

М. С. НАВАШИН

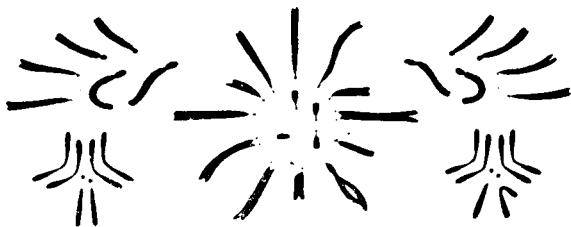
ПОВТОРЕНИЕ СЕБЯ В ПОТОМСТВЕ

35854

„СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК“

ВОЛОГДА

1925



Повторение себя в потомстве.

1.

Древнее изречение: «что посеешь, то и пожнешь» в буквальном его смысле неверно. Если бы из семян вырастали всегда точно такие же растения, от которых эти семена получились, если бы потомство было сколком и совершенным подобием родителей, — наш органический мир являл бы печальную картину самого унылого однообразия. Борьба за существование, этот могучий двигатель эволюции, была бы сведена на-нет полным равенством сил живущих и борющихся организмов. Надо думать, что и вообще жизнь была бы невозможна, так как различные неблагоприятные обстоятельства — холод, болезни, засухи и пр. — разом опустошали бы целые области, населенные тождественными живыми существами. Переживания более приспособленных, лучших особей быть не могло бы, потому что, раз все подобны друг другу, нет и лучших, более приспособленных.

Но мы знаем, что это не так. Потомство никогда не бывает целиком подобно родителям и вполне однообразно. В общих, главных чертах повторяя производителей, оно частично отли-

чается от них по целому ряду более мелких, частных особенностей, что составляет так называемую изменчивость, свойственную всем без исключения живым существам. Вместе с борьбой за существование, ведущей к естественному отбору лучших, наиболее приспособленных, изменчивость составляет основу прогресса в органическом мире.

Вам может показаться странным то обстоятельство, что, озаглавив свою беседу «повторение себя в потомстве», я как-будто начинаю с отрицания возможности такого повторения. Это противоречие, однако, лишь кажущееся. Дело в том, что, как вы узнаете дальше, ни одно живое существо не представляет собою чего-то целого, могущего неизменно передаваться из поколения в поколение. Напротив, каждый организм, даже наиболее простой, есть совокупность множества отдельных свойств, или, как мы выражаемся, признаков, которые у разных особей проявляются в различном сочетании. Отдельные признаки, во время жизни особи, соединены, правда, между собою очень тесно и даже взаимодействуют друг с другом; но они не смешаны, не слиты воедино, а, напротив, могут в следующих поколениях разделяться и проявляться в новых сочетаниях, подобно тому, как различные химические тела, соединяясь различным образом друг с другом, не теряют от этого навсегда своих присущих им свойств и могут быть

снова выделены. Мы знаем например, такие признаки, как карие и голубые глаза, черные и светлые волосы. Эти признаки бывают сочетаны различно: так, мы встречаем черноволосых кареглазых, черноволосых голубоглазых, светловолосых кареглазых и светловолосых голубоглазых людей. Одно из этих сочетаний может быть повторением родительского, другие же будут от него, вполне понятно, отличаться. Таким образом, дети могут по своим признакам в большей или меньшей степени повторять родителей, а могут и по всем статьям от них отличаться.

Раскрытию законов, по которым происходит передача свойств от производителей к потомству, я и посвящаю свою беседу; иначе ее можно было бы озаглавить так: «повторение себя—целиком или в части».

Мы будем говорить, главным образом, о растениях. Прежде всего, это будет исторически справедливо, так как начало всему учению о наследственности положено именно опытами над растениями. Кроме того, на примерах из мира растений занимающие нас вопросы вскрываются с большей ясностью, вследствие простоты организации растений. Одно то, что у растений оба пола большею частью соединены в одной особи, как вы сейчас поймете, делает изучение наследственности у них много проще.

Совершенно неправильно представление, противопоставляющее «наследственность» — «изменчивости».

Напротив, в живой природе наследственность неотделима от изменчивости, так как стойкую изменчивость составляют такие изменения свойств, которые передаются дальнейшими поколениями, или, как говорят, наследственны. Только такие наследственные изменения и могут иметь значение в эволюции, в образовании новых форм; эти изменения могут происходить, как вследствие нового сочетания признаков, дающего новую форму, так и вследствие изменения самих признаков.

Всем вам, конечно, известно, что каждое растение, как и всякое живое существо, берет свое начало от одной единственной клетки, происходящей в свою очередь от соединения двух начал—мужского и женского. Мужское начало дает цветень или пыльцу, образующуюся в тычинках, а женское скрыто внутри пестика, в зачатках будущих семян—семяпочках. Когда крупинка цветня—пыльцевое зерно—попадает на рыльце пестика,—происходит, как мы говорим, опыление,—его содержимое проводится пыльцевой трубкой внутрь пестика, и там происходит соединение мужского начала с женским, дающее жизнь новой особи, развивающейся сначала в виде зародыша в завязавшемся семени. На рис. 1 *) мы видим изображение опыленного пестика; сидящие на рыльце пыльцевые зерна прорастают трубками внутрь пестика, в его завязь, где заметно довольно сложное устрой-

*) Подробное объяснение этого и последующих рисунков см. после текста.

ство. Но об этом мы будем подробно говорить дальше.

Доставка пыльцы на рыльце у разных растений совершается различно: от простого переноса ветром до сложнейших приспособлений, при по-

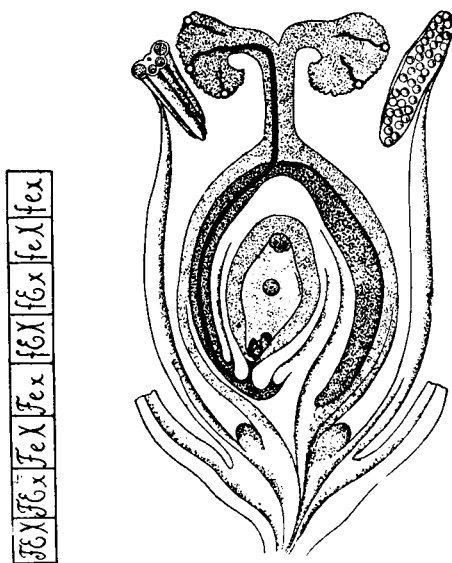


Рис. № 1.

мощи которых используются прилетающие на цветки насекомые, нагружающиеся пыльцой и переносящие ее с одного цветка на другой. Здесь нет места разбирать эти интереснейшие стороны жизни растения; приспособления, при помощи которых обеспечивается опыление, чрезвы-

чайно разнообразны, и их изучает особая отрасль ботаники—биология цветка. Я касаюсь этого вопроса вскользь, для того, чтобы разъяснить некоторые необходимые нам понятия. Когда рыльце опыляется (естественным путем, или, что безразлично, если мы делаем это искусственно, нанося, положим, пыльцу кисточкой) пыльцой с той же особи или даже из того же цветка, — мы говорим о самоопылении. Если пыльца взята с другого экземпляра,—мы говорим, что произошло перекрестное опыление. В случае перекрестного опыления, получившееся семя произошло от двух особей; мужское начало перенесено вместе с пыльцой от одной особи к другой,—мы называем это скрещиванием.

Очень многие растения опыляются исключительно перекрестно, для чего имеется целый ряд приспособлений. Таковы, напр., из наших культурных растений рожь и подсолнечник. Другие, напротив, всегда опыляются своей же пыльцой, как, напр., пшеница и горох.

Для обозначения скрещивания употребляют, при написании, крест умножения, напр.: рожь \times пшеница. Это значит, что растение ржи скрещено с растением пшеницы. Продукт скрещивания, потомок от него, называется гибридом или помесью. Название «гибрид» происходит от греческого слова *hybrido*, что значит насиловать; первоначально такое обозначение было применено к потомкам от скрещивания произ-

водителей, столь между собою несходных, что самое их сочетание являлось как бы «насилием» над природой; но теперь в науке термин гибрида употребляется для обозначения потомка от скрещивания производителей, отличающихся хоть чем-либо друг от друга.

Сообщенные сейчас термины, вероятно, большинству из вас знакомы. Они приложимы к животным в той же мере, как и к растениям, так как существо дела везде одинаково. Мы точно так же скажем, что, скрещивая ослицу с жеребцом или кобылу с ослом, мы получаем гибрида—мула или лошака.

Сказанным относительно размножения у растений мы пока ограничимся. Здесь только необходимо упомянуть, для избежания некоторого смешения понятий, об особом способе размножения, часто наблюдающемся у многих растений. Дело в том, что нередко, на ряду с настоящим размножением при помощи семян—половым размножением,—существует другой—бесполой—способ размножения, ничего общего с первым не имеющий. Я говорю о таких растениях, каковы ива, виноградная лоза, картофель, где целые части растения, куски стебля—черенки и клубни—могут, укореняясь, отделяться и существовать самостоятельно. Само собою разумеется, такие случаи теперь нас занимать не должны, так как здесь не приходится вовсе говорить о родителях и потомстве; опре-

зая черенок ивы и дав ему укорениться, мы не создаем новой особи, а просто заставляем ветку расти не на дереве, часть которого она составляла, а отдельно от него. Такие случаи в растительном мире нередки и наблюдаются у очень многих растений, способных давать стеблевые корни.

Итак, каждое живое существо происходит из одной клетки, от размножения которой получается все множество клеток, слагающих, как вы знаете, тело любого животного или растения. Эта первая исходная клетка, как было сказано, возникает от соединения двух начал (или гамет, — от греческого слова, означающего брак)—мужского и женского, и в ней с самого начала заложены задатки всех развивающихся впоследствии признаков организма. Таким образом, каждая особь с момента своего возникновения наделена способностью к выработке формы и окраски своего тела, определенных приспособлений к тем или иным условиям существования и т. д. Каждый организм получает, значит, в наследство от родителей способность к развитию из первой, зачавшей его клетки; развитию, через целый ряд превращений, приводящему к выработке определенных свойств, присущих тому или иному виду растения или животного. То, что мы называем «признаком», и есть именно продукт такой способности, — при данных условиях разви-

вать определенное свойство, например, высокий рост, красные цветки, голубые глаза и пр.

