



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Знаете ли вы, как выглядели первые живые организмы, появившиеся на нашей планете несколько миллиардов лет назад? Не расстраивайтесь — этого никто точно не знает. Некоторые ученые предполагают, что первые живые существа были похожи на небольшие капельки, напоминающие в свою очередь мыльные пузыри; другие утверждают, что примитивный организм — это шаровидное скопление нескольких молекул белка, третьи говорят, что все было иначе, и вообще жизнь на нашей планете появилась из космоса. Существует и множество других точек зрения, за которыми стоят более или менее серьезные аргументы, и каждая имеет право на существование. В конце концов ведь никто не видел (и никогда не увидит), как все было на самом деле. Важно другое — во всех, порой даже в диаметрально противоположных теориях есть нечто общее. Каким бы ни был первый живой организм, он должен воспроизводить себе подобных. Причем не просто воспроизводить — его потомки должны были быть похожими на своего «родителя», но при этом чем-то отличаться друг от друга. Таков всеобщий закон природы.

Среди миллионов живых существ один биологический вид стоит особняком, сильно выделяясь среди всех остальных. Имя ему — человек разумный. Появившись в африканских саваннах лишь

около 200 000 лет назад, человек заселил всю планету, создал цивилизацию, достиг небывалых высот в науке, технике, искусстве, наконец, оторвался от родной планеты и вышел в космическое пространство. Но и он не смог избежать действия всеобщих биологических законов: каждый ребенок похож на своих родителей, но в то же время на Земле не существует двух абсолютно одинаковых людей. Даже близнецы немного различаются между собой.

Наверное, вы уже догадались, что речь идет о двух важнейших свойствах живых организмов, которые называются наследственность (все дети похожи на своих родителей) и изменчивость (нет двух абсолютно одинаковых живых организмов). Их изучением и занимается генетика, именно о них и пойдет речь в этой книге.

Хотя генетика — это сравнительно молодая наука (ей немногим более ста лет), ее история чрезвычайно насыщена и богата удивительными открытиями. За столь короткое время ученые-генетики смогли перейти от простого наблюдения за ходом естественных природных процессов к изучению молекулярных основ наследственности и изменчивости, научились изменять ход событий и искусственно создавать новые, не существующие в природе живые организмы. Если XX век часто образно называют веком физики, то XXI век с полным правом можно назвать веком генетики.

---

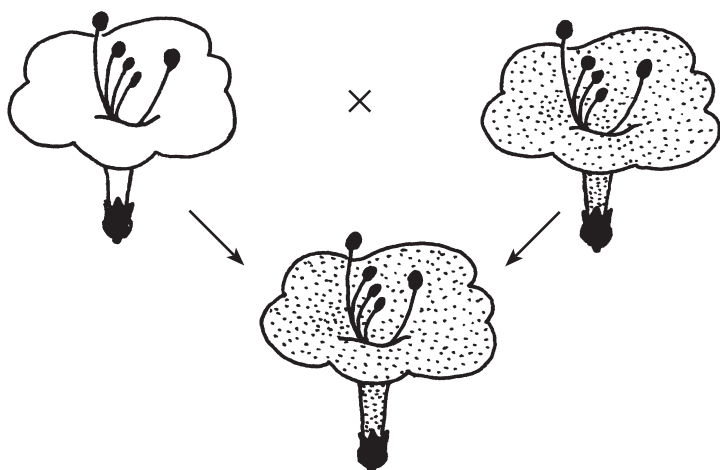
**О ГОРОХЕ  
И НЕ ТОЛЬКО...**



## РОЖДЕНИЕ ГЕНЕТИКИ

Любая наука имеет свою историю, и генетика — не исключение. Более того, история генетики началась еще до возникновения самой науки — в 60-х годах XIX столетия, когда никому не известный австрийский монах **Грегор Мендель** провел свои знаменитые опыты по **скрещиванию гороха**. Мендель был учителем физики и естествознания в обычной средней школе, а все свое свободное время отдавал выращиванию растений в саду монастыря. Но, в отличие от многих огородников, он делал это вовсе не из гастрономических интересов, а для изучения закономерностей наследования признаков. Конечно, Мендель был не первым исследователем, поставившим перед собой эту задачу. Опыты по гибридизации растений, похожие на менделевские, ставились неоднократно и до него, но ни один из предшественников даже и не делал попыток как-то проанализировать свои результаты.

