

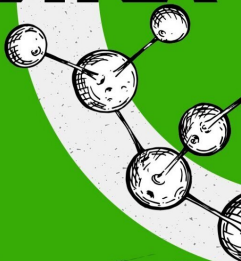


Наука **без занудства**

Андрей Шляхов

# ГЕНЕТИКА

для тех, кого  
окружают  
рептилоиды



**Андрей Леонович Шляхов**  
**Генетика для тех, кого**  
**окружают рептилоиды**  
**Серия «Наука без занудства»**

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=67906197](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=67906197)*

*Генетика для тех, кого окружают рептилоиды:*

*ISBN 978-5-17-150984-2*

### **Аннотация**

Что такое генетика?

Большинство считает, что наверняка знает ответ на этот вопрос – это наука, которая изучает гены. В наше время они модифицируются сплошь и рядом – большинство продовольственных товаров содержат их модифицированные версии. А еще она изучает ДНК. Даже тот, кто не способен расшифровать эту аббревиатуру, знает, что при помощи ДНК определяют отцовство и ищут преступников. А еще гены могут рассказать, к каким болезням предрасположен человек. Помимо прочего, генетики разбираются в процессах клонирования – организмов в пробирке. А еще...

В прочем, стоит остановиться в перечислении столь поверхностных фактов о генетике, известных большинству. В этой книге вы откроете для себя генетику с совершенно новых сторон и узнаете, что же скрывается за ширмой лабораторий, в

замудренных аббревиатурах и что на самом деле представляет из себя наука генетика.

А если все выше сказанное оказалось для вас новостью, то это значит, что вы понятия не имеете о генетике и вам тем более необходима эта книга. После её прочтения у вас не останется лишних вопросов.

В формате PDF A4 сохранен издательский макет книги.

# Содержание

Глава первая	6
Глава вторая	16
Глава третья	32
Конец ознакомительного фрагмента.	40

**Андрей Левонович Шляхов**  
**Генетика для тех, кого**  
**окружают рептилоиды**

© «Издательство АСТ», 2022

© Шляхов А.Л. 2022

# Глава первая

## Что такое генетика, и с чем ее едят (на правах предисловия)

*Шимпанзе близки к человеку по своему анатомическому строению и размерам тела. У человека и свиньи схожи физиология и строение внутренних органов. И не только органов – строение молекулы гормона роста свиньи и человека совпадает на 70%! Следовательно, при скрещивании шимпанзе со свиньей можно получить человека.*

Что такое генетика, знают, наверное, все.

Генетика изучает гены, которые в наше время модифицируются сплошь и рядом – большинство продовольственных товаров содержит модифицированные гены. Производителям это выгодно. Они берут морковку и «вставляют» в нее ген слона. В результате морковь вырастает чуть ли не до слоновьих размеров – ай как хорошо! Только не спешите радоваться и петь очередные дифирамбы прогрессу! Еще неизвестно, что у вас может вырасти в результате систематического употребления в пищу такой моркови – нос превратится в хобот или уши увеличатся в десять раз. Гены – дело тонкое, и шутки с ними плохи. Умные люди давно уже ходят

в супермаркеты с лупой для того, чтобы читать информацию, напечатанную мелкими буквами на этикетках. По закону производители еды обязаны предупреждать потребителя об использовании генетически модифицированных ингредиентов, но вот размер шрифта законом не регламентирован и производители используют это в своих целях – пишут о генетически модифицированных ингредиентах таким мелким шрифтом, который без лупы и не прочесть. Впрочем, можно поступать и иначе – искать продукты, на которых написано: «Не содержит ГМО», то есть генетически модифицированных организмов. Об этом пишут большими, яркими, броскими буквами, и не где-нибудь сзади-сбоку, а на «лицевой» этикетке...

А еще генетика изучает ДНК. Даже тот, кто не способен расшифровать эту аббревиатуру, знает, что при помощи ДНК определяют отцовство и ищут преступников. Это раньше преступникам было раздолье – надел резиновые перчатки, и делай свое черное дело спокойно, отпечатков пальцев на месте преступления не останется. А сейчас достаточно чихнуть на месте преступления или, скажем, волос с головы обронить, и считай, что ты полиции визитную карточку оставил – найдут по ДНК, которая у каждого человека уникальна. И отцовство тоже на основании индивидуальности ДНК устанавливают. Совпало – твой ребенок, не совпало – чужой. Собственно, ДНК – это другое название гена, потому что анализ на отцовство также называют генетическим.

А еще гены могут рассказать, к каким болезням предрасположен человек. Это же очень важно. Заранее знаешь где, образно говоря, нужно «соломку подстелить», то есть какие профилактические меры принимать.

А еще генетики умеют создавать клоны – организмы в пробирке. Двадцать лет назад ученые смогли клонировать овечку, но дальше почему-то не продвинулись. Впрочем, наука развивается скачками. Немного на месте потопчется, а потом ка-а-ак прыгнет.

А еще...

Здесь, пожалуй, надо сделать остановку.

Если все сказанное выше оказалось для вас новостью, то это означает, что вы не имеете никакого понятия о генетике.

Если все сказанное выше не оказалось для вас новостью, то это все равно означает, что вы не имеете никакого понятия о генетике, потому что понятием называется четкое представление о предмете, а не хаотический набор отрывочных знаний.

