикла	106
2.5.8.	Стволовые клетки	111
2.5.9.	Дифференцировка и дедифференцировка клеток	113
2.5.10.	Смерть клеток. Апоптоз	115
Глава 3.	Размножение организмов	125
3.1.	Способы и формы размножения	125
3.1.1.	Бесполое размножение	125
3.1.2.	Половое размножение.	127
3.2.	Гаметогенез	128
3.2.1.	Мейоз	134
3.2.2.	Первичные половые клетки	134

Глава 4.	Генетика	143
4.1.	Хромосомы (хроматин)	143
4.1.1.	Теломерные участки эукариотических хромосом	145
4.1.1.1.	Длина теломер и старение у человека	146
4.1.2.	Химический состав хромосом эукариот	147
4.1.2.1.	Уровни компактизации хроматина	147
4.1.2.2.	Гетерохроматин и эухроматин	148
4.2.	Закономерности наследования признаков, контролируемых ядерными генами	151
4.2.1.	Аутосомное наследование	152
4.2.1.1.	Анализирующее скрещивание	157
4.2.2.	Взаимодействие генов	158
4.2.2.1.	Аллельные гены	158
4.2.2.2.	Неаллельные гены	161
4.2.3.	Хромосомная теория наследственности	167
4.2.3.1.	Полное сцепление	167
4.2.3.2.	Неполное сцепление	168
4.2.3.3.	Хромосомный механизм определения пола	170
4.2.3.4.	Развитие признаков пола у млекопитающих и человека	171
4.2.3.5.	Наследование признаков, сцепленных с полом	175
4.3.	Молекулярная генетика	178
4.3.1.	Доказательства роли нуклеиновых кислот в хранении и передаче генетической информации. Опыты Гриффита и Эвери	178
4.3.2.	Модель ДНК	180
4.3.3.	РНК	180
4.3.4.	Репликация ДНК	180
4.3.5.	Репарация при повреждении ДНК	186
4.3.6.	Реализация генетической информации	190
4.3.6.1.	Свойства генетического кода	191
4.3.6.2.	Транскрипция	191
4.3.6.3.	Процессинг РНК	195
4.3.6.4.	Трансляция	197
4.3.6.5.	Посттрансляционные изменения белков	200
4.3.6.6.	Особенности трансляции у прокариот и эукариот	201
4.3.7.	Регуляция экспрессии генов	201
4.3.7.1.	Регуляция транскрипции	202
4.3.7.2.	Факторы транскрипции	202
4.3.7.3.	Индукция транскрипционной активности под воздействием факторов внешней и внутренней среды	204
4.3.7.4.	Регуляция экспрессии генов у прокариот	205
4.3.7.5.	Регуляция экспрессии генов у эукариот	208
4.3.7.6.	Уровни регуляции экспрессии генов у эукариот	209
4.3.7.7.	Эпигенетика	209
4.4.	Изменчивость и ее формы	214
4.4.1.	Фенотипическая (модификационная) изменчивость	215
4.4.2.	Генотипическая изменчивость	216
4.4.2.1.	Комбинативная изменчивость	217
4.4.2.2.	Мутационная изменчивость	217
4.4.2.2.1.	Генные, или точковые, мутации	218
4.4.2.2.2.	Хромосомные мутации, или абберрации	221
4.4.2.2.3.	Геномные мутации	222
4.4.2.3.	Мутагенные факторы	223
4.4.2.4.	Генетическая нестабильность и генетический гомеостаз	225
4.4.2.5.	Генетический полиморфизм у человека. Персонализированная медицина	227
4.4.2.6.	Значение мутаций	229
4.4.2.7.	Эпигенетическая изменчивость	230