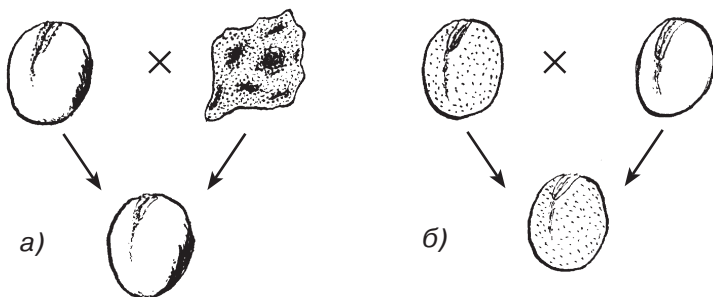
Почему удача улыбнулась именно Менделю? Может быть, это была простая случайность? Хотя очень часто великие открытия делаются по чисто случайному стечению обстоятельств, успех Менделя вовсе не был таковым. Прежде всего, Мендель решил обращать внимание не на множество признаков, как все его предшественники, а лишь на признаки одной пары. Мендель взял семена гороха с пурпурными цветками и семена сорта, у кото-



*Скращивание гороха с белыми и пурпурными цветками*

рого цветки были белые. Когда из них выросли растения и зацвели, он удалил из пурпурного цветка тычинки и перенес на его пестик пыльцу белого цветка. Через положенное время образовались семена, которые Мендель следующей весной опять посадил на своем огороде. Вскоре взошли новые растения, и Мендель с нетерпением ждал того момента, когда горох зацветет. Какого цвета будут цветки? Логичнее всего было предположить, что они окажутся какой-нибудь «промежуточной» окраски между белым и фиолетовым, например, розовой. Или часть из них будет пурпурными, а часть — белыми. Но результат превзошел все ожидания: растения оказались с пурпурными цветками, среди них не было ни одного белого! Новые растения унаследовали только один признак, а другой исчез, казалось бы, бесследно!

Как и полагается настоящему ученому, Мендель не один раз повторял свои опыты и всегда получал

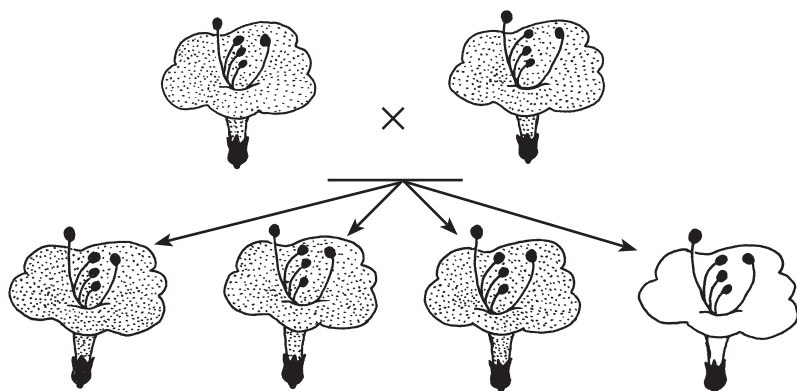


*Скрещивание гороха: а) гладкие семена с морщинистыми; б) желтые с зелеными семенами*

один и тот же результат. Если он скрещивал горох с желтыми и зелеными семенами, у потомков семена всегда были желтыми, скрещивание растений с гладкими и морщинистыми семенами неизменно давало горох с гладкими семенами, потомство высокорослых и низкорослых растений всегда было высокорослым. Итак, гибриды всегда приобретают один из родительских признаков. Но какой? Мендель предположил, что признаки различаются по «силе», при этом сильный признак всегда подавляет слабый. В этом состоял первый важнейший результат опытов Менделя: в гибридах, полученных от скрещивания растений с разными признаками, не происходит никакого растворения признаков, а один признак (более сильный, или, как назвал его Мендель, **доминантный**) подавляет другой (более слабый или **рецессивный**).

Но Мендель не остановился на достигнутом. Его волновал другой вопрос: а так ли бесследно «исчезают» рецессивные признаки? Могут ли они как-нибудь проявиться у потомков? Исследователь

взял и скрестил между собой пурпурные растения гороха, полученные от первого опыта. Опять последовало длительное ожидание цветения, опять никто не мог предсказать, какого же цвета на этот раз будут цветки у гороха. Казалось бы, с точки зрения здравого смысла исход этого опыта угадывался безошибочно. Какие могут получиться растения от скрещивания пурпурно-цветкового гороха с пурпурно-цветковым? Конечно же, с пурпурными цветками. Стоило ли ждать целый год, чтобы убедиться в таком очевидном выводе? Но Мендель, как и полагается настоящему ученому, привык доверять только фактам. И он был вознагражден за свое терпение. Из бутонов появились и пурпурные, и белые цветки. Признак белой окраски, исчезнувший после первого скрещивания, вновь проявил себя! Самое интересное (и, как вскоре мы убедимся, самое важное) заключалось в том, что растений с пурпурными цветками было ровно в три раза больше, чем с белыми.