Это «наследство», подобно денежному наследству, может быть использовано, в зависимости от условий, так или иначе; подобно тому, как деньги могут быть истрачены на различные цели, в зависимости от места, воспитания, условий среды,—так и известные наследственные задатки могут, в зависимости от условий, дать те или другие окончательные признаки. Так, многие растения, для которых обычны красные цветки, на холоду дают цветки белые. Пишущему эти строки приходилось самому видеть одно растение, которое у подошвы горы давало красные цветы, а повыше, где холоднее, оно уже цвело белыми цветками. Спрашивается, каков признак этого растения в отношении окраски цветков? Скажем, при 20° оно дает красные цветки, а при 10° —белые. Очевидно, ему свойственно с самого начала определенным образом отвечать на внешние условия: в тепле окраска цветков образуется, а на холоду она не возникает. Значит, мы не можем сказать: «растение унаследовало от родителей красные цветки», а мы должны определить предмет так: «растение унаследовало от родителей задаток, наделяющий его способностью при температуре выше 20° образовывать красные цветки».

Еще более яркий пример, разъясняющий только-что сказанное, дают бабочки. Давно были

известны два вида бабочек, резко отличавшиеся друг от друга, как по окраске, так и по величине: один вид гораздо крупнее и светлее, с белым рисунком, другой —значительно мельче и с очень темным рисунком. Эти отличия настолько резки, что специалисты без всяких колебаний отнесли светлых бабочек к одному виду, а темных—к другому. Однако, при ближайшем изучении, эти обе породы бабочек оказались одним видом: различия между ними происходили просто от условий тепла. В холодную погоду, весной, получались крупные бабочки с белым рисунком, в теплую (летом)—мелкие и темные. Путем воспитания на холоду и в тепле, можно, по желанию, из одной и той же гусеницы вывести большую светлую или маленькую темную бабочку, или какую-нибудь среднюю форму, представляющую переход между этими двумя крайностями,—все дело в количестве тепла. Таких примеров можно привести много, и все они будут говорить о том же.

Совокупность таких задатков, могущих впоследствии дать при подходящих условиях все признаки организма, составляет то, что мы называем наследственными свойствами; передача их от родителей к потомкам называется наследственностью, и знакомством с ее законами и механизмом я и займу теперь ваше внимание.

Вопрос о том, как развивается из одной клетки весь организм, почему в течение этого развития множество клеток, происшедших от одной и той же начальной клетки, видоизменяется, специализируется, слагая различные органы, чрезвычайно сложен. Совершенно неправильно представление, что «признак» заложен в первой клетке уже «в готовом виде», и при развитии ему остается только «вырасти». В действительности дело обстоит совсем иначе, и, надо полагать, в развивающейся особи разыгрываются сложнейшие процессы взаимодействия многообразных сил, общий результат которых—организация живого существа в ее окончательном виде. Механика развития составляет сейчас большую отрасль биологии и обещает очень много в раскрытии тайн жизни. Достаточно указать на учение о г о р м о н а х, за последние годы сделавшее такие поразительные успехи; теперь нам известен целый ряд желез в теле животного, выделения которых служат для направления развития всего организма и для регулирования его жизнедеятельности во взрослом состоянии.

Загадка наследственности со времен глубокой древности занимала человеческий ум. Естественно, конечно, прежде всего стремились уяснить себе, как обстоит дело у человека; так как многочисленные яркие случаи унаследования родительских и прародительских свойств слишком били в глаза и настойчиво требовали объяснения. Но до открытия основного факта биологии—м е х а н и з м а размножения—такого объяснения дать было невозможно, и все сведения тех времен сводились лишь к описанию различных диковинных случаев, часто уснащенному

при этом значительной долей вымысла. Лишь во второй половине прошлого столетия были сделаны первые попытки упорядочения наших представлений о наследственности.

Ярким выразителем воззрений на явления наследственности, воззрений, господствовавших вплоть до нашего XX века, был известный английский статистик Гальтон. Тогдашнее представление было таково: каждая особь получила от своих родителей поровну наследственных задатков. Но переданные ей родителями задатки унаследованы ими в свою очередь от своих родителей, 4-х дедов нашей особи. Значит, в этом родительском наследстве одна четверть принадлежит не прямым производителям, а дедам. Деды же, в свою очередь, получили свои задатки от своих родителей, 8-ми прадедов нашей особи. Значит, в дедовском наследстве одна восьмая получена от прадедов. Таким образом, продолжая это рассуждение дальше, выводили такое заключение: сумма наследственных свойств особи составлена из общего наследства всех ее предков, начиная с родителей и кончая самыми отдаленными предками. Легко сообразить, что, согласно этой теории, если вообще такие рассуждения могут быть названы теорией, в наших жилах должна течь известная доля крови отдаленнейших прародителей; ничего не стоит вычислить, что это будет такая малая величина, которую можно изобразить

дробью с огромным знаменателем; получится величина меньшая, чем атомы и электроны. Совершенно ясно, что никакое вещество так дробиться не может. Это воззрение неизбежно приводило к признанию чего-то невещественного, какой-то духовной или божественной, невесомой и неуловимой сущности!

Наследственные свойства представлялись, значит, Гальтону и его современникам, как некая невещественная жидкость — «флюид», «кровь» по обиходному выражению, применяемому еще и сейчас,—делимая безгранично и смешивающаяся в любой пропорции. Такого рода понимание легче всего разъяснить опытом следующего рода. Я беру воду, окрашенную анилиновой краской, и развожу ее чистой водой в 2, 4, 8, 16 раз. Все более и более светлые жидкости, которые мы получим в ряде стаканов, изображают степень участия в «кровном наследстве» особи ее родителей, дедов, прадедов и т. д. При достаточном разбавлении водой окраска вовсе исчезнет,—фактически признак, бывший ясно заметным, пропадет. Совершенно так же, как в нашем опыте, эти философы наследственности разводили водой своих умозрений трезвую окраску естественных фактов.

Это представление о наследственных свойствах, как о какой-то безгранично делимой жидкости, давно оставлено наукой; оно держится, однако, еще кое-где, и в виде диковинки

можно бывает в родословной заводской лошади прочесть о том, что эта лошадь имеет: от такой-то кобылы $\frac{1}{32}$ «крови», от такого-то знаменитого жеребца— $\frac{1}{16}$ и т. д. До недавнего времени «благородная кровь» породистого производителя изображалась поэтому окрашенной жидкостью, которую бережно хранили в бутылке, чтобы подливать туда воду, по мере оскудения этой крови в дальнейшем потомстве, согласно гальтоновскому «закону наследственности».

Ошибка Гальтона и его единомышленников состояла в том, что все они, будучи статистиками, подходили к разрешению вопроса не с той стороны. Они не производили правильных опытов, а стремились из массовых подсчетов вывести статистические цифры, не понимая самой сущности явления.

В таком положении дело оставалось до 1900 года, когда, одновременно несколькими выдающимися биологами, работавшими над изучением наследственности, было открыто небольшое сочинение августинского монаха Грегора Менделя, изданное в 1865 году, на которое никто не обратил внимания при его выходе в свет, и которое в течение 35-ти лет оставалось безвестным.

Эта короткая статья на своих 45-ти страницах раскрывает все тайны наследственности. Мендель с гениальной простотой,—а все гениальное просто,—разрешил задачу, которая была

не под силу всем его предшественникам и современникам. Но его личная судьба представляет яркий пример обычного непонимания со стороны современников. Несмотря на то, что его первая статья—плод восьмилетнего труда—прошла совершенно незамеченной, он настойчиво продолжал свои исследования. Но в этих дальнейших опытах ему не посчастливилось с выбором материала для исследования; последующие полученные им данные оказались спутанными и противоречивыми, и он плачевно кончил свои дни в полной безвестности и безотрадном разочаровании, не дожив шестнадцати лет до признания его открытия ученым миром...

Лишь в 1900 году, когда, как я сказал, было вновь открыто первое сочинение Менделя, перед всем научным миром предстала во весь рост личность этого замечательного исследователя. 1900 год—первый год XX века—положил начало стройному учению о наследственности, покоящемуся на несокрушимом фундаменте менделизма. Так новое учение, развившееся за истекшую четверть века в огромную область знания, получило имя своего творца. Но это было сдано с опозданием... на 35 лет!

В своих работах Мендель исходил из того соображения, что для решения проблемы необходимо по возможности упростить свою задачу, исключив все излишние, затемняющие дело обстоятельства. Такие мешающие обстоятельства

он видел в опытах с массовым материалом и начал, поэтому, работу с тщательного выбора и подготовки материала. При выборе подходящего растения, он остановился на горохе, и вот почему: однолетнее растение, дающее, следовательно, возможность в том же году собрать урожай, а в следующем—получить второе поколение, горох бывает нескольких сортов, по своим признакам легко различимых. Кроме того, благодаря устройству своих цветков, это растение не опыляется перекрестно насекомыми, что позволяет, значит, производить искусственное опыление без опасения заноса посторонней пыльцы.

Остановивши свой выбор на нескольких сортах, Мендель, перед тем, как приступить к своим замечательным опытам, убедился в том, что каждый из избранных им сортов дает совершенно однородное потомство в отношении отличающих его признаков. На эту подготовительную работу потребовалось несколько лет, потому что Мендель проверял свои растения с чрезвычайно щепетильной тщательностью, в нескольких последовательных поколениях.

Выполнив эту подготовительную работу, Мендель положил в основу всего опыта следующее соображение: ошибка прежних исследователей состояла в том, что, изучая явление статистическим методом, они, во-первых, разом изучали массу особей различного происхождения,

от чего терялись все индивидуальные отличия, и, во-вторых, и это главное, они обращали внимание на совокупность всех признаков растения или животного, тогда как нужно было изучать эти признаки в отдельности.

Исходя из этой мысли, он выбрал наиболее характерные признаки, отличавшие взятые сорта друг от друга, и в последующих опытах следил за передачей по наследству только этих избранных признаков, не отвлекаясь другими, посторонними.