Короче говоря, в любом случае вам стоит прочесть эту книгу. При условии, что вас интересует генетика и вы хотите побольше узнать о ней. Не бойтесь скуки, этой непременной спутницы большинства учебников. Вы держите в руках не учебник, а нескучную книгу, в которой о тайнах генетики рассказывается увлекательно и понятно. Для понимания материала вам не потребуется специальная подготовка или биологическое образование. Специальная подготовка в на-

шем случае ограничивается умением читать, не более того. Причем читать эту книгу нужно только по порядку. Начинать чтение с конца или середины не стоит, пропускать какие-то главы тоже не стоит. При таком подходе многое может остаться для вас непонятным. Даже с учетом того, что экзаменов по генетике вам не сдавать, лучше будет получить от этой книги все-все-все, что она может дать.

В современном мире генетика – повсюду и везде. Жить в этом мире, не имея представления о генетике, о ее законах и о сферах ее приложения, конечно же, можно, ведь только арифметика считается жизненно необходимой наукой, но с генетикой приятнее, удобнее и выгоднее. Да – выгоднее, поскольку потребитель должен четко понимать, что представляют собой продукты с ГМО и без ГМО, или же на какой вопрос генетический анализ может дать четкий ответ, а на какой – нет. Знающий потребитель – правильный потребитель. Ну и вообще генетика – интересная наука. Даже очень.

А теперь – к делу!

Начнем с того, что ученые пока еще не пришли к единому мнению о том, что такое генетика. Да, представьте себе! Биологический мир разделился на два лагеря. В одном лагере генетику считают наукой о закономерностях наследственности и изменчивости, а в другом – наукой о генах. И никто не хочет уступать оппонентам.

Что такое «наследственность», «изменчивость» и «ген» – будет сказано ниже. Пока что надо заметить, что указанное

расхождение во мнениях можно сравнить вот с таким. Можно сказать, что история – это наука, занимающаяся изучением нашего прошлого, а можно сказать иначе: история – это наука, занимающаяся изучением источников, в которых рассказывается о нашем прошлом. Разница между двумя формулировками вроде бы есть, но на самом деле ее нет. Примерно так же обстоит дело и с генетикой.

Дат рождения у генетики тоже две, с разницей в сорок лет. Родилась генетика в 1865 году, когда австрийский монах Грегор Мендель обнародовал результаты исследований о передаче признаков по наследству при скрещивании гороха. Годом позже труд Менделя «Опыты над растительными гибридами» был напечатан. Так появился первый научный труд по генетике. Сформулированные Менделем закономерности наследования, впоследствии получившие название законов Менделя, относятся к фундаментальным законам генетики. Жаль только, что сам Мендель об этом не узнал. Подобно многим ученым, опередившим свое время, при жизни он подвергался критике со стороны научного сообщества. Современники считали выводы Менделя ложными, поскольку они не находили подтверждения в других опытах (в том числе и в опытах самого Менделя). В конце концов Мендель махнул рукой на биологию и прочие науки и посвятил остаток своей жизни церковным делам, которых у него было много, поскольку в 1868 году Мендель стал аббатом в Старобрненском монастыре августинцев. Кстати говоря, монастырь

благополучно сохранился до наших дней, и сейчас там есть музей Менделя, в котором можно увидеть научные труды отца генетики и инструменты, которые он использовал в работе. Будете в Брно – загляните, прикоснитесь, так сказать, к истокам генетики.

О работах Менделя мы в свое время поговорим подробно, а сейчас просто отметим, что революционность его научных трудов заключалась в описании принципов передачи наследственных признаков от родительских организмов к их потомкам.

Вот вам еще один «парадокс» генетики, уже третий по счету, после двух определений и двух дат рождения. Известно три закона Менделя, но первый закон открыл не Мендель. Так-то вот.

В течение сорока лет генетика жила непризнанной и никому, по сути дела, не известной. Можно сказать, что среди других наук она была безымянной беспризорницей. И только в 1906 году английский биолог Уильям Бэтсон дал генетике имя, образовав его от греческого слова «генезис», означающего «рождение» или «порождающий». Спустя три года появился главный термин генетики под названием «ген». Еще через несколько лет была сформулирована хромосомная теория наследственности, ставшая фундаментом генетики.

И пошло-поехало... Получив имя, признание и некоторое количество поклонников (то есть ученых, занимавшихся во-

просами наследования), генетика воспрянула духом и начала развиваться быстрыми темпами. За какие-то тридцать лет (с научно-исторической точки зрения это всего лишь миг) генетика стала одной из самых «передовых», если можно так выразиться, наук XX века. Как говорят артисты: «Вышла в примы из статистов».

Но не везде развитие шло гладко. В Советском Союзе и прочих социалистических странах в середине XX века генетика оказалась в опале. Ее объявили лженаукой и, более того, – орудием империализма. В науку, как это нередко случается, вмешалась политика. Суть вопроса, то есть суть претензий к науке о наследственности, заключалась в том, что с марксистской точки зрения воспитание ставилось выше наследственных законов. Незачем долго-предолго заниматься скрещиванием, добиваясь выделения и закрепления нужных признаков. Нужно «воспитывать» растения и животных точно так же, как воспитывают людей, превращая их в «нового передового советского человека». В результате правильного воспитания наследственность быстро изменится в нужную сторону.

Как воспитывать пшеницу или, скажем, коз? Да очень просто – если хотите вывести холодоустойчивый сорт пшеницы, то высаживайте ее в северных условиях. Часть всходов погибнет, а другая часть, пройдя «воспитание холодом», окрепнет и даст холодоустойчивое потомство. Вроде бы все и правильно, но на самом деле – нет. Этот «нюанс» мы рас-

смотрим в восьмой главе, посвященной мутациям – стойким<sup>1</sup> изменениям наследственного материала.