*Скрещивание пурпурно-цветкового гороха  
с пурпурно-цветковым*



Как и в первом опыте, Мендель проверил полученную закономерность на других признаках. И опять совпадение результатов! Посадив 253 гибридные гладкие горошины, Мендель после сбора урожая получил целых 7324 новых горошин, среди них было 5474 гладких и 1850 морщинистых; в опыте, где изучалась окраска семян, из 8023 горошин, полученных после второго скрещивания, 6022 оказались желтыми и 2001 — зелеными. Похожие результаты были получены еще в 4 опытах, и во всех случаях отношение доминантных и рецессивных признаков после второго скрещивания составило в среднем 3:1.

Знания, которыми обладал Мендель, были ничтожными, но сделанные им выводы намного опережали свой век. Мендель не знал, что наследственность сосредоточена в ДНК клеток — тогда и слова такого не знали. Он не знал, как половые клетки отца и матери сливаются во время оплодотворения. Не известно ему было и многое другое, казалось бы, очень необходимое для того, чтобы вынести хоть какое-нибудь суждение о природе наследственности. Однако эти зияющие пустоты в знаниях о наследственности и ее носителях не помешали Менделю разобраться в причинах, обуславливающих полученные им закономерности. Мендель предположил, что раз в клетках организма один (слабый) признак подавляется другим (сильным), то, следовательно, в этих клетках непременно должны находиться задатки обоих признаков — и доминантного, и рецессивного. Все клетки тела несут парные задатки одного признака. По мере развития организма они делятся сно-

ва и снова, и наконец наступает такой момент, когда нужно образоваться половым клеткам — **гаметам**. И вот Грегор Мендель высказывает предположение, которое впоследствии станет самым важным из открытых им законов.

Он приходит к мысли, что половые клетки (гаметы) несут только по одному задатку каждого из признаков и чисты от других задатков этого же признака. Этот закон получил название **закона чистоты гамет**. Даже сейчас, когда генетики «вооружены» огромным количеством знаний, недоступных в свое время Менделю, закон чистоты гамет не потерял своего бывшего значения.

Слава Менделя распространилась моментально. Во всем мире сразу же нашлось множество последователей, которые повторили его опыт на различных объектах. В научном обиходе появился даже особый термин — «менделирующие признаки», — то есть признаки, подчиняющиеся законам Менделя. Сначала казалось, что кое-что противоречило открытым формулам. Но при тщательной проверке выяснилось, что ни одно из правил Менделя не было ошибочным.

## КТО ТЫ, НОЧНАЯ КРАСАВИЦА?

Среди множества организмов, на которых генетики «перепроверяли» законы Менделя, был и **мирабилис**, или, как его часто называют в народе, **ночная красавица**, — ничем не примечательное растение, хорошо известное лишь цветоводам-

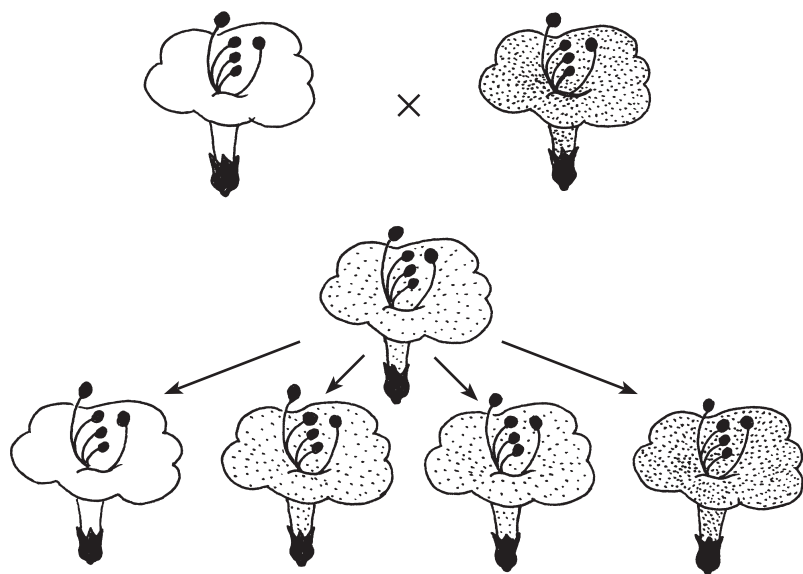


любителям. В природе встречаются растения ночной красавицы с двумя разными вариантами окраски цветов — красными и белыми. А что будет, если скрестить между собой растения с красными и белыми цветками? Можно предположить, что за красную и белую окраску отвечают разные фор-

мы (или, как говорят генетики, **аллели**) одного и того же гена. Тогда одна форма должна подавлять другую — ведь доминантный ген всегда подавляет рецессивный. Получается, что при скрещивании ночных красавиц с красными и белыми цветками должны получаться гибриды с красными цветками (обычно у растений ген наличия какой-нибудь окраски доминирует над геном ее отсутствия). Именно так и считали генетики, решившие проверить законы Менделя на ночной красавице. Но результат этой проверки оказался совсем иным — все гибридные растения обладали розовой окраской цветков! Откуда же мог взяться новый признак?