Первый опыт состоял в скрещивании растений, отличавшихся друг от друга именно по этим избранным признакам. Таких признаков всего было отмечено несколько, и среди них: высокий рост и карликовый рост, красные цветки и белые цветки, и другие. Опылив пыльцой высокого гороха рыльца карликовой и наоборот, Мендель полученные от скрещивания семена высеял.

Каково же было его изумление, когда из этих семян выросли совершенно одинаковые по росту растения! Такой результат противоречил всем тогдашним представлениям о наследственности, ибо считали установленным, что гибридное потомство непременно должно быть очень пестрым, состоять из особей различного рода; а здесь оказывалось как-раз наоборот! Все выросшие растения оказались высокого роста, и, притом, те, из них, которые получились от опы-

ления карликовых пыльцою высоких, ничем не отличались от происшедших от обратного скрещивания, т. е. опыления пыльцою карликовых растений рылец высоких.

Из этого первого опыта Мендель заключил, что признаки «высокий» и «карликовый» не равноценны, так как, при их соединении в одной особи при скрещивании, один оказывается господствующим, подчиняя себе другой. Господствующий признак (в данном случае — признак высокого роста) он назвал доминантным (*domino*, господствую), а подчиняющийся ему и подавляемый — рецессивным (*recedo* уступаю). Мы увидим, правда, дальше, что так бывает не всегда; так, известны случаи, когда определенный признак гибрида оказывается промежуточным между соответствующими признаками родителей. Но выведенное Менделем правило от этого не меняется: первое поколение от скрещивания особей, отличающихся по известным признакам, в отношении этих признаков всегда оказывается сплошь одинаковым.

При тщательном исследовании обнаруживается, скорее, что настоящее доминирование представляет исключение. Это особенно ясно дает себя знать при изучении наследования таких признаков, как окраска. При точном исследовании окраски гибрида, с помощью особого прибора, колориметра, улавливающего гораздо более тонкие цветовые оттенки, чем простой глаз, обнаруживается, что окраска всегда оказывается промежуточной; глаз просто не замечает того, что гибрид окрашен иначе,

чем родитель, обладающий «доминантным» признаком.

Предстояло теперь проследить передачу по наследству признака роста в дальнейших поколениях. Здесь-то и сказалась особенность метода Менделя. В то время, как Гальтон и другие статистики исследовали всю массу гибридного потомства разом, Мендель следил за судьбой каждого растения в отдельности. Тщательно опыляя каждое гибридное растение его же пыльцой, Мендель собрал с каждого растения семена отдельно, высеяв потом каждую порцию на особую грядку.

Результат получился опять совершенно неожиданный и вызвал еще большее удивление: второе поколение, выросшее из этих семян, собранных с одинаковых растений, оказалось неоднородным! Оно состояло из растений двух родов: высоких и карликовых. Сосчитав число тех и других, Мендель нашел, что на каждой грядке высоких растений оказывается втрое больше, чем карликовых.

Таким образом, оказалось, что первое поколение гибридов совершенно однородно, тогда как происходящее от него второе поколение состоит из особей двух родов. Откуда, спрашивается, взялись карликовые особи во втором поколении, которое произошло от особей сплошь высоких? Откуда может у потомства взяться признак, которого нет у родителей?

Мендель объяснил это так: наследственные свойства, при скрещивании, не претерпевают смешения, как две жидкости. Напротив, унаследованные от родителей задатки и в организме гибрида сохраняют свою природу; таким образом, признак карликового роста, унаследованный от исходной карликовой особи, присутствовал и в первом поколении гибридов, хотя и не проявлялся там, так как был подавлен доминантным признаком высокого роста. У некоторых же особей второго поколения признак карликового роста оказался отдельно от признака высокого роста, отщепившись во время образования семян. Не будучи угнетаем господствующим над ним признаком высокого роста, он мог свободно проявиться в виде карликового роста некоторой части особей. Это явление, выражающееся в неоднородности второго поколения, часть особей которого приобретает вновь дедовские признаки, Мендель назвал расщеплением помесей. Мы называем его теперь менделевским расщеплением, а чаще всего говорим просто: признаки менделируют.

Необходимо было выяснить, каково будет потомство этих высоких и карликовых особей. Мендель собрал с них семена, с каждого куста отдельно, и снова высеял на следующий год по особым грядкам. Оказалось, что потомство карликовых особей было сплошь карликовое. Высокие же вели себя не одинаково. В то

время, как одна треть из них дала исключительно высокие растения, две остальные трети вели себя точно так же, как первое гибридное поколение, т. е. расщеплялись на высоких и карликовых в прежнем отношении 3:1.

На рис. 2 схематически изображено все описанное. Большие и малые кружки изображают,

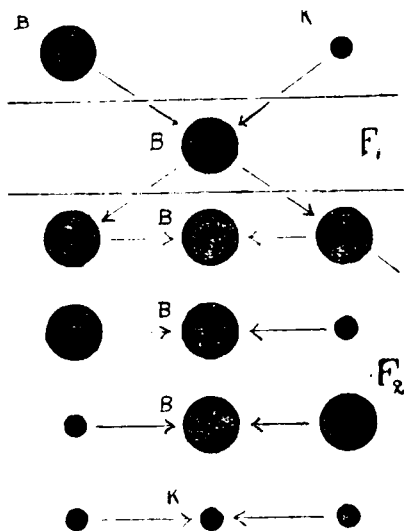


Рис. № 2.

соответственно, задатки признаков высокого и карликового роста. Буквами латинскими P, F₁, F₂, F₃, обозначены, как это принято, родители и первое, второе, третье гибридные поколения. Вы видите, что в первом поколении большой

кружок закрывает малый,—получается высокое растение. Справа и слева большие и малые кружки изображают задатки высокого и карликового роста, отделившиеся опять друг от друга при образовании нашим гибридным растением гамет. В середине изображено второе поколение, в котором произошло снова соединение этих разъединенных задатков; вы видите, что получились особи трех родов: высокие (большой кружок), высокие карликовые (большой кружок с малым в середине) и карликовые (малый кружок). Но по внешнему виду, как мы знаем, особи первых двух родов неотличимы, потому что признак высокого доминантен; поэтому будут получаться растения двух родов: высокие и карликовые, но часть высоких (большой кружок с малым в середине) будет в следующем поколении опять расщепляться.

Мендель исследовал дальше другие признаки, например окраску, цветков. Оказалось, что при скрещивании растения с белыми цветками с растением, обладающим окрашенными цветками, происходит точно то же, что и при скрещивании растений различающихся по росту. Первое поколение имеет сплошь окрашенные цветки. Признак окраски оказывается, значит, доминантным, а отсутствие окраски—белый цвет—рецессивным. Во втором поколении происходит расщепление, совершенно так же, как было описано.

Итак, ключ к тайне наследственности был найден, закон обнаружен. Наследственные задатки оказались не какой-то безгранично-разжижаемой из поколения в поколение жидкостью, а как бы вполне стойко сохраняющим свои особенности веществом, передаваемым от родителей к детям в строго определенном количестве, определенными порциями, или, как можно сказать, употребляя выражение химиков,—паями. Задаток любого признака данной особи составлен из двух таких паев, по одному паю от каждого родителя. Если оба пая однородны, напр., в обоих заключается задаток высокого роста, то и потомство этой особи в отношении этого признака будет однородным. Если пая неоднородны, напр., один пай несет задаток высокого роста, а другой—карликового, то это непременно проявится в разнородности первого же поколения.

Предстояло объяснить эти наблюдения. И здесь особенно сказалась ясность мысли основателя учения о наследственности: ничего не зная о механизме полового размножения, который был открыт много спустя, Мендель, путем чисто теоретических соображений, объяснил добытые им факты настолько правильно, что к его толкованию почти ничего не пришлось прибавить позднейшим исследователям, вооруженным уже всесторонним знанием сокровеннейших тайн полового воспроизведения.

Высказанные Менделем мысли таковы: пыльцевые зерна и семяпочки (зачатки семян) могут содержать только по одному паю наследственного задатка каждого признака. Поэтому в них может содержаться либо задаток высокого роста, либо задаток карликового роста, но не оба задатка вместе. Это основное положение, составляющее закон чистоты гамет (гаметой называется, как вы помните, половое начало) является одним из главных устоев всего учения о наследственности. Задатки признаков образуют, таким образом, пары, участники которых взаимно исключают друг друга в пыльцевых зернах или в семяпочках. Так, если там присутствует задаток высокого роста, то тем самым исключена возможность присутствия признака карликового роста, и наоборот. Этот основной закон вы лучше поймете на следующей схеме (рис. 3). Черный и белый кружки изображают высокого и карликового родителя, полукруги — гаметы. Вы видите, что полукруги всегда или белые, или черные, потому что гамета может нести задаток либо высокого роста, либо карликового, но не тот и другой вместе. От сочетания гамет, образованных высоким и карликовым родителями, получается гибридное растение, зачаток которого изображен на нашей схеме черным и белым полукругами, сложенными вместе и образующими черно-белый круг. Гаметы этого гибридного растения, понятно,

опять будут либо с задатком высокого роста, либо с задатком карликового роста. Справа и слева они изображены в виде черных и белых полукругов. Соединяясь всевозможными способами, они дадут, как изображено на схеме,

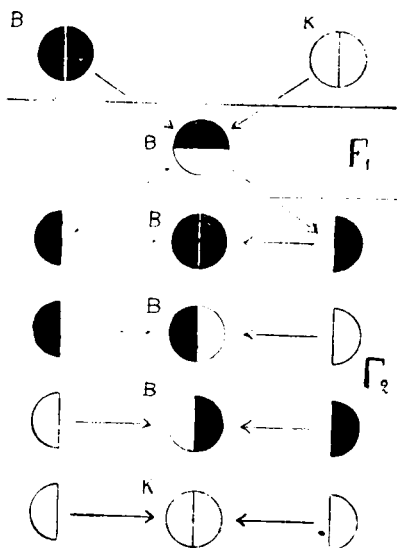


Рис. № 3.

растения всех знакомых нам трех родов: чистых высоких (черный круг), смешанных высоких (черно-белый круг) и чистых карликовых (белый круг).

