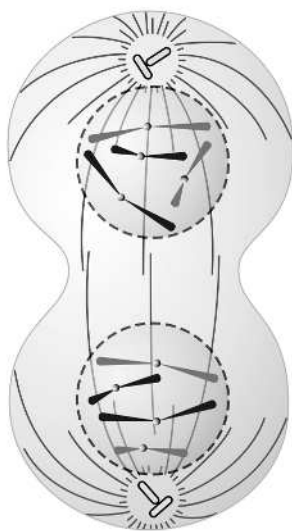


**Андрей Шляхов**

# **ГЕНЕТИКА**

## **для начинающих**



Москва  
Издательство АСТ

УДК 575  
ББК 28.04  
Ш 70

**Шляхов, Андрей Леонович**

Ш70 Генетика для начинающих / Андрей Шляхов; — Москва: Издательство АСТ, 2019, — 320 с. — (Наука на пальцах).

ISBN 978-5-17-112188-4

Эта книга предназначена для тех, кто не привык кинуть перед телевизором или зависать над смартфоном. Она для любознательных людей, которые готовы дать пищу уму, вспомнить давно забытое или узнать что-то новое. Эта книга — не учебник, не руководство и не задачник, а сборник бесед на химические темы. Форма подачи материала легкая и ни к чему не обязывающая. Каждая глава начинается с чего-то «отвлеченного», что на первый взгляд может вообще не иметь никакого отношения к химии, а затем разговор от отвлеченного переходит к конкретному. Премудрость химическая излагается не в установленном учебниками порядке, а «вразброс», применительно к теме главы. Так легче, проще и интереснее.

УДК 575  
ББК 28.04

# 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 органы — 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 морковь 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

Глава первая.  
(Что такое генетика, и с чем ее едят (На правах предисловия))

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 неперенной 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 потребует-

ся специальная подготовка или биологическое образование. Специальная подготовка в нашем 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

(Что такое генетика, и с чем ее едят (На правах предисловия))  
**Глава первая.**

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 вопросами 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, добываясь 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 рассмотрим в восьмой гла-

ве, 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, геновая 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.

---

<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 невежественными оппонентами могут прочесть роман Владимира Дудинцева «Белые одежды».

В медицине генетика с каждым годом расширяет свои позиции, как в деле диагностики заболеваний, так и в их лечении. 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 универсальной 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 имя, а где наводнение», — говорили в старину, когда хотели подчеркнуть отсутствие всяческой связи между чем-нибудь.

(Сладкие ядерные кислоты, или Генетика на молекулярном уровне) Глава вторая.

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.

Посмотрите на таблицу — вверху изображены структурные химические формулы азотистых оснований, а внизу — соответствующих этим основаниям нуклеозидов.

Если к нуклеозиду присоединяется так называемый «фосфатный остаток» (см. рисунок), 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. На рисунках молекулы этих сахаров изображены в линейном и замкнутом (циклическом) виде. 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 дезоксири-