Розовая окраска — это что-то среднее между красной и белой. Неужели происходит «смешивание» признаков, процесс, невозможность которого вроде бы доказал Мендель? Выяснить это можно было лишь одним способом — скрестить между собой гибридные растения с розовыми цветками. А вот в потомстве от такого скрещивания прояви-

лись сразу все три признака — из посеянных семян выросли ночные красавицы и с красными, и с белыми, и с розовыми цветками. Красных и белых было примерно поровну, а вот розовых в два раза больше, чем тех и других. Но как объяснить такие результаты? Если опять проявились родительские признаки, значит, никакого «размывания» признаков не было — законы **Менделя** очередной раз подтвердились. Все дело в том, что в этом случае нет **доминантных** и **рецессивных** генов — никто друг друга не подавляет. Если растение обладает двумя одинаковыми копиями одного и того же гена (два гена красной окраски или два гена белой), оно будет окрашено «как полагается» — в красный или белый цвет. А розовые лепестки свидетельст-



*Скращивание ночной красавицы с красными и белыми цветами (неполное доминирование у ночной красавицы)*

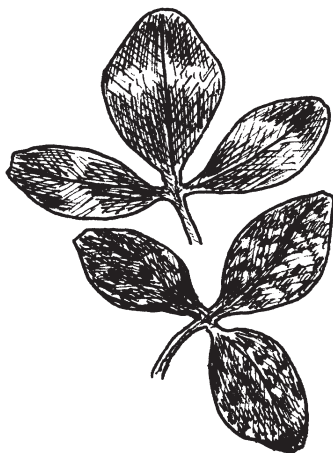
вуют о том, что в данном растении «встретились» две разные формы одного гена. Ни один из них не может подавить другой — и цветки приобретают «промежуточную» окраску. Такое явление ученые называют **неполным доминированием**. Вскоре выяснилось, что неполное доминирование очень широко распространено среди животных и растений.

Итак, если в одной клетке встречаются сразу две формы одного и того же гена, они могут вести себя по-разному. Один ген может полностью подавлять другой — в этом случае ученые говорят о явлении **доминирования**. Именно доминирование признаков открыл Мендель в своих экспериментах с горохом. Но доминирование может быть неполным — в этом случае при скрещивании проявляются «промежуточные» признаки, например розовая окраска цветов у ночной красавицы и других растений. И, наконец, возможен третий путь взаимодействия разных форм одного гена. Называется он **кодоминирование**. В этом случае никаких промежуточных признаков не возникает, а проявляются сразу оба родительских признака. Самый известный случай кодоминирования — это наследование групп крови у человека. Мы с вами подробно об этом поговорим в главе, посвященной генетике человека.

До сих пор мы разбирали примеры наследования, в которых проявлялся один из двух признаков: желтая или зеленая окраска семян у гороха, красные или белые цветки у ночной красавицы и т. п. Во всех этих случаях ген, отвечающий за рассматриваемый признак, существует в двух

разных формах, или **аллелях**. Но у живых организмов очень часто встречаются гены, представленные тремя, четырьмя или даже большим количеством аллелей.

Попробуйте летом внимательно рассмотреть самое обычное луговое растение — **клевер**. Вы обнаружите, что очень часто встречаются растения клевера с белым рисунком



*Варианты окраски  
листьев клевера*

на листьях — это могут быть просто белые пятна или полосы различной формы. Кроме того, встречаются и чисто зеленые клеверные листья, вообще лишенные белого рисунка. Ученые подсчитали, что всего существует несколько десятков различных вариантов окраски клеверных листьев. Казалось бы, в таком разнообразии рисунков очень трудно разобраться, по крайней мере просто законами Менделя объяснить его очень трудно. А самое удивительное, что за все это разнообразие отвечает один-единственный ген. Но этот ген не простой — у него есть сразу семь различных форм, или аллелей, каждый из которых отвечает за «свой» тип белого рисунка. Но генов всего семь, а возможных вариантов окраски гораздо больше. Откуда же берутся «лишние» признаки? Все дело в том, что каждое растение обладает не одной, а двумя копиями одного и того же гена; причем это может быть как один и тот же аллель (такой организм