Но это еще не все. Спрашивается, почему расщепление всегда происходит в вышеприведенном отношении? Почему на одно карликовое

растение всегда получается три высоких, два из которых в ближайшем же поколении снова расщепляются тем же порядком?— Мендель объяснил и это. Предположим, что мы опылим пыльцой карликового растения рыльце высокого растения и из полученного семени вырастим гибридное растение, которое, как вы знаете, будет неотличимо от высокого родителя, в нашем случае— от матери. По достижении им зрелости, оно образует как пыльцевые зерна, так и семяпочки, двух родов: одни будут содержать задаток высокого роста, другие будут заключать вместо него задаток карликового роста, согласно закону чистоты гамет. Будем, для краткости, называть пыльцевые зерна или семяпочки, содержащие задаток высокого роста,—«высокими», а содержащие задаток карликового роста—«карликовыми». Вам известно, что пыльцевых зерен и семяпочек образуется великое множество; поэтому, говорил Мендель, одинаково вероятно, согласно теории вероятности, встреча «высокого» пыльцевого зерна, как с «высокой», так и с «карликовой» семяпочкой; точно так же, одинаково вероятно, что «карликовое» пыльцевое зерно встретится с «карликовой» или с «высокой» семяпочкой. Следовательно, при достаточном числе тех и других, получится поровну всех мыслимых сочетаний, именно следующих: 1) «высокое» пыльцевое зерно с «высокой» семяпочкой; 2) «высокое» пыльцевое зерно с «кар-

ликовой» семяпочкой; 3) «карликовое» пыльцевое зерно с «карликовой» семяпочкой и 4) «карликовое» пыльцевое зерно с «высокой» семяпочкой. Всех этих сочетаний будет поровну; положим, из 1000 полученных семян вырастет по 250 растений каждого рода. Но комбинации 2) и 4), как мы знаем, дают одно и то же, именно высокое растение. Значит, в тысяче растений, выросших из этих семян, будет 750 высоких (250 чистых и 500 смешанных—расщепляющихся) и 250 карликовых.

Как вы видите, теоретический расчет в совершенстве совпадает с наблюдением. Обозначая задатки признаков начальными буквами, удобно представлять их сочетания в форме таблицы умножения (Архимедовой решетки), поставив, как это принято, между сочетающимися задатками знак умножения (\times).

На рис. 4 мы видим такое изображение сочетания гамет гибрида между высоким (В) и

Рис. № 4.

\times	В	К
В	ВВ	ВК
К	КВ	КК

карликовым (К) растениями. Вы видите, что буквы В и К, сочетаясь всеми возможными способами, образуют 3 различные комбинации: ВВ, ВК (или КВ, что все равно) и КК, при чем ВВ и КК получается по четверти, а ВК—половина (две четверти) всего числа (4) комбинаций.

Все сказанное попробуем получить при помощи опыта. Возьмем поровну красной и белой фасоли; ссыплем их в один сосуд и хорошо перемешаем. Эти зерна фасоли изображают пыльцевые зерна и семяпочки растения, полученного от скрещивания двух различающихся по какому-либо признаку родителей. Пусть красные зерна несут задаток высокого роста, а белые—карликового. Теперь, если я буду вынимать, не глядя, по паре зерен, вероятность, что вынутая красное с красным, красное с белым, белое с красным или белое с белым, одинакова. Но так как белое с красным—все равно, что красное с белым, мы будем различать только три рода сочетаний: чисто красные, чисто белые и смешанные.

Вы видите, я кладу красные в левый из этих трех стаканчиков, смешанные—в средний и белые—в правый. Вы замечаете, что в среднем стаканчике собирается фасоли вдвое больше, чем в левом и правом в отдельности, и ровно столько, сколько в них обоих вместе.

Совершенно таким же образом, по закону больших чисел, происходит свободное сочетание гамет в природе.

Вы видите, как просто разрешается вопрос, представлявшийся раньше полнейшей загадкой. Но для этого надо было быть Менделем!

Теперь спрашивается: как будет передаваться признак потомству, если мы скрестим гибридное растение с одним из родителей? Ответ на этот вопрос, основываясь на менделевских законах, можно дать сразу: потомство от такого скрещивания будет состоять наполовину из чистых, наполовину из смешанных особей. В действительности так всегда и оказывается, и сам Мендель в своей первой работе произвел такой опыт для проверки выведенных им законов. Такой опыт, который носит название обратного скрещивания, постоянно применяется на практике для того, чтобы отличить чистую породу от смешанной. Если, скрещивая испытуемое растение или животное с чистой особью, обладающей рецессивным признаком, мы получим потомство из особей сплошь с доминантным признаком,—это значит, что испытуемая порода чистая; если же получится потомство наполовину из доминантных, наполовину из рецессивных особей,—она смешанная. Этот прием, служащий, следовательно, для распознавания скрытого признака, является основным при изучении наследственности; такое распознавание носит название, по сходству с химическим анализом, гибридологического анализа.

Таковы законы наследования пары признаков (высокий—карликовый, красный—белый и т. д.). Но среди изученных Менделем сортов гороха были такие, которые отличались двумя парами признаков. Так, существует высокий горох с окрашенными цветками и карликовый с белыми. Здесь растения различаются, значит, по двум статьям—по росту и по окраске цветков.

Потомство от скрещивания таких двух растений оказалось сплошь из высоких особей с окрашенными цветками. Это значит, что признак окраски цветков доминирует над признаком ее отсутствия (белые цветки), подобно тому, как доминирует высокий рост над карликовым. Если верен основной закон, то в ближайшем, втором поколении следовало ожидать высоких растений втрое больше, чем карликовых, и, в то же время, растений с окрашенными цветками втрое больше, чем растений с белыми цветками (потому что, как мы знаем, доминантов бывает всегда втрое больше, чем рецессивов). Единственное возможное численное отношение, удовлетворяющее такому условию, будет, если на каждое карликовое растение с белыми цветками придется три карликовых с окрашенными цветками, три высоких с белыми цветками и девять высоких с окрашенными цветками. Опыт дал именно эту пропорцию: 9 : 3 : 3 : 1!

Из этого опыта вытекает прежде всего то следствие, что различные признаки подчиняются одним и тем же законам и, самое главное, наследуются совершенно независимо друг от друга. Если бы, например, признак высокого роста был связан с окраской цветков, то мы никогда не получили бы в потомстве от этого скрещивания особей карликовых с окрашенными цветками; наоборот, если бы признак белых цветков был неотделим от карликового роста, то не получились бы в потомстве высокие растения с белыми цветками. Этот новый закон, закон свободного сочетания признаков, разъяснил до конца основную проблему наследственности и позволил составить общую формулу, по которой можно заранее рассчитать, какого вида будут особи в потомстве от скрещивания взятых производителей, и в каком численном отношении будут в нем особи каждого рода. Я не буду касаться здесь, за недостатком места, математической стороны дела; изобразим только наш случай при помощи такой же решетки, как мы это уже сделали раньше. Рис. 5 дает нам сразу всю картину потомства гибрида от высокого растения (В) с окрашенными цветками (О) и карликового растения (К) с белыми цветками (Б). Раз признаки В, О, К и Б независимы друг от друга, то их задатки, попадая в пыльцевые зерна и семяпочки, дадут 4 рода тех и других, а именно: ВО, ВБ, КО и

КБ. Эти задатки и выписаны по сторонам нашей таблицы; понятно, что сочетаний их получится четырежды четыре, т. е. 16, из которых некоторые будут одинаковыми, напр.: ВВОО, ВКОО

Рис. № 5.

×	ВО	ВБ	КО	КБ
ВО	<u>ВВОО</u>	<u>ВВОВ</u>	<u>ВКОО</u>	<u>ВКОВ</u>
ВБ	<u>ВВОВ</u>	<u>ВВВБ</u>	<u>ВКОВ</u>	<u>ВКВБ</u>
КО	<u>ВКОО</u>	<u>ВКОВ</u>	<u>ККОО</u>	<u>ККОВ</u>
КБ	<u>ВКОВ</u>	<u>ВКВБ</u>	<u>ККОВ</u>	<u>ККВБ</u>

и др. Помня, что В и О — доминантные задатки, а К и Б — рецессивные, легко подсчитать, что из 16 получившихся комбинаций будет 9 высоких с окрашенными цветками (1 ВВОО + 2 ВВОВ, + 2 ВКОО + 4 ВКОВ), 3 высоких с белыми цветками (1 ВВВБ + 2 ВКВБ), 3 карликовых с окра-

шенными цветками (1ККОО + 2ККББ) и 1 карликовая с белыми цветками (ККББ).

Как я сказал, существует формула, при помощи которой можно без труда вычислить состав потомства для любого числа признаков. Если доминирования нет вовсе, как это бывает часто, то потомство будет особенно пестрым, потому что смешанные особи будут на глаз отличимы от чистых. Расчет показывает, что при скрещивании двух особей, разнящихся, напр., 10 парами признаков, получится гибрид, в потомстве которого будет 3^{10} или 58.049 различных комбинаций. Вообще, если производители различаются по n менделирующих признаков, то число различных сочетаний, которое возникнет в потомстве, будет 3^n . Огромное число 58.049 получается уже при 10 парах признаков. Естественно, что, не зная законов наследственности, не могли разобраться в огромном разнообразии этих сочетаний, которых в природе бывают многие миллионы. У человека, напр., есть основание считать, что наименьшее число возможных менделирующих пород будет 3^{24} или такое число, которое в 190 раз больше всего числа живущих на земле людей. Поэтому и нет двух одинаковых людей на земной поверхности.

Таковы в главных чертах исторические опыты Менделя и ближайшие выводы из них.

После того, как менделевские законы стали достоянием большого числа исследователей, накопление фактов по наследственности пошло быстро. Было открыто много случаев, отступающих от первоначальной схемы, но все они объяснялись так или иначе, обыкновенно действием ряда побочных причин, видоизменяющих

обычные следствия основного закона сочетания и расщепления. Даже пол оказался последствием менделевского расщепления! Загадочное до тех пор явление, что мужчин и женщин рождается поровну, объяснилось очень просто: мужской пол оказался смешанным, он несет по паю мужского и женского полов, а женский пол имеет оба наследственных пая (задатка) женского пола. Совершенно ясно, что при соединении будут получаться дети двух родов: чистые (девочки) и смешанные (мальчики), при чем тех и других будет поровну.

