

Б. АЛЬБЕРТС, К. ХОПКИН,
А. ДЖОНСОН, Д. МОРГАН,
М. РЭФФ, К. РОБЕРТС, П. УОЛТЕР

ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ КЛЕТКИ

ТРЕТЬЕ ИЗДАНИЕ,
полностью переработанное
и расширенное

Перевод с английского
под редакцией
доктора биол. наук, чл.-корр. РАН
А. А. Москалева



Москва
Лаборатория знаний

УДК 577
ББК 28.05
А56

Переводчики:

канд. биол. наук Е. В. Слепов (гл. 1–5, 11–18)

А. Н. Дьяконова (гл. 6–10, 19) канд. биол. наук С. М. Глаголев (гл. 20)

Альбертс Б.

- A56 Основы молекулярной биологии клетки / Б. Альбертс, К. Хопкин, А. Джонсон и др. ; пер. с англ. — 3-е изд., полн. перераб. и расш. — М. : Лаборатория знаний, 2023. — 796 с. : ил.
ISBN 978-5-93208-248-5

Многим поколениям биологов знаком пятитомник Альбертса «Молекулярная биология клетки», на русском языке впервые выпущенный в 1987 г. С тех пор вышло несколько его изданий, каждое из которых имело самые последние достижения молекулярной биологии. Не в последнюю очередь именно увеличивающимся объемом книги обусловлено решение авторов написать ее сокращенный вариант. В полностью переработанном и расширенном пятим оригинальным (англоязычным) издании «Основ молекулярной биологии клетки» поддержана традиция очень ясного и логичного изложения материала в виде красочных, понятных схем и интересных иллюстраций с подробными подписями к ним.

Книга адресована студентам младших курсов биологических и медицинских специальностей, школьным учителям и преподавателям вузов при подготовке лекций и семинаров, а также всем интересующимся предметом и изучающим его на профильном уровне.

УДК 577
ББК 28.05

Учебное издание

Альбертс Брюс
Хопкин Карен
Джонсон Александр и др.

ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ КЛЕТКИ

Ведущий редактор канд. биол. наук *В. В. Гейдебрект*
Технический редактор *Т. Ю. Федорова*. Корректор *И. Н. Панкова*
Компьютерная верстка: *Т. Э. Вукова*

Подписано в печать 30.03.23. Формат 60×90/8.
Усл. печ. л. 100,00. Заказ № ВЗК-01873-23.

Издательство «Лаборатория знаний»
125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3
Телефон: (499) 157-5272
e-mail: info@pilot.LZ.ru, http://www.pilot.LZ.ru

Отпечатано в АО «Первая Образцовая типография», филиал «Дом печати — ВЯТКА»
в полном соответствии с качеством предоставленных материалов.
610033, г. Киров, ул. Московская, 122. Тел.
(8332) 53-53-80, info@gipp.kirov.ru

Copyright © 2019 by Bruce Alberts, Dennis Bray, Karen Hopkin, Alexander Johnson, the Estate of Julian Lewis, David Morgan, Martin Raff, Nicole Marie Odile Roberts, and Peter Walter
Авторизованный перевод англоязычного издания Essential Cell Biology Fifth edition, опубликованного W.W.Norton & Company, Inc.
© Лаборатория знаний, 2023

ISBN 978-5-93208-248-5

Краткое оглавление и особые разделы

ГЛАВА 1 Клетки: основные единицы жизни 13

- ВКЛАДКА 1-1** Микроскопия 22
ТАБЛИЦА 1-1 Открытие структуры клеток. Исторические ориентиры 35
ВКЛАДКА 1-2 Строение клетки 36
ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Основные механизмы жизни 41
ТАБЛИЦА 1-2 Некоторые модельные организмы и их геномы 45

ГЛАВА 2 Химические компоненты клеток 49

- ТАБЛИЦА 2-1** Длина и сила некоторых химических связей 58
ТАБЛИЦА 2-2 Химический состав бактериальной клетки 61
ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Открытие макромолекул 69
ВКЛАДКА 2-1 Химические связи и группы 76
ВКЛАДКА 2-2 Химические свойства воды 78
ВКЛАДКА 2-3 Основные виды слабых нековалентных взаимодействий 80
ВКЛАДКА 2-4 Обзор некоторых типов углеводов 82
ВКЛАДКА 2-5 Жирные кислоты и другие липиды 84
ВКЛАДКА 2-6 Белки состоят из 20 аминокислот 86
ВКЛАДКА 2-7 Обзор нуклеотидов 88

ГЛАВА 3 Энергия, катализ и биосинтез 91

- ВКЛАДКА 3-1** Свободная энергия и биологические реакции 102
ТАБЛИЦА 3-1 Взаимосвязь между изменением стандартной свободной энергии ΔG° и константой равновесия 105
ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Высокоэнергетические фосфатные связи обеспечивают энергией все клеточные процессы 110
ТАБЛИЦА 3-2 Некоторые принимающие участие в метаболических процессах активированные переносчики 118

ГЛАВА 4 Структура и функции белков 125

- ВКЛАДКА 4-1** Несколько примеров функций, выполняемых белками 126
ВКЛАДКА 4-2 Создание и использование антител 146
ТАБЛИЦА 4-1 Некоторые основные функциональные классы ферментов 148
ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Постигание эффективности ферментов 149
ТАБЛИЦА 4-2 Исторические вехи изучения белков 165
ВКЛАДКА 4-3 Разрушение клеток и фракционирование клеточных экстрактов 170
ВКЛАДКА 4-4 Разделение белков хроматографическими методами 172
ВКЛАДКА 4-5 Разделение белков электрофорезом 173
ВКЛАДКА 4-6 Определение структуры белков 174