У опалы, в которой оказалась генетика в Советском Союзе, кроме причин научного характера, были и сугубо личностные, человеческие. Во все века научные споры были и остаются одним из способов конкурентной борьбы<sup>2</sup>.

К счастью, опала генетики была недолгой и ограничивалась рамками социалистического лагеря. За время этой опалы в капиталистическом лагере успели как следует изучить дезоксирибонуклеиновую кислоту (ту самую ДНК), которая является хранителем наследственной информации. С середины XX века у генетики появился такой раздел, как молекулярная генетика. Сейчас же этих разделов около тридцати – популяционная генетика, медицинская генетика, генная инженерия, криминалистическая генетика, археогенетика, биохимическая генетика, биометрическая генетика, экологическая генетика и т. д.

Генетика, как уже было сказано, сейчас повсюду.

Животноводство и растениеводство, а стало быть, производство всех продуктов питания, опираются на генетику.

В медицине генетика с каждым годом расширяет свои позиции, как в деле диагностики заболеваний, так и в их ле-

---

<sup>1</sup> Слово «стойкость» применительно к мутациям означает не черту характера, а то, что данная мутация может передаваться потомству.

<sup>2</sup> Желаящие узнать больше о противоборстве советских генетиков с их нежественными оппонентами могут прочесть роман Владимира Дудинцева «Белые одежды».

чении. Относительно недавно возникла и бурно развивается генотерапия – внесение изменений в генетический аппарат клеток организма для лечения заболеваний. Есть надежда (и весьма обоснованная) на то, что при помощи генотерапии можно будет успешно лечить многие заболевания, которые на сегодняшний день считаются неизлечимыми.

Вопросы экологии волнуют всех без исключения, ибо невозможно оставаться безразличным к условиям окружающей среды. Экологическая генетика изучает взаимное влияние генетических процессов нашего организма и экологии.

Даже история с археологией не осталась без внимания генетиков. Существует такой раздел, как археогенетика, которая изучает генетическую историю не только человека, но и его спутников – культурных растений и домашних животных. Ученые исследовали ДНК мумий египетских фараонов Яхмоса Первого и Тутмоса Первого, которые жили в XVI веке до нашей эры, то есть три с половиной тысячи лет назад.

Вы только представьте – анализ, взятый у человека, жившего три с половиной тысячи лет назад!

Вы любите спорт? Так знайте, что существует спортивная генетика, или генетика физической деятельности. Если такие качества, как телосложение, выносливость, мышечная сила, быстрота движений, передаются по наследству, то без спортивной генетики обойтись невозможно. Должен же кто-то заниматься вопросами такого наследства.

Генетику, с полным на то основанием, можно назвать уни-

версальной наукой, поскольку она изучает свойства, универсальные для всех живых организмов.

Генетика – основа современной биологии. Какой биологический раздел ни возьми, какое направление ни выбери, все, так или иначе, будет связано с генетикой. А как же иначе? Биология – это наука о живых организмах, а генетику можно назвать наукой о «программах развития» живых организмов. Можно ли изучать организм в отрыве от программы его развития? Разумеется, нет.

Но давайте не будем придумывать новые определения для генетики и вернемся к двум общеизвестным, расколовшим биологический мир на два лагеря. Правильнее (и более полно) все же будет сказать, что генетика – это наука, изучающая закономерности наследственности и изменчивости. Ген представляет собой только лишь материальный носитель наследственности, можно сказать – основной генетический инструмент, поэтому, называя генетику наукой о генах, мы несколько принижаем ее величие и несколько сужаем широту ее полномочий.

Наследственность, если так можно выразиться, первична, а изменчивость – вторична. Поэтому изучение генетики мы начнем с наследственности, а именно с дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) и ее родной сестры – рибонуклеиновой кислоты (РНК).

# Глава вторая

## Сладкие ядерные кислоты, или генетика на молекулярном уровне

*Современные достижения генетики позволяют выращивать апельсины на осинах и получать из апельсиновых деревьев износостойкую, хорошо обрабатываемую древесину, по качеству не уступающую осиновой.*

**Внимание!**

Автор считает своим долгом предупредить, что все эпиграфы в этой книге шуточные, но в каждой шутке, как известно, есть только доля шутки...

В названиях глав эта самая доля шутки тоже может вкрасься. Вот например – что это за сладкие ядерные кислоты такие, о которых даже Гугл Всезнающий не знает (желающие могут убедиться в этом самостоятельно)?

На самом деле это дезоксирибонуклеиновая и рибонуклеиновая кислоты – ДНК и РНК.

«Где имение, а где наводнение», – говорили в старину, когда хотели подчеркнуть отсутствие всяческой связи между чем-нибудь.

Но давайте разберемся и найдем эту связь. А заодно, и запомним два этих сложных названия, да так, чтобы можно

было выговаривать их без запинки.

Начнем с конца, так будет проще.

Молекулы ДНК и РНК состоят из повторяющихся блоков, которые называются нуклеотидами. Нуклеотиды имеют схожее название со своими «родителями» нуклеозидами, которые состоят из азотистого основания и сахара (рибозы или дезоксирибозы).

Если вы подумали, что название «нуклеиновые кислоты» произошло от нуклеозидов, то ошиблись. Это нуклеозиды и нуклеотиды получили свое название от нуклеиновых кислот. А нуклеиновыми эти кислоты были названы по той причине, что их обнаружили в клеточном ядре. Nucleus переводится с латыни как «ядро».

В дебри органической химии мы с вами углубляться не станем, поскольку речь у нас идет не о химии, а о генетике. Нам достаточно будет общего представления о строении ДНК и РНК, а также понимания того, почему ДНК называется ДНК, а РНК – РНК. Ну и названия надо будет запомнить без искажений.

