



Для кофейников

Эррол К. Фридберг

Узнай о своих генах
Азбука для небиологов

Перевод с английского Н.Ф. Орловой
под редакцией д.б.н. И.А. Гамалей

ТЕХНОСФЕРА
Москва
2022

УДК 575
ББК 28.04
Ф88

Ф88 Фридберг Эррол К.

Узнай о своих генах

Азбука для небиологов

Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2022. – 108 с. + 6 с. цв. вкл.

ISBN 978-5-94836-655-5

Цель книги – объяснить, что такое гены, где они находятся в организме, из чего состоят, как функционируют, как их можно повредить, а иногда и поправить, и о многом другом.

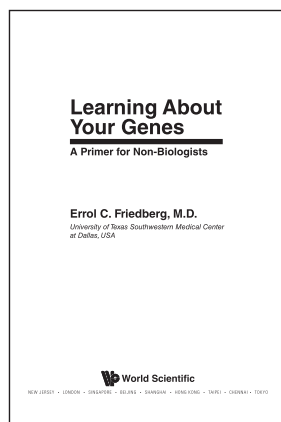
Как и большинство научных дисциплин, биология – это огромная область знаний с обширной терминологией, однако автору удалось передать биологические понятия и объяснить термины так, чтобы это поняли все, кто далек от биологии, то есть рассказать про гены простым языком. Текст дополнен словарем терминов, который поможет читателю понять и запомнить биологические термины и их значение.

Для широкого круга читателей.

УДК 575
ББК 28.04

Copyright © 2019 by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. Все права защищены. Настоящая книга не может быть воспроизведена целиком или частями никакими средствами, включая электронные, механические или фотокопирование, не может быть включена в базы данных или поисковые системы, как существующие на сегодняшний день, так и появившиеся позже, без письменного согласия Издателя.

Перевод на русский язык выполнен с согласия World Scientific Publishing Co. Pte Ltd., Singapore.



© АО «РИЦ «ТЕХНОСФЕРА», перевод на русский язык, оригинал-макет, оформление, 2022

ISBN 978-5-94836-655-5
ISBN 978-981-120-829-4 (англ.)

*Информация — это знание,
а знание — это сила*

*Посвящается Сиддхартхе Мукерджи
в благодарность за его книги, которые
вдохновили меня на литературное творчество*

Содержание

Об авторе	5
Благодарности	7
Глава 1. Введение	8
Глава 2. Краткая история открытия генов	11
Глава 3. Гены состоят из ДНК	17
Глава 4. Структура ДНК	28
Глава 5. Хромосомы и репликация ДНК	35
Глава 6. Генетический код и синтез белка	39
Глава 7. Сплайсинг генов	49
Глава 8. Поврежденную и неправильную ДНК можно исправить (иногда)	52
Глава 9. Мутации могут вызвать заболевания	59
Глава 10. Секвенирование ДНК, клонирование генов, технология рекомбинантных ДНК, ДНК-фингерпринтинг и генная терапия	63
Глава 11. Митохондриальная ДНК	73
Глава 12. Древняя ДНК	75
Глава 13. Когда и как ДНК появилась на Земле?	78
Глава 14. Проект «Геном человека»	81
Глава 15. Заключение	83
Словарь терминов	85
Алфавитный указатель	96

Об авторе

Эррол Клайв Фридберг, ныне пенсионер, биолог и историк естествознания на кафедре патологии Стэнфордского университета, работал в Юго-Западном медицинском центре Техасского университета. Ранее изучал медицину в южно-африканском Университете Витватерсранда и стажировался в биохимии и патологии в Университете Кейс Вестерн Резерв, прежде чем начать сотрудничать со Стэнфордским университетом, а потом и Юго-Западным медицинским центром в Далласе при Техасском университете.