Большое количество накопленных фактов внесло, как мы сказали, много нового. Так, было обнаружено, что задатки признаков бывают собраны, как бы связаны, в группы, передающиеся по наследству целиком, как единичные, простые задатки. Дальше мы будем говорить много об этом явлении, открытие которого было событием огромной важности, как мы скоро увидим.

Но как бы сложны на первый взгляд ни были некоторые особые случаи наследственности, все они в полной мере подчиняются основным менделевским законам. Цвет волос и глаз у людей, талант и психические ненормальности, различные особенности наших культурных растений и домашних животных—все это укладывалось в правила, с которыми мы познакомились. Менделизм стал несокрушимой теорией.

Практические выводы из законов наследственности, как и можно было ожидать, оказались огромны. Здесь нет места входить в их разбор, это заняло бы целиком, при изложении даже в самых общих чертах, всю книжку. Скажу лишь, что человек, руководясь этими законами, получил почти неограниченную власть над формой живой природы. Зная, как сочетаются и как наследуются признаки живых существ, можно по своему желанию сочетать их так или иначе, выбирать нужные породы. Мало того, можно творить новые породы, никогда раньше в природе не существовавшие. Живая природа в руках человека оказалась не менее послушным материалом, чем металл на станке токаря или глина на станке скульптора. Сельское хозяйство получило и продолжает получать неисчислимы богатства, притекающие от создаваемых новых пород растений и животных.

А от улучшения сортов пшеницы и картофеля, от выведения новых пород скота и птицы, пришли к идее об улучшении самого человеческого рода. Вы знаете, что существует целая отрасль науки — евгеника, задача которой у нас — улучшить человечество, создать новую породу людей, приспособленных к труду, направленному к общему благу. Это теперь не мечтания, а реальная и, быть может, не такая уж далекая возможность.

Трудно охватить глазами неизмеримые воз-

можности этой молодой области знания... Но и здесь основа положена Менделем. И если человечество, вступающее в великую эру освобождения труда и полной социальной справедливости, очистится в будущих поколениях от уродливых элементов,—а люди, органически противящиеся социальному прогрессу—не что иное, как уроды,—это будет достойный памятник великому человеку, не оцененному близорукими современниками!

2.

Нам предстоит дать объяснение всему изложенному. Открытые Менделем законы правильны и необыкновенно важны, как мы видим. Но закон есть следствие, а не причина. Посмотрим, что говорит наука о причинах, вызывающих закономерности в явлениях наследственности.

Мы видим, что наследование признаков определяется точными законами, данными Менделем. Согласно этим законам, из поколения в поколение точно-определенными паями передается «нечто», проявляющееся при развитии особи в определенных внешних признаках. Один пай этого «нечто», проявляющийся в одном элементарном (не составном, напр., высокий рост, красные цветки и т. д.) признаке, получил в науке название фактора. Так, различают фактор высокого роста, фактор красных цветков и т. д. Вы знаете, что история развития особи начинается с одной клетки, происшедшей слия-

нием двух половых начал—мужского и женского. В этой первой клетке содержатся уже все факторы, определяющие развивающиеся впоследствии признаки: эти факторы были в соединившихся половых клетках. Поэтому, если мы будем знать, как образуются те клетки, которые служат для размножения, что они содержат в себе и что передают, соединяясь, первой клетке новой особи, нового поколения, — мы узнаем, что такое это «нечто», которое мы называем «фактором». Разгадку наследственности, а вместе с нею и самой жизни, нужно искать, следовательно, в клетке.

Итак, первой клетке несущей в себе задатки всех будущих свойств организма, предстоит развиться во взрослую особь. Вам известно, что это происходит вследствие размножения этой единственной клетки путем деления надвое. На этом делении нам сейчас придется сосредоточить наше внимание для понимания дальнейшего.

Как вы знаете, каждая клетка состоит из протоплазмы и заключенного в ней ядра. У растений протоплазма обыкновенно заключена в оболочку,—как улитка в свой «домик»,—состоящую из безазотистого вещества—клетчатки, а у животных настоящей клеточной оболочки нет. Но последнее для нас сейчас не важно, клеточная оболочка не живая, она служит только вместилищем для протоплазмы с ядром; мы займемся сейчас исключительно размножением кле-

ток. Достигнув некоторого возраста, достаточно выросши, наша первая клетка начинает делиться надвое; как вы, вероятно, помните, деление клетки начинается с ее ядра, которое претерпевает при этом целый ряд удивительных превращений.

Клетка в обычном состоянии имеет такой вид (рис. 6): в нежно-пенистой протоплазме заключено ядро, имеющее вид круглого пузырька, наполненного множеством мелких зернышек. В самой середине ядра находится шарик (иногда их бывает несколько), совершенно однородный, — ядрышко. Когда же начинается деление, картина резко меняется. Вместо рассыпанных в беспорядке зернышек, внутри ядра появляется сплошная нить, скрученная клубком и сложенная петлями и завитками. Здесь — как-раз начало деления, состояние ядра, которое называется клубочком (рис. 7, слева). Постепенно нить этого клубочка становится толще и короче и, наконец, распадается на части, все больше и больше укорачивающиеся и толстеющие. Эти отрезки, части прежней непрерывной нити, называются хромосомами. Они названы так потому, что сильно, сильнее протоплазмы, красятся (от греческого слова, означающего окраску) различными анилиновыми красками, употребляющимися при изготовлении микроскопических препаратов, на которых исследуют клетку. Название «хромосома», пожалуй, неудачное, но оно



Рис. № 6.

настолько вошло в обиход научной речи, что менять его никому и не придет в голову, хотя можно было бы выбрать название более соответствующее.

Как только хромосомы из вытянутых нитей превратятся в более короткие палочки, оболочка, одевавшая до того ядро, растворяется, растворяется и ядрышко, и хромосомы оказываются в протоплазме. В прилегающей к ним протоплазме к этому времени образуются тончайшие нити, которые целыми пучками как бы прикрепляются к каждой хромосоме, как вы это видите на нашем рисунке. Первоначально изогнутые и закрученные, теперь хромосомы все более и более выпрямляются и, расплетаясь из спутанного клубка, укладываются, наконец, совершенно плоско, обыкновенно звездой, или как спицы в колесе, только, конечно, не так правильно. Это состояние, которое называется звездой или, чаще, пластинкой, представляет, как мы сейчас увидим, самый важный момент, перелом всего процесса ядерного деления. В этом состоянии хромосомы легче всего поддаются изучению; удобнее всего, когда на такую ядерную пластинку приходится смотреть сверху; тогда хромосомы видны каждая в отдельности, как на ладони. Сбоку картина не так ясна, потому что хромосомы заслоняют друг друга (как на нашем рис. 7).

Исследуя ядерные пластинки различных растений и животных, скоро нашли, что у каждого вида

бывает во всех клетках тела постоянное и, при- том, почти всегда четное число хромосом. Так,

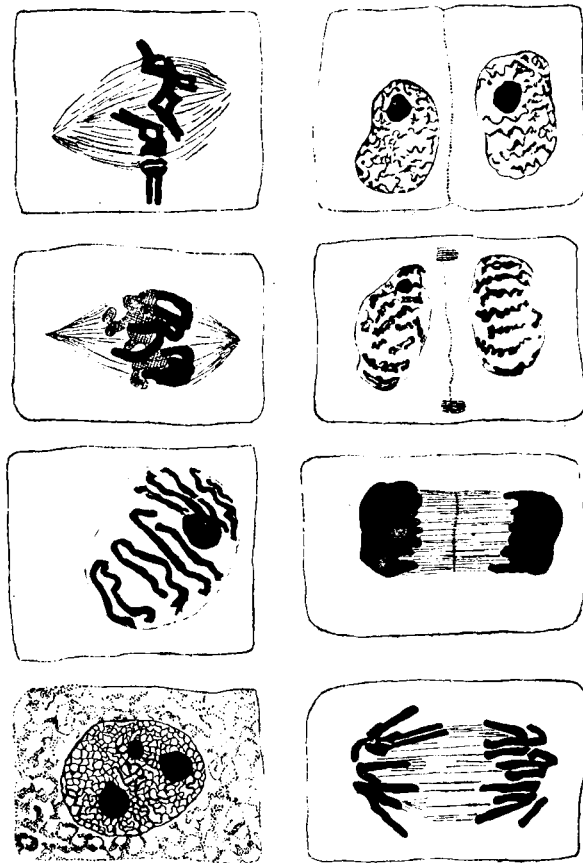


Рис. № 7.

у гиацинта 16 хромосом, у лилии 24, у скерды 6, у аскариды (глиста) 4, у комара 8, у курицы 36

и т. д. Хромосомы имеют обычно вид более или менее изогнутых палочек, перегнутых посередине или ближе к одному из концов. Точные исследования показали, что каждый вид животного или растения имеет совершенно определенный «набор» хромосом: положим, 4 больших перегнутых пополам, 2 средних с загнутым концом, 6 коротких палочковидных.

На рис. 8 изображены хромосомы нескольких животных и растений. Как вы видите, здесь раз-

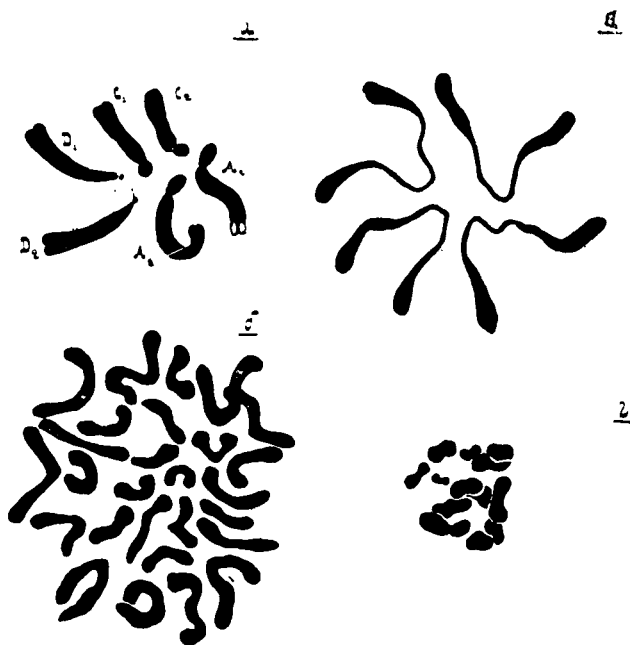


Рис. № 8.