К азотистым основаниям относят аденин (А), гуанин (G), цитозин (С), которые входят в состав как ДНК, так и РНК. Тимин (Т) встречается только в ДНК, а урацил (U) – только в РНК.

В сети можно найти таблицу – вверху изображены структурные химические формулы азотистых оснований, а внизу – соответствующих этим основаниям нуклеозидов.

Если к нуклеозиду присоединяется так называемый «фосфатный остаток», то нуклеозид превратится в нуклеотид.

А из нуклеотидов, как уже было сказано, состоят нуклеиновые кислоты. Точнее, не из нуклеотидов, а из их остатков, поскольку при соединении в цепочку каждая молекула нуклеотида отдает два «собственных» атома водорода для того, чтобы высвободить химические связи, необходимые для соединения с соседними молекулами.

Посмотрите на фрагмент молекулы ДНК, и вы увидите, что каждая молекула нуклеозида лишилась одного атома водорода фосфатной группы и одного атома водорода сахарного остатка.

Азотистое основание в нуклеозидах и нуклеотидах может быть связано с остатком одного из двух сахаров – рибозы или дезоксирибозы. Разница между двумя сахарами небольшая – всего в один атом кислорода. «Дезокси-» переводится с латыни как «отсутствие атома кислорода», то есть дезоксирибоза – это рибоза без одного атома кислорода. Все просто, верно?

Нуклеиновые кислоты имеют в составе своих молекул сахарные остатки, и потому в названии этой главы мы условно назвали их сладкими, хотя на самом деле они сладкого вкуса не имеют.

Вы, наверное, уже догадались, что молекула дезоксирибонуклеиновой кислоты состоит из остатков нуклеотидов, содержащих дезоксирибозу, а молекула рибонуклеиновой кис-

лоты – из рибозных остатков. Да, так оно и есть. С химической точки зрения разница между ДНК и РНК заключена в наличии или отсутствии одного атома кислорода у нуклеотидного остатка.

С химией мы закончили, переходим к генетике.

С генетической точки зрения разница между ДНК и РНК огромна.

Молекула ДНК – хранитель наследственной информации и организатор ее передачи по назначению. Условно говоря – казначей. А молекула РНК в таком случае – помощник казначея.

ДНК включает в себя четыре вида азотистых оснований: аденин (А), гуанин (G), тимин (Т) и цитозин (С). Всего четыре, но их комбинация дает невообразимое количество вариантов.

Вся информация о любом организме закодирована при помощи четырех «букв», четырех азотистых оснований – А, G, Т и С. Лишь у некоторых организмов, в виде исключения, в составе ДНК может встречаться пятый тип азотистого основания – урацил (U). В человеческой ДНК урацила нет.

Комбинация из четырех элементов дает десять тысяч вариантов. Представили? А теперь давайте представим, что эти четырехэлементные комбинации еще и комбинируются друг с другом. При таком подходе количество вариантов уходит прямым ходом в бесконечность...

В молекулах ДНК зашифрована наследственная информация организма. Конкретного организма – гриба, растения, бактерии, лягушки, акулы, косули, тигра, медведя, человека... Все организмы на нашей планете разные (за исключением клонов, о которых мы поговорим позже), и ДНК у всех тоже разные. Двух полностью схожих молекул ДНК в природе не существует (за исключением ДНК тех же клонов). На этой индивидуальности и основана генетическая криминалистика и судебно-медицинская генетика – любого человека можно со стопроцентной точностью идентифицировать по его ДНК. Точно так же, как и по отпечаткам пальцев, но с отпечатками еще возможны оплошности, а вот с ДНК никаких оплошностей быть не может, это личный уникальный код организма.

Молекула ДНК не просто огромная, она гигантская, число нуклеотидов в ней может достигать до нескольких сотен миллионов. Природа стремится к некоторой компактности, поэтому гигантская молекула ДНК состоит не из одной, а из двух нуклеотидных цепочек, которые для лучшей компактности еще и закручены вокруг своей оси в спираль. Получается такая двойная пружина.

Цепочки устроены так, что остатки фосфорной кислоты и дезоксирибозы выполняют роль каркаса, похожего на перила винтовой лестницы, а нуклеотиды-«ступеньки» располагаются внутри и доступны для считывания. А как же без считывания? Последовательность нуклеотидных остатков –

это код, а код должен быть читаемым.

Молекулы ДНК обладают способностью к репликации, то есть к самовоспроизведению. Без репликации никак не обойтись. Клетки размножаются делением, и каждая дочерняя клетка непременно должна получить от материнской полную копию наследственной информации. Чтобы передать ее своим потомкам...

Процесс репликации происходит очень интересно. По расплетенным цепочкам ДНК «ползут» два белковых комплекса, содержащие фермент<sup>3</sup> под названием «ДНК-полимераза», и делают копии. В ходе процесса образуются две дочерние молекулы ДНК. «Расплетение» двойной спирали для копирования обеспечивает особый фермент, который называется хеликазой. Хеликаза выполняет в процессе репликации роль ножниц.

Разумеется, никакое дело не обходится без ошибок. Во время репликации вместо нужного нуклеотида в цепочку может быть встроен другой, содержащий иное азотистое основание. В результате изменится наследственный код – вот вам пример изменчивости.

У эукариотов, живых организмов, клетки которых имеют ядро, репликация протекает со скоростью от 500 до 5000 нуклеотидных пар в минуту. А у прокариотов, клетки которых не имеют ядер, скорость репликации гораздо выше

---

<sup>3</sup> Ферментами или энзимами называются молекулы белков или РНК, ускоряющие химические реакции в живых системах.