Фридберг – автор (и соавтор) нескольких изданий книги *DNA Repair and Mutagenesis* («Репарация ДНК и мутагенез») издательства ASM Press, а также многих книг по истории молекулярной биологии, в том числе:

Correcting the Blueprint of Life – An Historical Account of the Discovery of DNA Repair Mechanisms («Вносим коррективы в план жизни. Исторический очерк открытия механизмов репарации ДНК»),

The Writing Life of James D. Watson («Жизнь Джеймса Д. Уотсона как писателя»),

From Rags to Riches – The Phenomenal Rise of the University of Texas Southwestern Medical Center at Dallas («От нищеты к роскоши – феноменальный взлет Юго-Западного медицинского центра при Университете штата Техас в Далласе»),

Sidney Brenner: A Biography («Биография Сидни Бреннера»),

A Biography of Paul Berg: The Recombinant DNA Controversy Revisited («Биография Пола Берга. Возобновление споров о рекомбинантной ДНК»),

Emperor of Enzymes: A Biography of Arthur Kornberg, Biochemist and Nobel Laureate («Император ферментов – биография Артура Корнберга, биохимика и лауреата Нобелевской премии»).

Фридберг – автор более 400 научных публикаций, в основном на тему репарации ДНК, а также основатель и главный редактор научного



журнала *DNA Repair*. Получил несколько наград, в том числе премию Рауса Уиппла Американского общества исследовательской патологии и премию Лилы Грубер за исследование онкологических заболеваний; является почетным членом Королевского общества Южной Африки.

Благодарности

«Узнай о своих генах» родилась из желания написать книгу для тех, кто биологом не является. Должен признать, что, хотя я написал ряд книг и один, и в соавторстве, в том числе биографии четырех лауреатов Нобелевской премии, а также редактировал книги других авторов, написанные исключительно для научного сообщества (преимущественно из области молекулярной биологии и биохимии), работа именно над этой книгой оказалась для меня самой трудной, но в конечном итоге и самой благодатной во всей моей писательской карьере (впрочем, уместнее употребить слово «хобби», поскольку я в первую очередь профессиональный биолог).

Хочу выразить искреннюю признательность всем, кто читал многочисленные варианты будущей книги и давал дельные советы, особенно моей супруге Ронде, Лоуренсу Бенатеру, Лэрри Битону, Томасу Бонуре, Крису Донджесу и Десмонду Левину. Отдельная благодарность художнику-оформителю Марку Смиту из Медицинского центра при Университете штата Техас в Далласе за схематическое изображение на рис. 3.2.

Ну и наконец, хочу сердечно поблагодарить Сук Ченг Лим и ее коллег из издательства World Scientific Publishing: без их самоотверженного труда эта книга бы не вышла.

ГЛАВА I

ВВЕДЕНИЕ

Однажды один из моих внуков озадачил меня вот таким вопросом: «Дедушка, откуда ты взялся? Это я не только о твоих папе и маме, бабушках и дедушках, а что было еще раньше?» Удивленный и обрадованный, что один из моих внуков интересуется своей генеалогией, я сказал ему, что не готов сразу ответить на его вопрос, но постараюсь найти на него ответ.

Поиск в Интернете, я обнаружил такие ресурсы, как *MyheritageDNA*, *KinCore.org* и *AncestryDNA*, которые предлагают генеалогические исследования на основе ДНК, разумеется, за некую плату. В частности, на сайте последнего ресурса был следующий рекламный текст: «Откройте семейную историю с помощью своей ДНК. Сделайте обычный тест ДНК — и вы узнаете свою этническую принадлежность, найдете дальних родственников и обнаружите новые подробности уникальной истории своей семьи».

И тут мне пришла в голову мысль: «А что знает про ДНК и гены средний человек, не имеющий отношения к биологии?» Дальнейшее исследование сети по поводу этих тем меня обескуражило. Информация оказалась сумбурной, неполной, а ее презентация зачастую превышала уровень понимания большинства (а то и всех) небиологов.