ГЛАВА 5 ДНК и хромосомы 177

- ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ** Гены состоят из ДНК 195

ГЛАВА 6 Репликация и репарация ДНК 201

ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Природа репликации 203

ТАБЛИЦА 6-1 Белки, участвующие в репликации ДНК 213

ТАБЛИЦА 6-2 Частота ошибок 218

ГЛАВА 7 От ДНК до белка: как клетки считывают геном 227

ТАБЛИЦА 7-1 Типы РНК, синтезируемые в клетках 231

ТАБЛИЦА 7-2 Три РНК-полимеразы эукариотических клеток 234

ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Расшифровка генетического кода 243

ТАБЛИЦА 7-3 Антибиотики, ингибирующие бактериальный синтез белка или РНК 252

ТАБЛИЦА 7-4 Биохимические реакции, которые могут катализировать рибозимы 256

ГЛАВА 8 Регуляция экспрессии генов 261

ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Регуляция генов. История Eve 272

ГЛАВА 9 Эволюция генов и геномов 287

ТАБЛИЦА 9-1 Вирусы, вызывающие заболевания человека 304

ТАБЛИЦА 9-2 Некоторые важные статистические данные о геноме человека 308

ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Подсчет генов 310

ГЛАВА 10 Анализ структуры и функций генов 317

ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Секвенирование генома человека 329

ГЛАВА 11 Структура мембран 345

ТАБЛИЦА 11-1 Некоторые примеры белков плазматических мембран и их функции 355

ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Изучение текучести мембран 363

ГЛАВА 12 Транспорт через клеточные мембраны 369

ТАБЛИЦА 12-1 Сравнение концентрации ионов внутри и снаружи среднестатистической клетки млекопитающих 371

ТАБЛИЦА 12-2 Примеры трансмембранных молекулярных насосов 382

ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Кальмар раскрывает секреты возбудимости мембраны 391

ТАБЛИЦА 12-3 Некоторые примеры ионных каналов 398

ГЛАВА 13 Как клетки получают энергию из пищи 405

ТАБЛИЦА 13-1 Некоторые типы ферментов, участвующих в гликолизе 409

ВКЛАДКА 13-1 10 этапов гликолиза в деталях 410

ВКЛАДКА 13-2 Полный цикл лимонной кислоты 418

ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Расшифровка цикла лимонной кислоты 421

ГЛАВА 14 Энергия образуется в митохондриях и хлоропластах 431

ТАБЛИЦА 14-1 Выход продуктов в результате окисления глюкозы 443

ВКЛАДКА 14-1 Окислительно-восстановительный потенциал 446

ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Как хемиосмотическое сопряжение управляет синтезом АТФ 450

ГЛАВА 15 Внутриклеточные компартменты и транспорт белков 469

- ТАБЛИЦА 15-1 Основные функции мембранных органелл клеток эукариот 471
- ТАБЛИЦА 15-2 Относительный объем и количество основных мембранных органелл в клетке печени (гепатоците) 471
- ТАБЛИЦА 15-3 Некоторые типичные сигнальные аминокислотные последовательности 474
- ТАБЛИЦА 15-4 Некоторые типы окаймленных везикул 486
- ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Слежка за переносом белков и везикул 491

ГЛАВА 16 Клеточная сигнализация 503

- ТАБЛИЦА 16-1 Примеры сигнальных молекул 506
- ТАБЛИЦА 16-2 Некоторые посторонние вещества, воздействующие на поверхностные клеточные рецепторы 513
- ТАБЛИЦА 16-3 Некоторые клеточные реакции, опосредованные циклоАМФ 519
- ТАБЛИЦА 16-4 Некоторые клеточные реакции, опосредованные активацией фосфолипазы С 520
- ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Распутывание клубка клеточных сигнальных путей 530

ГЛАВА 17 Цитоскелет 539

- ТАБЛИЦА 17-1 Воздействующие на микротрубочки препараты 550
- ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Наблюдение ассоциированных с микротрубочками двигательных белков 554
- ТАБЛИЦА 17-2 Воздействующие на филаменты препараты 560

ГЛАВА 18 Клеточный цикл 575

- ТАБЛИЦА 18-1 Продолжительность клеточного цикла у некоторых эукариот 576
- ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Открытие циклинов и Cdk 580
- ТАБЛИЦА 18-2 Основные циклины и циклин-зависимые киназы позвоночных 582
- ВКЛАДКА 18-1 Основные стадии М-фазы животной клетки 592

ГЛАВА 19 Половое размножение и генетика 613

- ВКЛАДКА 19-1 Некоторые основы классической генетики 633
- ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Использование SNP для понимания болезней человека 641

ГЛАВА 20 Сообщества клеток: ткани, стволовые клетки и злокачественные опухоли 647

- ТАБЛИЦА 20-1 В генетическую нестабильность вносят вклад разные факторы 675
- ТАБЛИЦА 20-2 Примеры генов, играющих важную роль в развитии рака 681
- ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ Разобраться с генами, критичными для развития рака 683