– около 100 000 пар в минуту. Мы с вами, как и большинство живых организмов на планете, относимся к эукариотам. Прокариотами являются некоторые одноклеточные организмы, например бактерии.

Почему такая разница в скорости? Дело в том, что у эукариотов ДНК содержится в ядрах, а у прокариотов находится в цитоплазме – полужидкой внутренней среде клетки. Проще говоря, в клетках-эукариотах ДНК хранится в «упакованном» виде, а у прокариотов в распакованном. Прокариотам, в отличие от эукариотов, не нужно тратить время на распаковку и упаковку молекул ДНК, а также на транспортировку материала внутрь ядра через ядерную мембрану, потому и репликация у них протекает гораздо быстрее.

В отличие от молекулы ДНК, молекула РНК короче (меньше) и состоит из одной цепочки. Вместо дезоксирибозных остатков в молекуле РНК содержатся рибозные, а еще в ней вместо тимина (Т) присутствует урацил (U).

Молекулы РНК синтезируются на матрицах – молекулах ДНК. Этот процесс называется транскрипцией. Транскрипция напоминает репликацию – по матрице (молекуле ДНК) ползет фермент РНК-полимераза и по считываемому коду синтезирует молекулу РНК.

Молекулы РНК, в свою очередь, служат матрицами для синтеза молекул различных белков. Этот процесс называется трансляцией.

Более подробно о транскрипции и трансляции мы погово-

рим в глава девятой, которая называется «Экспрессия – это транскрипция плюс трансляция».

У кого-то из читателей может возникнуть вопрос: зачем матушке-природе понадобилось городить такой вот огород, то есть сначала синтезировать РНК на матрице ДНК, а затем на матрице РНК синтезировать белковые молекулы? Зачем нужны посредники, ведь лучше, проще и удобнее обходиться без них? И процент ошибок будет ниже...

Не всегда лучше и проще. И уж тем более – не всегда удобнее. Молекула ДНК – слишком громоздкая матрица. Маленькие матрицы РНК гораздо удобнее для синтеза белковых молекул, и это удобство оправдывает затраты на их производство. Для сравнения можно привести следующий пример – площадь помещений удобнее измерять большой двадцатиметровой рулеткой, а при изготовлении полок или табуретов удобнее использовать маленькую, метровую.

Но РНК служат не только матрицами. Они входят в состав ряда ферментов и сами по себе тоже способны проявлять ферментативную активность, которая выражается в способности разрывать другие молекулы РНК или, напротив, склеивать их фрагменты. РНК, выступающие в роли самостоятельных ферментов, называются рибозимами.

Существует также транспортная РНК, которая переносит аминокислоты к месту синтеза белков. А малютка РНК-праймер, состоящая из 10 нуклеотидов (плюс минус один), выполняет очень важную функцию – запускает процесс ре-

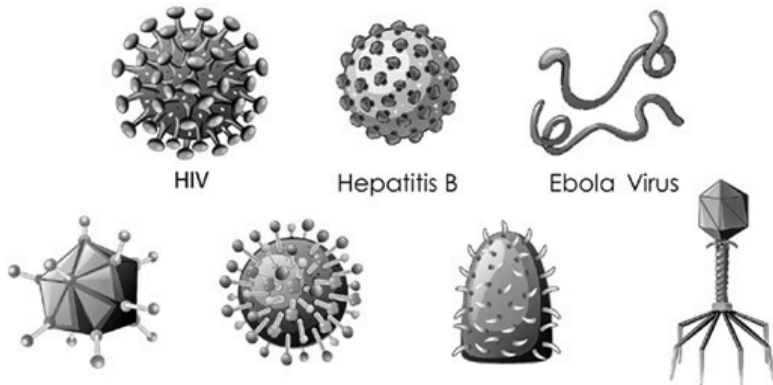
пликация ДНК. Так и хочется сказать: «Мал золотник, да дорог».

Если молекулы РНК, служащие матрицей для синтеза белков, имеют вид одной длинной спирали, то все прочие, «нематричные» виды РНК, состоят из многочисленных коротких спиралей, образующих нечто вроде клубка.

У многих вирусов РНК играет роль ДНК, то есть является хранителем наследственной информации.

И раз уж зашла речь о вирусах, давайте рассмотрим их подробнее. Начиная с того, что они собой представляют и чем отличаются от других живых организмов. Это знание нам пригодится, когда мы станем говорить о генной инженерии, ведь вирусы являются инструментом для генного инженера.

Одни ученые считают вирусы особой, неклеточной формой жизни, а другие – всего лишь комплексами органических молекул, которые способны взаимодействовать с живыми организмами. Вирусы могут реализовывать свою наследственную информацию, то есть воспроизводиться, только после внедрения в клетки. Самостоятельно, без использования чужих ресурсов, вирусы воспроизводиться не могут.



## Схематическое изображение различных вирусов

От живых организмов вирусы отличаются полным отсутствием обмена веществ, а также отсутствием клеточной структуры и аппарата синтеза белка. Но в то же время вирусы имеют генетический материал, способны к размножению (пусть и внутри клетки-хозяина) и эволюционируют путем естественного отбора, что позволяет отнести их к живым организмам.

Хорошо подходит к вирусам поэтическое определение «организмы на краю жизни». В шутку биологи говорят о вирусах так: «Они живые, но не совсем».