У всего живого на Земле — от микроскопических бактерий до слонов и даже у растений, есть **гены**. Именно гены определяют то, что у вас и (или) у кого-либо из ваших детей такой же цвет глаз и (или) волос, как у вашей матери или отца, или то, что ваши дети похожи на бабушек и дедушек другими физическими и даже внутренними свойствами.

Большинство людей знают, что все живое обладает **генами**, которые и определяют многое из того, кем вы являетесь и каким образом функционируете как живой организм. Однако, если вы не прослушали курс биологии или генетики, высока вероятность, что вы знаете очень мало или вообще ничего не знаете про гены и про то, что состоят они из **ДНК** (это аббревиатура сложного биологического соединения, о котором мы поговорим подробно чуть позже). Цель книги — восполнить этот пробел в ваших общих знаниях и объяснить, что такое гены, где они находятся в организме, как функционируют, а также рассказать о неприятных последствиях для организма, а иногда даже и для ваших потомков, если

гены функционируют не так, как надо, о том, как их можно повредить, а иногда и поправить, и о многом другом.

Как и большинство научных дисциплин, биология – это огромная область знаний с обширной терминологией, в результате чего далеким от биологии людям трудно (а то и невозможно) понять про гены многое (или хотя бы что-нибудь). Однако я убежден, что *априори* нет причины, по которой эти термины нельзя перевести на обычный общедоступный язык, который будет понятен любому вдумчивому читателю. Настоящая книга посвящена именно этому. Поэтому на протяжении всей книги я стараюсь передать биологические понятия и объяснить термины так, чтобы это поняли все, кто далек от биологии, то есть рассказать про гены простым языком.

Изучение ДНК и генов – это часть научной дисциплины под названием «**геномика**» (предмет, который имеет дело со структурой и функцией генов). Формально он отличается от более знакомого нам предмета, о котором вы слышали или про который читали, под названием «**генетика**». Генетика в основном сосредоточена на изучении наследственности: как признаки живых организмов передаются от одного поколения к другому. Несмотря на это различие, геномика и генетика тесно связаны, оба слова происходят от греческого *genno*, что означает «давать жизнь», и в процессе чтения вы поймете, что дисциплины эти в значительной мере пересекаются.

* * *

Многие из открытий геномики относятся к периоду в 35 лет начиная с 40-х годов прошлого века. Прошло еще более 15 лет, прежде чем появились новые, более сложные технологии, которые позволили выделить и охарактеризовать отдельные гены, включая и те, что относятся к таким сложным организмам, как вы и я. Соответственно, период между началом 40-х и концом 80-х считается золотым веком в мире геномики. Однако, несмотря на внушительные достижения, еще многое про наши гены только предстоит узнать.

Как профессор, познакомивший с тайнами и чудесами биологии и медицины несколько поколений студентов, я понял, что полезно представлять биологию в историческом контексте: это позволяет проследить возникновение и накопление новых знаний во времени, что, в свою очередь, позволяет глубже понять и оценить, как возникли дисциплины «биология» и «медицина». Вот почему книга «Изучаем свои гены» представлена с учетом хронологии, так как под таким углом

зрения легче понять, как с течением времени появились знания о генах, причем задолго до того, как было придумано само слово «ген». Кроме того, книга познакомит читателя с некоторыми из многих ученых, чьи плодотворные идеи и хитроумные эксперименты в лаборатории привели к современному пониманию генов. В книге есть описание нескольких революционных экспериментов, которые имеют отношение к нашему пониманию генов и их функции; описания и объяснения помогут вам оценить, какие сложные и информативные эксперименты в области геномики проводят в научно-исследовательской лаборатории. В книге также есть исчерпывающий словарь, который поможет читателю понять и запомнить биологические термины и их значение. Несмотря на мои усилия объяснить свойства генов простым языком, у вас могут возникнуть сложности, в таком случае свяжитесь со мной по электронной почте (errolfriedberg@gmail.com). Всегда готов помочь вам разобраться с генами.