личия не столько в числе, сколько в форме хромосом. Эти различия настолько ясны и постоянны, что можно отличать по хромосомам очень похожие друг на друга виды (породы), настолько близкие, что и специалисты подчас различают их с трудом. По хромосомам же можно различить их безошибочно. Эти хромосомы, разного вида, причудливо уложенные, напоминают, не правда ли, буквы какого-то незнакомого алфавита? Но мы отличаем их друг от друга не хуже, чем наши буквы, которыми мы пишем. Скоро вы поймете, что скрыто за этими загадочными нисьменами, за этими гиероглифами, начертанными уже в первой, начальной клетке любого живого существа. Прочсть их для человечества несравненно важнее, чем пресловутые письма на древних египетских пирамидах!

Но будем следить дальше за делением ядра. Что делается дальше с хромосомами? Дальнейшие шаги деления изображены дальше на рис. 7. Мы видим, что в состоянии «пластинки» каждая хромосома начинает раздваиваться, расщепляясь вдоль и разделяясь на две совершенно тождественные половинки. Вы, вероятно, догадываетесь о смысле такого расщепления. Ведь это—единственный способ правильного разделения каждой хромосомы надвое; шар можно резать пополам в любом направлении, и обе половинки будут тождественны и равны, если только разрез пройдет через центр. Но вы отлично

знаете, что продолговатый огурец справедливо разделить можно, только разрезав вдоль,—разрежьте поперек, и вы получите всю горечь, которая часто бывает, в одном куске. Точно так же и хромосомы поделиться точно—пополам, справедливо, если можно так сказать, могут, лишь расщепившись вдоль.

Вследствие такого расщепления, каждая хромосома раздваивается, и хромосом становится вдвое больше, но их форма и относительные размеры сохраняются. Теперь начинается расхождение половинок хромосом; вы можете проследить все на том же рисунке, как они все более и более удаляются друг от друга, как бы увлекаемые в противоположные стороны нитями, о которых мы говорили, и собираются в две группы по противоположным концам клетки. В это время начинается образование перегородки, делящей клетку пополам, и, наконец, получаются две клетки, с плотным клубком хромосом в каждой. Спустя немного, хромосомы в обоих клубках снова распадаются на отдельные зернышки, и ядра принимают обычный вид (рис. 7, справа), чтобы через некоторое время, подросши до исходной величины, снова поделиться тем же порядком. Так происходит размножение клеток, дающее из одной начальной клетки всю массу их, составляющую любое растение или животное.

Вы видите, каким сложным способом совершается клеточное деление. Нужно было много труда, чтобы распутать все видимое под микроскопом и получить стройное, отчетливое изображение всего совершающегося в этом крохотном мирке, который по объему в 50.000.000 раз меньше обыкновенной капли воды!

Спрашивается: что дает растению такое сложное приспособление? Сейчас мы можем дать только условный ответ: раз у каждого живого существа свой, неотъемлемый «набор» хромосом, и набор этот сохраняется неизменным во всех клетках, — другого способа передачи от клетки к клетке, как через расщепление каждой хромосомы вдоль, быть не может. Как бы мы ни стали делить иначе, всегда деление будет неравным. Очевидно, этим способом при делении ядра обеспечивается прежде всего совершенно равномерное распределение ядерного вещества между образующимися двумя новыми ядрами; мы можем уже сейчас, значит, уверенно сказать, что чрезвычайно важно, чтобы вещество, составляющее хромосомы, точнейшим образом передавалось из клетки в клетку, для чего служит механизм, размеривающий и развешивающий несравненно точнее, чем это делаем мы самими совершенными нашими приборами; ведь если вся клетка весит одну стотысячную грамма, то одна хромосома, составляющая малую часть клетки, для

нас, даже во всеоружии нашей техники, почти невесома. При делении клетки, однако, учитывается малейшая часть каждой хромосомы, учитывается едва ли не каждая молекула:

Ближайшей причины, самого механизма ядерного деления мы, правда, пока еще не знаем. Можно сказать только с уверенностью, что здесь действуют электро-магнитные силы, разъединяющие половинки хромосом, направляющие и увлекающие их в противоположные стороны. Но то, что в каждой клетке организма в точности повторяется такое же ядро, такой же набор хромосом, как и в первой, зародышевой клетке, для нас вполне понятно и объяснимо: это делает механизм ядерного деления.

А как обстоит дело с протоплазмой при делении клетки? Мы так занялись ядром, что о протоплазме и забыли!—Но сколько бы мы ни исследовали ее, мы не заметим и намека на ту правильность, которая нас поразила в делении ядра. Протоплазма просто делится перегородкой надвое, подобно тому, как мы режем ломоть хлеба примерно пополам, не заботясь о большой правильности.

Подводя итог всему тому, что мы видели, мы скажем: самая характерная составная часть каждой клетки, а, значит, и всего организма—ядро. По хромосомам, образующимся в нем, мы можем отличать друг от друга виды растений или животных, потому что каждый вид имеет свой, особенный, только ему одному свойственный набор хромосом. Деление клетки, как пер-

вой—начальной, с которой начинается существование особи, так и остальных клеток—ее потомков, начинается с ядра, при чем его вещество распределяется со строгой точностью между половинками протоплазмы, разделяющейся примерно пополам.

Теперь, когда мы знаем, что такое клеточное ядро, обратимся к главному моменту в жизни особи, к воспроизведению себя. Растение выросло, достигло зрелости и готовится цвести. В его цветках, как вы знаете, должны образоваться пыльцевые зерна и женские половые клетки, скрытые в семяпочках. Когда в молодой цветочной почке (бутоне) закладываются тычинки и завязи, они имеют первоначально вид бугорков, сплошь состоящих из таких же клеток, которые слагают остальные части молодого цветка. Постепенно, по мере развития цветка, внутри тычинок и семяпочек начинают намечаться клетки, вырастающие крупнее других, окружающих их. В тычинке вся внутренняя часть оказывается выполненной такими клетками, а внутри семяпочки образуется только одна такая крупная клетка. Эти особенные клетки, называемые материнскими клетками, служат для размножения и дают впоследствии половые начала, соединяющиеся при возникновении новой особи; они долго не делятся, а только растут, накапливая вещество для выполнения возложенной на них важной

работы. Но наступает пора и им делиться, и их ядра обычным порядком начинают распадаться на хромосомы; однако, вскоре намечается отличие от деления ядер обычных клеток. В то время, как в обычных случаях образовавшийся клубочек, по укорочении и утолщении нити, распадается на хромосомы, которые укладываются в пластинку и начинают расщепляться каждая вдоль, — здесь происходит нечто другое. Образовавшиеся в клубочке хромосомы сначала складываются попарно. Здесь надо вам сказать, что в ядре каждого растения или животного хромосомы попарно одинаковы. Почему это так, вы скоро поймете. Вот эти одинаковые хромосомы и образуют пары; в таком состоянии, сцепленные парочками, они переходят в следующее состояние и укладываются в пластинку, не разлучаясь. Если посмотреть на такую пластинку, то с первого взгляда кажется, что хромосом вдвое меньше, чем обычно. Если, положим, у растения 6 хромосом, то здесь мы заметим сначала их только три и, только внимательно взглядевшись, увидим что каждая из этих хромосом в действительности состоит из двух одинаковых хромосом, плотно сложенных и даже слипшихся.

Как же идет деление дальше? Спрашивается: почему хромосомы сложились попарно? Будем следить за процессом дальше. Мы должны теперь ждать, что каждая хромосома в такой па-

рочке расщепится вдоль; однако этого не происходит. Парочки хромосом начинают разлучаться, и их участники отходят все дальше и дальше друг от друга. Мы видим знакомые нам нити, которые как бы растаскивают их по разным концам клетки. Наконец, хромосомы, бывшие раньше в трех парах, собираются в две группы по противоположным концам клетки и начинают, спутываясь друг с другом, переходить в обычное состояние не делящегося ядра. Протоплазма делится на две части, и получаются две клетки с обычным круглым ядром к каждой. Вскоре каждое из этих ядер начинает снова делиться, и мы в пластинке, к своему удивлению, находим всего 3 хромосомы, т. е. ровно половину. Это уменьшение числа хромосом вдвое произошло потому, что, как мы видели, не было расщепления хромосом, а одинаковые попарно хромосомы целиком разошлись в противоположные стороны. В то время, как при обычном делении получаются два ядра, совершенно, в точности подобные исходному, здесь получилось два половинных ядра. Тут, собственно, не было деления ядра, а произошло разлучение одинаковых хромосом,— из каждой пары одинаковых хромосом одна попала в одно ядро, другая—в другое.

Этот особый вид деления ядра, происходящий исключительно в клетках, служащих для размножения, носит название редукционного

деления. Редукция значит—уменьшение, сокращение; вы понимаете, что здесь имеется в виду уменьшение числа хромосом. Это уменьшение произошло, как мы видим, потому, что одинаковые хромосомы, сложившись сначала попарно, точно для того, чтобы найти друг друга и не ошибиться в направлении, куда отойти потом, разошлись в разные концы клетки. При редукционном делении, значит, действует другой механизм: в то время, как последствием обычного деления было точное, справедливое распределение вещества хромосом между двумя образующимися тождественными ядрами, здесь все направлено на разлучение одинаковых хромосом и образование двух ядер, содержащих лишь по одной такой хромосоме.

Дальше каждое половинное ядро, как мы видим, снова делится, но этот раз обычным порядком. Вся разница лишь в том, что в нем половинное число хромосом. Расщепление происходит как всегда, и половинки хромосом, разошедшись к противоположным концам клеток, дают по два ядра в каждой, при чем обе клетки перегораживаются пополам.