С биологической точки зрения вирус представляет собой генетический материал – молекулы нуклеиновых кислот (ДНК или РНК), заключенные в защитную белковую оболочку, называемую капсидом. Капсид выполняет не только за-

щитную функцию. Он также обеспечивает прикрепление вируса к поверхности клеточных мембран благодаря рецепторам, способным связываться с мембранными рецепторами. Более сложные вирусы могут иметь дополнительную оболочку из липопротеина – белка, имеющего в своей молекуле жировой остаток.

Вне клетки вирус существует в форме вириона (нуклеиновая кислота, упакованная в капсид), а в клетке он существует в форме нуклеиновой кислоты. При проникновении вируса в клетку капсид остается за пределами клетки. Вежливый вирус снимает свое пальто (капсид) прежде, чем войти в квартиру (клетку). Посредством своей нуклеиновой кислоты вирус управляет клеткой-хозяином и программирует ее системы на синтез своего, вирусного материала – нуклеиновой кислоты и белков вирусных оболочек – из веществ клетки-хозяина. Можно сказать, что вирус «подчиняет» себе клетку.

Только в клетке вирус живет «полноценной жизнью». Вне клетки он находится в неактивном состоянии.

Паразитируя в клетках, вирусы нарушают их нормальную жизнедеятельность, вызывая болезни. Вирусы поражают все живое – животных, растения, микроорганизмы. Грипп, различные гепатиты, СПИД – это все вирусные заболевания.

Размеры вирусов очень малы, поэтому их величину измеряют не в микронах (миллионных долях метра), а в нанометрах (миллиардных долях метра). «Мелкий» вирус полиоми-

элита имеет размер около 20 нм, а «гигантский» вирус желтухи свеклы – 1500 нм. Одну клетку могут заселять одновременно несколько десятков вирусов.

Впервые ДНК (не как хранилище наследственной информации, а всего лишь как химическое вещество), была выделена в далеком 1869 году из такой прозаической субстанции, как гной. Поскольку в составе молекулы ДНК был обнаружен фосфор, открытое вещество долгое время считали формой запаса фосфора в организме. Ясное дело. Чем еще могли считать ДНК в догенетическую эпоху, как не формой запаса фосфора или, скажем, азота? И только в 1944 году, в опытах по трансформации<sup>4</sup> бактерий было установлено, что ДНК обеспечивает перенос наследственной информации. А девятью годами позже, в 1953 году, была расшифрована структура ДНК. Таким образом, от момента выделения ДНК до получения относительно полного представления о ее структуре прошло восемьдесят четыре года! Впрочем, для науки это не такой уж и долгий срок.

РНК была открыта вместе с ДНК и точно так же сначала считалась «копилкой» фосфора. В 1939 году была выдвинута гипотеза об участии РНК в синтезе белков, а структуру РНК впервые удалось расшифровать в 1965 году, двенадцатью годами позже расшифровки структуры ДНК. Ученые, расшифровавшие структуры ДНК и РНК получили ни много

---

<sup>4</sup> Трансформацией называется процесс переноса наследственной информации от одних клеток к другим.

ни мало, а Нобелевские премии. Столь высокая награда была полностью заслуженной, поскольку расшифровка структуры ДНК и РНК стала переломным моментом в развитии генетики, стимулом к научному прогрессу и опорной точкой для него.

А знаете ли вы, что в нашем организме существует так называемая «мусорная ДНК»? Так называют участки молекул ДНК, не выполняющие никакой функции, то есть не хранящие никакой информации. С учетом того, что к «мусору» относится более 90 % молекулы ДНК, можно с уверенностью предположить, что нам просто неизвестны функции этих участков.

Почему «с уверенностью»?

Да потому что у природы ничего лишнего и ненужного не бывает. У природы все продумано до мельчайших деталей, и ради нескольких «работающих» процентов не будут синтезироваться гигантские молекулы ДНК. В свое время, по мере развития генетики, количество «мусорной» ДНК будет сокращаться, а количество полезной – расти.

## **ЛИРИЧЕСКОЕ ОТСТУПЛЕНИЕ, ПОСВЯЩЕННОЕ СТРОЕНИЮ КЛЕТКИ**

Давайте отвлечемся ненадолго от генетики и займемся «чистой» биологией, самыми ее азами, – вспомним, из чего состоит живая клетка. В школе это все учили, но потом

благополучно забыли. За ненадобностью. А сейчас нам это знание необходимо для продолжения бесед на генетические темы.

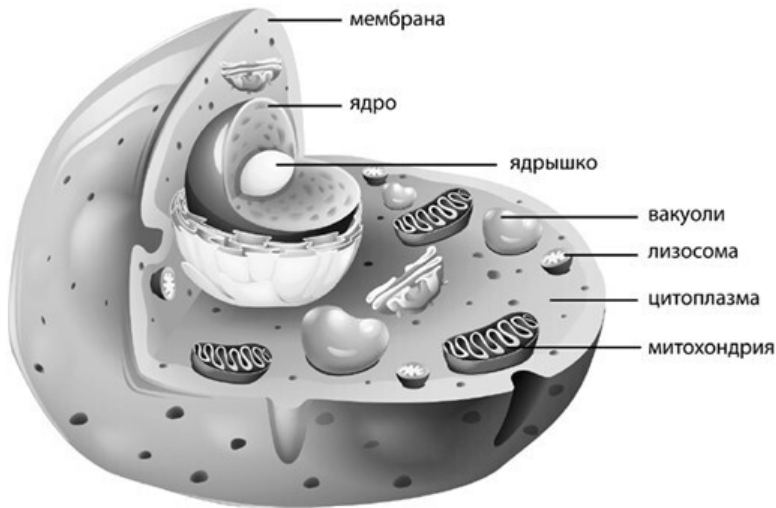
Не бойтесь – наше «лирическое отступление» будет недолгим.