4.5.	Медицинская генетика	234
4.5.1.	Наследственные болезни человека	234
4.5.1.1.	Генные болезни	235
4.5.1.2.	Хромосомные болезни	239
4.5.1.3.	Болезни с наследственной предрасположенностью (мультифакториальные или мультифакторные)	245
4.5.1.4.	Генетические болезни соматических клеток	247
4.5.1.5.	Болезни генетической несовместимости матери и плода	247
4.5.1.6.	Митохондриальные болезни.	247
4.5.1.7.	Болезни экспансии тринуклеотидных повторов.	248
4.5.2.	Методы изучения генетики человека	248
4.5.2.1.	Генеалогический метод	249
4.5.2.2.	Близнецовый метод.	251
4.5.2.3.	Цитогенетический метод	252
4.5.2.4.	Популяционно-статистический метод	253
4.5.2.5.	Метод генетики соматических клеток.	254
4.5.2.6.	Биохимический метод	254
4.5.2.7.	Метод дерматоглифики	254
4.5.2.8.	Молекулярно-генетические методы — методы анализа нуклеиновых кислот.	255
4.5.2.9.	Методы пренатальной диагностики.	258
4.5.3.	Использование методов молекулярной биологии в медицине.	260
4.5.3.1.	Генная инженерия. Получение инсулина	260
4.5.3.2.	Методы гибридизации ДНК	262
4.5.3.3.	Стволовые клетки, репродуктивное и терапевтическое клонирование	263
4.5.3.4.	Принцип генной терапии	272
4.5.3.5.	Редактирование генома. Система CRISPR/Cas9.	274
4.5.4.	Генетические основы рака	275
4.5.5.	Геномика	278
4.5.6.	Новые направления в изучении генетики	280
4.5.6.1.	Иммуногенетика	280
4.5.6.2.	Фармакогенетика	281
4.5.6.3.	Фармакогеномика.	283
Глава 5.	Индивидуальное развитие организмов — онтогенез	287
5.1.	Периодизация онтогенеза.	287
5.1.1.	Понятие онтогенеза	287
5.1.2.	Периоды онтогенеза	297
5.1.3.	Классификация яйцеклеток	289
5.1.3.1.	Значение химического состава цитоплазмы яйцеклетки	290
5.1.4.	Осеменение.	291
5.1.5.	Оплодотворение.	291
5.1.6.	Эмбриональное развитие.	293
5.1.6.1.	Дробление.	293
5.1.6.2.	Гастрюляция	296
5.1.6.3.	Гисто- и органогенез	296
5.1.6.4.	Провизорные органы зародышей позвоночных.	300
5.1.7.	Развитие зародыша человека	300
5.1.7.1.	Близнецы.	306
5.1.7.2.	Нарушения развития	307
5.1.8.	Экстракорпоральное оплодотворение.	309
5.2.	Закономерности индивидуального развития	311
5.2.1.	История развития эмбриологии	311
5.2.2.	Эмбриология и генетика	312
5.2.2.1.	Этапы становления генетики развития	313
5.2.3.	Свойства онтогенеза	315
5.2.4.	Механизмы онтогенеза	315
5.2.5.	Генетические механизмы дифференцировки клеток.	315

5.2.6.	Эмбриональная индукция	318
5.2.7.	Генетический контроль развития.	320
5.2.8.	Целостность онтогенеза.	321
5.2.9.	Общие закономерности эмбриогенеза (закон зародышевого сходства).	323
5.2.10.	Генетические механизмы эмбрионального развития	325
5.2.10.1.	Общие закономерности регуляции онтогенеза	328
5.2.10.2.	Дифференциальная активность генов в ходе развития	328
5.2.10.3.	Гомология генов, контролирующих раннее развитие	329
5.3.	Постнатальное развитие человека	329
5.3.1.	Этапы развития организмов	329
5.3.2.	Старение и смерть.	332
5.4.	Регенерация.	335
5.4.1.	Виды регенерации	335
5.4.2.	Механизмы регенерации	340
5.4.3.	Регенеративная медицина	341
5.5.	Трансплантация	347