Получилось, следовательно, из каждой исходной материнской клетки по 4 клетки, которые начинают усиленно расти (рис. 9). В тычинках таких «четверок» получается много, а в семязпочке—всего одна, потому что там была одна единственная материнская клетка. Позднее в

семяпочке 3 клетки из этой четверки погибают, задавленные четвертой, сильно разросшейся. В пыльниках же четверки распадаются, и отделив-

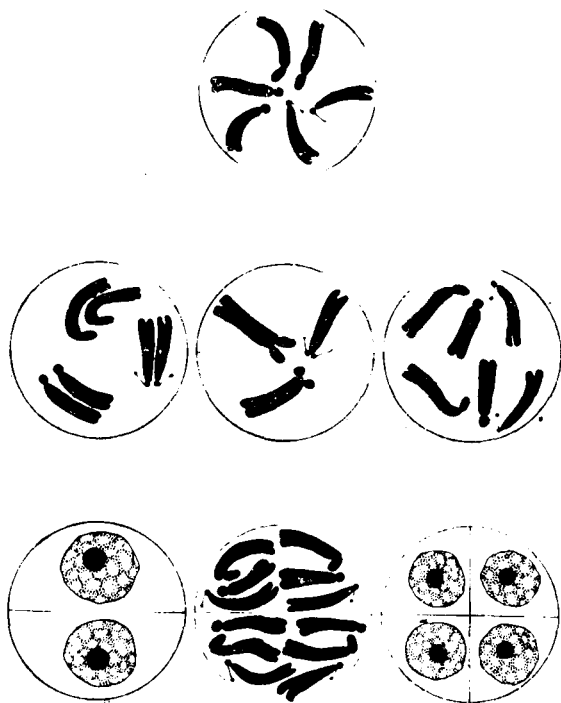


Рис. № 9.

шиеся клетки, округлившись, превращаются каждая в пыльцевое зерно.

Теперь постараемся разобраться в том, что мы узнали. Здесь нам поможет схема на рис. 9.

В большом кружке сверху изображены три пары хромосом. Вы знаете, что хромосомы попарно всегда одинаковы, и здесь поэтому нарисовано по паре хромосом длинных, средних и коротких. Число хромосом для нас, впрочем, не важно,— нужно лишь, чтобы можно было на чертеже различать хромосомы разного рода. Однако, не следует думать, что хромосомы в природе нельзя отличать наверняка одну от другой; напротив, при тщательном исследовании, присмотревшись к достаточному числу ядер, можно безошибочно отличать потом знакомые хромосомы, не хуже того, как мы отличаем одну от другой буквы или цифры. Бросим взгляд на знакомый уже нам рис. 8. Там, среди прочих, изображены хромосомы скерды (растение из сложноцветных, близкое к одуванчику); у этого растения, как и на нашей схеме, всего 6 хромосом. Этот рисунок сделан совершенно точно с природы, но вы видите, что хромосомы отличаются одна от другой не хуже, чем на нашем схематическом чертеже. Всего здесь 6 хромосом трех сортов, легко различимых не только по величине, но и по форме; как это всегда бывает, попарно хромосомы одинаковы: 2 большие, состоящие из двух неравных частей с перемычкой между ними, 2 средние с особенным подвеском на ниточке и 2 малые с круглой головкой. Я останавливаюсь на этом рисунке для того, чтобы убедить вас, что хромосомы действительно можно отличать друг от

друга, и что, значит, наша схема основана на реальных данных, добытых прямым наблюдением. Теперь вернемся к нашей схеме на рис. 9.

Верхние 3 кружка изображают три стадии редукционного деления, начиная с того момента, когда хромосомы соединились попарно (слева). Затем вы видите начинающееся расхождение хромосом; справа хромосомы совсем разошлись, и получилось два ядра с тремя хромосомами в каждом, вместо исходных шести. В этих ядрах уже нет одинаковых хромосом, да оно и понятно, так как редукционное деление, как мы знаем, именно и состоит в разлучении одинаковых хромосом, что и приводит к образованию двух ядер, содержащих только по одной такой хромосоме. Каждое из этих ядер, как вы знаете, делится еще раз обычным порядком, и получается 4 клетки с ядрами, содержащими по 3 хромосомы по одной каждого рода, как это нарисовано на схеме (внизу).

Таким образом, как в каждом пыльцевом зерне, так и внутри семязпочек, оказывается ядро с половинным, против нормального, числом хромосом. Это и отличает клетки, служащие для размножения, от прочих клеток тела растения.

Совершенно так же происходит редукционное деление и у животных.

Дальше в этих клетках с половинным числом хромосом происходят еще деления ядер, обычным порядком; но ни число, ни качество хро-

мосом в получающихся новых ядрах от этого, конечно, не меняются. У растений в пыльцевых зернах получают 2 ядра, проникающие потом, как мы увидим, через пыльцевую трубку внутрь семязачатка, в которой от размножения скрытой там одной знакомой нам клетки, — единственной, уцелевшей от образовавшейся после редукционного деления «четверки», — возникает зародышевый мешок, — несколько клеток, одна из которых — яйцеклетка — дает потом жизнь новому растению.

У животных получают соответствующие половые продукты — сперматозоиды и яйца.

Вы видите, мы подошли к тому же, о чем говорили в первой части нашей беседы. Мы говорили там о гаметех или, что то же, половых началах, несущих в себе задатки признаков организма, которые передаются от родителей потомству при соединении гамет. Посмотрим теперь, как происходит это соединение. Проследим шаг за шагом этот процесс и из области чисто - теоретических соображений перейдем к тому, что можно воочию видеть. Тогда мы говорили о гаметех совершенно отвлеченно, как о предполагаемых носителях наследственных свойств. Это было правильно, во-первых, потому, что мы излагали вопрос исторически, стараясь говорить языком самого Менделя, ничего еще не знавшего, как и все его современники, о редукционном делении и самой сущности

полового воспроизведения у растений; в то время полагали, что оплодотворение совершается под влиянием некой жидкости, просачивающейся из пыльцевых зерен внутрь пестика. Посмотрим сейчас, как обстоит дело в действительности.

Как вы знаете, когда пыльца попадает на рыльце, она начинает прорасти в трубку, которая проникает, как мы видели, внутрь завязи (рис. 1). В этой трубке находятся 2 ядра, получившиеся вследствие деления в пыльцевом зерне. Когда пыльцевая трубка дорастает до семяпочки, она входит туда через узкий проход, служащий для ее пропуска, и изливает свое содержимое в полость зародышевого мешка. Тут-то и происходит соединение мужского начала с женским, или, говоря научным языком, половой процесс.

Изучить этот процесс было очень и очень нелегко. Потребовалось много труда выдающихся ученых для того, чтобы разъяснить все происходящее в маленькой семяпочке. Замечательно, что раскрытие тайны полового воспроизведения произошло примерно одновременно с тем, как наука познакомилась с забытым трудом Менделя. Поистине знаменательное совпадение, если это вообще совпадение! Эволюция научной мысли к концу XIX века достигла критического пункта, противоречия слишком назрели,—и они разрешились революционным синтезом, давшим XX веку законы наследственности, вытекающие из механизма полового воспроизведения.

Но вернемся к тому, что происходит дальше в зародышевом мешке. Из пыльцевой трубки выскальзывают оба мужские ядра, которые попадают в протоплазму зародышевого мешка. Этот момент очень трудно увидеть, потому что он протекает слишком быстро. Что предстоит этим ядрам дальше? Одно из них, как вы легко догадаетесь сами, должно попасть в яйцеклетку, а другое, и это особенно удивительно, также не остается ненужным. На рис. 10 мы видим самую тайну зачатия жизни: одно мужское ядро уже проникло в яйцеклетку и коснулось ее ядра, а другое приложилось вплотную к среднему большому ядру зародышевого мешка. В следующий момент, в обеих парах ядра сливаются между собою. То, что мы видели сейчас на этом рисунке, и есть оплодотворение. Оно здесь называется двойным оплодотворением, потому что происходит двойное слияние обоих мужских ядер: одно сливается, как мы видели, с ядром яйцеклетки, а другое — со средним ядром зародышевого мешка.

Когда мы говорили о том, что в пыльцевой трубке содержатся два ядра, мы имели в виду только те ядра, которые служат для оплодотворения, — мужские половые ядра. В действительности там есть еще третье ядро, в половом процессе участия не принимающее. Происхождение этих трех ядер таково: в молодом пыльцевом зерне происходит деление, от которого содержимое зерна делится на две части, две клетки с ядром в каждой. Одна из этих клеток

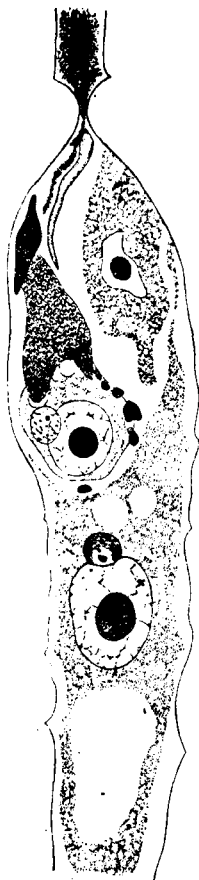


Рис. № 10.

совсем маленькая, а другая составляет почти все остальное содержимое пыльцевого зерна (это, между прочим, представляет интересный пример неправильного, неточного деления протоплазмы: оба получившиеся ядра совершенно одинаковы, но протоплазмы к одному из них отходит чуть-чуть, вся же остальная протоплазма достается клетке, заключающей второе ядро). Меньшая из получившихся клеток, называемая генеративной (производящей) клеткой, вскоре делится еще раз, при чем протоплазма ее обыкновенно дегенерирует (вырождается), и остаются только получившиеся ядра. Большая клетка, составляющая главную массу пыльцевого зерна, дальше уже не делится; она служит для питания вырастающей пыльцевой трубки; ее ядро выходит в трубку первым, но никакого участия в оплодотворении не принимает. Оба же ядра, получившиеся из генеративной клетки, и суть мужские половые ядра, оплодотворяющие зародышевый мешок.