Клетка является самой маленькой структурной и функциональной единицей всего живого, а целый организм представляет собой совокупность клеток. Но существуют и одноклеточные организмы, состоящие всего из одной-единственной клетки. Например – бактерии.

Клетки могут быть самыми разными – самостоятельными организмами или частью многоклеточного организма, животными или растительными, нервными или мышечными, и так далее, но, несмотря на это многообразие, все они имеют схожее строение.

Основными функциональными частями клетки являются:

- поверхностный комплекс, основу которого составляет клеточная мембрана, ограничивающая содержимое клетки и отделяющая клетку от внешней среды;
- ядерное вещество, содержащее ДНК;
- цитоплазма, в которой располагаются клеточные органы – органоиды (органеллы) и различные включения (например – капельки жира).



## Схема строения животной клетки

Ядерное вещество может быть оформленным в ядро со своей оболочкой или неоформленным, свободно «плавающим» в цитоплазме.

Клетки подразделяются на две большие группы – *прокариоты*, не имеющие оформленного ядра и обладающие относительно простым строением, и *эукариоты*, клетки со сложной структурой, имеющие оформленное ядро. Клетки прокариот имеют весьма малые размеры (0,5–5 мкм в диаметре). В эволюционном отношении прокариоты считаются более древними, чем эукариоты. Есть такое неформальное правило эволюции: чем проще – тем древнее.

Из всех клеточных органоидов нас с вами, как генетиков, интересуют только рибосомы – сферические образования, не имеющие своей мембраны, которые выполняют очень важную функцию синтеза белков из аминокислот, в соответствии с информацией, записанной в молекуле РНК. Рибосомы присутствуют во всех без исключения клетках – и у эукариот, и у прокариот. Количество рибосом в клетке может достигать десятков миллионов.

Про остальные клеточные органоиды вы можете прочесть в учебнике или в Сети. В порядке расширения кругозора. А наше «лирическое отступление» на этом можно считать оконченным.

# Глава третья

## Его величество ген

*«Ген» и «гениальность» – однокоренные слова.*

Его Величество Ген является структурной и функциональной единицей наследственности.

Не очень понятно?

Давайте скажем проще – ген представляет собой участок молекулы ДНК, в котором закодирована последовательность конкретного белка или же функциональной (то есть вспомогательной, не матричной) РНК. Если уж говорить строго по существу, то в генах закодированы последовательности РНК, как матричной, так и всех прочих. Белок на матрице ДНК непосредственно не синтезируется.

«От ДНК рождается РНК», – говорят генетики вместо общеупотребительного «от осинки не родятся апельсинки» или «яблочко от яблони недалеко падает».

Один ген отвечает за синтез одного химического вещества, потому ген и считается структурной и функциональной единицей. Структурной, как часть молекулы – ДНК и функциональной – поскольку выполняет одну конкретную функцию.

Классическая концепция генетики гласит: «один ген –

один белок – один признак». Запомните ее хорошенько, потому что чуть позже мы разнесем ее в пух и прах.

Да – разнесем! Камня на камне не оставим! От классической концепции. Вот такие мы хулиганы. Точнее, не мы, а генетики. Генетики обожают создавать концепции, а затем опровергать их.

Зачем они это делают?

Из вредности?

Нет, просто жизнь у них такая сложная. Генетика развивается быстрыми, прямо-таки бешеными темпами, и вскоре после создания концепции приходится уточнять, дополнять исключениями и т. п.

Мы с вами изучаем генетику последовательно – от простого к сложному. Так что пока запоминаем: «один ген – один белок – один признак», и идем дальше.

То, что ген отвечает за синтез одного белка или одной РНК, звучит как-то... м-м... приземленно, не так ли? Людям, далеким от генетики, функции генов представлялись более масштабными, нежели синтез одного-единственного прозаичного химического вещества. Его Величество Ген должен иметь неограниченные полномочия и такие же возможности. Что это за Его Величество с одной-единственной возможностью? Похоже на шахматного короля, беззащитного и ограниченного в передвижениях.

Но что есть, то есть. И не забывайте, пожалуйста, о том, что эти самые химические вещества определяют развитие,

рост и всю прочую жизнедеятельность организма. Ген велик и славен не широкими полномочиями, а важностью порученного ему матушкой-природой дела. Что же касается прозаичности химических веществ, то давайте уясним, что на молекулярном уровне жизнедеятельность организма представляет собой совокупность химических процессов. Не более того. «Химия, химия, сугубая химия», как пели в старину студенты.

А что вы думали? И чего вы хотели?

Как вы представляли, к примеру, действие гена голубых глаз?

Воображение рисовало вам микроскопического человека с кистью и ведром голубой краски, которой он красил радужные оболочки?

Картина симпатичная, но на деле все выглядит гораздо прозаичнее. Голубой цвет глаз представляет собой результат мутации в определенном гене (если вам нужны паспортные данные, то это ген *HERC2*), вследствие которой снижается выработка пигмента меланина в радужной оболочке глаза. Много меланина – радужка коричневая, а то и совсем почти черная, мало меланина – радужка серая, синяя, голубая, зеленая или «янтарная». С множеством оттенков каждого цвета. Такое многообразие расцветки обеспечивает комбинация меланина с другим пигментом – желтым липофусцином и темно-синими кровеносными сосудами радужной оболочки.

Термин «ген» появился в 1909 году, когда ученые еще не

знали о свойствах ДНК.

Странно, не так ли?

О свойствах не знали, структуру не расшифровали, а уже ввели структурную единицу...

На самом деле изначально ген был единицей теоретической, условной. Существует нечто, определяющее один конкретный признак организма, и это нечто называется геном. А как этот самый ген выглядит, то есть какова его природа и структура, никто и понятия не имел.

В одно время ученые ожесточенно спорили о том, какие вещества являются носителями наследственной информации. Тогда уже знали, что молекула ДНК образована четырьмя нуклеотидами, а молекулы белков – двадцатью аминокислотами. «Двадцать аминокислот дают несравнимо большее количество комбинаций, нежели четыре нуклеотида», – говорили сторонники белковой природы гена, и с ними трудно было спорить. Особенно с учетом того, что теоретически (сугубо теоретически!) генов насчитывали от ста тысяч до миллиона. Согласитесь, что многообразие, даваемое комбинацией двадцати аминокислот, куда больше «подходит» миллиону генов, нежели кодирование при помощи четырех нуклеотидов. Эх, знали бы тогда спорщики, то есть по-научному – оппоненты, на какую длину растягивается комбинация этих самых четырех нуклеотидов! Но кто тогда мог предположить, что счет нуклеотидам в молекуле ДНК может идти даже не на миллионы, а на сотни миллионов. Сотни! Да при

таком общем количестве нуклеотидов всю наследственную информацию можно было бы закодировать даже по «двоичной» системе.

В наше время принято считать, что у человека есть около двадцати тысяч генов. Вполне возможно, что в будущем, по мере получения новой научной информации, это количество будет уменьшаться. Напридумывали миллион, а теперь сокращаем.

Лишь после того, как в ходе ряда экспериментов было доказано, что именно молекула ДНК хранит наследственную информацию, ген «получил паспорт» как фрагмент этой самой молекулы.

Давайте уточним, для полной ясности, какая разница между ДНК и белками.

Белки, или протеины – сложные высокомолекулярные вещества, состоящие из аминокислот, химических соединений, в молекуле которых одновременно содержатся карбоксильные группы и аминогруппы.

Из аминокислот!

Разбираться с аминокислотами подробно нет необходимости, ведь мы изучаем не органическую химию, а генетику. Молекулы ДНК и РНК, как вы уже знаете, состоят из нуклеотидов.

С различиями мы определились. А теперь попробуйте самостоятельно ответить на такой вот вопрос: в чем заключается сходство между ДНК, РНК и белками?

Сходство в том, что белки и нуклеиновые кислоты являются обязательными компонентами жизни на нашей планете! Без ДНК, РНК и белков никакой жизни быть не может. Во всяком случае, в земных условиях. Жизнь на земле называют белковой формой жизни, но правильно было бы называть ее белково-нуклеиновой.

Но вернемся к генам.

У некоторых читателей может возникнуть закономерный вопрос: зачем ученым понадобилось вводить понятие гена в то время, когда они о гене даже понятия не имели? Наука же должна оперировать точными и полностью изученными понятиями, разве не так?

Должна, никто этого не оспаривает. Но иногда обстоятельства складываются таким образом, что приходится вводить понятия условные, теоретические, полученные путем умозаключений, не подтвержденные и не изученные в ходе экспериментов.

Почему?

А потому что надо!

Надо было ввести в биологию (генетика тогда только-только получила свое имя и малую долю признания) термин, определяющий единицу наследственности, определяющий то, что влияет на один отдельно взятый признак организма. Без этого термина невозможно было выстраивать гипотезы и вести научный поиск.

Вот вам пример, не связанный с генетикой. Понятие об

атоме как о наименьшей неделимой частице материи впервые было сформулировано еще древнегреческими и древнеиндийскими философами. Греки с индусами научным опытом не обменивались, просто представители обеих философских школ мыслили в едином направлении. Научные же определения понятий молекулы и атома были приняты только в 1860 году! А приемлемая с научной точки зрения модель атома появилась лишь в 1913 году! Атом «жил без паспорта», то есть не имел четкого научного объяснения более двух тысяч лет!

«Отец» эволюции и один из столпов биологической науки Чарльз Дарвин первым попытался всерьез разобраться в принципах наследственности и объяснить, как оно происходит, это непонятное наследование признаков от родителей.

В том, что признаки наследуются, не было сомнений с древнейших времен. Как только люди научились сравнивать, они заметили, что дети в той или иной степени похожи на своих родителей. Более того – не имея понятия о генах, законах наследственности и прочих премудростях генетики, люди ухитрились выводить нужные породы животных и растений сугубо практическим путем. Нужна, к примеру, длинноногая быстрая порода собак, значит, будем отбирать для скрещивания самых «грациозных», самых длинноногих щенков. А если нужно вывести охотничью породу, способную беспрепятственно проникать в норы, то ставка делается на короткие ноги.

Но то практики-селекционеры, им важен результат, а не научное объяснение метода. Дарвин же был ученым и потому стремился найти подходящее объяснение всему непонятному в биологии.

Для объяснения механизма наследственности Дарвин придумал геммулы, некие гипотетические частицы, обеспечивающие наследование признаков. Эти самые геммулы по мнению ученого образовывались во всех клетках организма, а затем поступали в кровь и с током крови доставлялись в половые железы. Каждая «новорожденная» половая клетка получала полный набор геммул, то есть наследственную информацию от всех клеток организма.

Логично?

Вполне.

И то, как наследуются приобретенные признаки, эта гипотеза тоже объясняла. Изменившиеся клетки (новый признак – это же изменения клеток) вырабатывают новые геммулы, отличающиеся от тех, которые они вырабатывали прежде...

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.