Происхождение зародышевого мешка и его устройство таковы: ядро первой клетки, образовавшейся в семяпочке после редуционного деления, делится пополам, каждое дочернее ядро делится еще раз, и, наконец, происходит еще одно, последнее деление каждого из этих 4-х ядер. Получается одна клетка (к тому времени сильно выросшая) с 8-ю ядрами. Три из этих ядер отходят к одному концу (к проходу, семявходу семяпочки), три — к противоположному, а два остальные остаются в середине и сливаются между собою. Каждое из ядер, составляющих супротивные группы по три, вместе с прилегающей к нему протоплазмой отделяется тончайшей пленкой сгущенной протоплазмы, и получается, в конце концов, одна очень большая клетка, с ядром посередине и с тремя маленькими клеточками, с ядром в каждой, по концам. Из этих семи клеток

только 2 способны к дальнейшему развитию: одна из трех, расположенных у семявода семяпочки,— это и есть яйцеклетка, и другая большая клетка со средним ядром, составляющая главную массу зародышевого мешка.

Но мы, как вы, вероятно, заметили, говорили только о ядрах. Где же «мужская» протоплазма? Мы о ней не забыли, она просто не принимает никакого участия в половом процессе, из пыльцевой трубки выходят оба мужские ядра и попадают прямо в протоплазму зародышевого мешка, не внося с собой ничего, кроме своего собственного содержимого. А что содержится в ядрах, вы знаете: там находятся хромосомы, правда распавшиеся на зернышки, ставшие неузнаваемыми, но это, как вы также знаете, их обычное состояние, когда ядро не делится.

Итак, как мы видели воочию, с отцовской стороны вносится при оплодотворении только ядро, только хромосомы, без протоплазмы. Точно то же оказывается и у животных. Сперматозоид (который, как вам, конечно, известно, оплодотворяет яйцо), оказывается, также состоит из ядра; лишь его хвостик содержит протоплазму, но он служит исключительно для движения и внутрь яйца не проникает, не участвуя, следовательно, в оплодотворении. Головка же сперматозоида, которая есть не что иное, как ядро, входит в яйцо и соединяется с его ядром.

Таким образом, половой процесс во всем живом мире заключается в соединении ядра яйцеклетки (яйца) с другим ядром, пришедшим со стороны. Протоплазма передается потомству, значит, только от матери, но в ядерном «наследстве» всегда есть «вклад» отца. Запомним этот вывод твердо, чтобы вскоре снова вернуться к нему, а сейчас проследим дальнейшую судьбу оплодотворенной яйцеклетки.

Эта оплодотворенная яйцеклетка и есть именно та первая, исходная клетка, от которой происходит все множество клеток, слагающих взрослое растение, со всеми его разнообразными органами. Это вам, впрочем, известно, да мы, к тому же, и говорили не раз об этом. Яйцеклетка должна, значит, делиться, и это совершается, как обычно, знакомым нам хорошо способом. Две клетки, получившиеся от первого деления, опять делятся каждая надвое, 4 получившиеся клетки поделятся опять тем же порядком и так далее; вскоре возникает зачаточное растеньице—зародыш, которое мы находим в любом семени. Вы не раз видели, конечно, в семенах фасоли или гороха зародыш с его листиками, стебельком, корешком и знаете, что прорастание семени заключается в разрастании уже заложенных там этих маленьких зачаточных органов будущего большого растения.

Что же делается с остальным зародышевым мешком, среднее ядро которого также оплодо-

творено? — Он также начинает быстро расти и делиться, при чем получается масса клеток, набитых крахмалом или жиром. Эти клетки назначены для питания растущего зародыша; ботаники называют их эндоспермом семени, а мы с вами едим их в виде хлеба и каши. Благодаря двум крохотным мужским ядрам, оплодотворяющим на наших полях каждый зародышевый мешок с яйцеклеткой у ржи, пшеницы, льна,—мы... сыты и одеты!...

Если мы рассмотрим первое же деление оплодотворенной яйцеклетки, то увидим там опять обычное—двойное—число хромосом. Откуда же оно взялось, когда в яйцеклетке было половинное число хромосом, скажем, три, как у того растения, хромосомы которого мы видели?—Ответ на этот вопрос может быть один, и только один: недостающая половина хромосом принесена мужским ядром, содержащим их, как вы знаете, ровно три. И так это и есть на самом деле.

Теперь спрашивается: раз со стороны отца, со стороны той особи, от которой взято «мужское начало», пришло, как мы видели, одно только ядро, без протоплазмы, то где же содержатся те «задатки», то «нечто», из чего впоследствии развиваются все признаки, все свойства организма?—В хромосомах. Эти маленькие тельца и суть носители всех наследственных свойств, а, значит, и носители жизни, ибо что такое

сама жизнь особи, как не совокупность ее свойств?

Необычайно яркий пример того, что свойства отца передаются ядром, дает нам обыкновенная кукуруза. Вам, конечно, известно, что бывает кукуруза черная и желтая. Если опылить растение, приносящее желтые семена, пылью от растения с черными семенами, то получают черные семена. Почему это так?—Просто потому, что ядро из пыльцевого зерна, взятого с растения, которому свойственны черные семена, содержит задаток—**ф а к т о р**, как мы говорили,— черного цвета семян; оплодотворив ядро зародышевого мешка, оно воздействовало на развивающийся эндосперм семени, получивший черный цвет. На огородах, где близко растет кукуруза обоих сортов, обычно бывает, что початки получаются пестрые: среди желтых семян попадаются в большем или меньшем числе черные, получившиеся от залетевших пыльцевых зерен с черно-семенных растений. Таких примеров можно привести множество, но не будем задерживаться на них; они в один голос скажут одно и то же, что мы уже слышали: наследственные задатки представляют вещество, передачу которого мы видим воочию в виде оплодотворения, соединения двух ядер, содержащих по половинному числу хромосом, свойственных данному растению или животному.

Вот мы, наконец, подошли к материальному объяснению явлений наследственности. Наследственные «задатки», факторы—это, в самом деле, вещество, образующее хромосомы. То, что в ядре каждого живого существа хромосомы попарно сходны, вполне понятно. В каждой такой паре одна хромосома принадлежит матери и была в яйцеклетке, другая принадлежит отцу, она принесена мужским ядром, соединившимся с ядром яйцеклетки.

Теперь для нас ясно, каково значение этой необычайной точности распределения вещества хромосом между дочерними клетками: ведь малейшая ошибка изменяет наследственные задатки, изменяет, значит, и свойства клетки. Если бы распределение не было абсолютно точным, то не было бы правильного развития, и, что всего важнее, не было бы и передачи основных родительских свойств по наследству. Такие «ошибки» при дележе наследственного вещества случаются, и, как это показали новейшие исследования, они всегда приводят к более или менее сильным изменениям в организации, а иногда и к смерти!

Наблюдение, что хромосомы в одном ядре неодинаковы, а, как мы видели, заметно, иногда даже очень резко, различны между собою, навело на мысль, что они качественно между собою различны; в чем состоит это различие, сказать пока мы не можем. Но вы сейчас увидите, какие из этого получаются выводы.

Вернемся опять к редукционному делению. Пусть мы имеем растение всего с четырьмя (для простоты) хромосомами. Эти четыре хромосомы попарно одинаковы, две получены от матери, две от отца. Обозначим хромосомы матери буквами А и Б, а хромосомы отца А' и Б'. Каждая клетка нашего растения будет содержать, значит, и те и другие хромосомы; напишем ее ядро так: А А' Б Б'. Теперь, при наступлении поры размножения, должны образоваться пыльцевые зерна и яйцеклетки, при чем происходит редукционное деление. Вы знаете, что это деление начинается со «спаривания» сходных хромосом, которые потом расходятся в разные стороны, попадая, следовательно, в разные клетки. Каковы получатся гаметы (половые клетки)? Легко сообразить, что хромосомы могут разойтись по-разному: могут обе материнские пойти в одну клетку, а обе отцовские — в другую, а могут отцовская с материнской попасть вместе. Напишем, чтобы яснее разобраться в этом вопросе, все возможные случаи:

АБ	А'Б
А'Б'	АБ'

Мы видим, что может быть четыре случая: АБ (обе материнские хромосомы), А'Б (одна отцовская, другая материнская), АБ' (одна отцов-

ская, другая материнская) и $A'B'$ (обе отцовские). Так всегда и получается при редукционном делении; хромосома A была в паре с A' , так же, как B —с B' . Когда эти пары разлучались, составляющие их хромосомы пошли в ту клетку, к которой они были обращены ближе. А так как нет механизма, который при делении ставил бы отцовские хромосомы всегда с одной стороны, а материнские—с другой, то те и другие отходили, куда придется; при этом действовала только одна причина—отталкивание одинаковых хромосом A от A' и B от B' друг от друга, но как и е хромосомы попадут в одну клетку—одни отцовские, одни материнские, или и те и другие вместе в различном относительном числе,—должен был решить случай. Легко сообразить, что раз шансы равны для каждой хромосомы из пары попасть направо или налево, то, раз всех хромосом две пары, должно получиться, как у нас написано, 4 сочетания хромосом; гамет, содержащих эти различные сочетания, будет, конечно, поровну. Все эти возможные роды гамет изображены, следовательно, на нашей схеме букв.

Теперь представим себе, что в хромосоме A содержится фактор высокого роста, в хромосоме B —фактор красных цветков; те же хромосомы со значком (A' и B') содержат, соответственно, задатки (=факторы) карликового роста и белых цветков. Мы видели, что ни в одной гамете нет вместе A и A' , B и B' . Вот почему каждый за-

даток, как мы раньше с вами узнали из опытов Менделя, состоит из двух «паев»: один пай находится в одной хромосоме, второй—в другой, парной. При редукционном делении, когда парные хромосомы разлучаются, в гаметы попадает вместе с хромосомой по одному паю, и вот почему никогда в одной гамете не бывает одновременно задатков *и* высокого *и* карликового роста. Закон чистоты гамет находит свое объяснение в простом механизме—расхождении целых хромосом при редукционном делении.

Но это еще не все. Вы помните, необходимо допустить, что задатки признаков передаются независимо друг от друга, иначе от высокого родителя с красными цветками, при скрещивании его с карликовым белоцветковым, не получалось бы, в числе прочих, потомков карликовых с красными цветками и, наоборот, высоких с белыми цветками. На нашей схеме видно объяснение и этого. Ведь отцовские и материнские хромосомы расходятся случайно, попадая в разные клетки: если попадут А и В',—получится гамета с задатками высокого растения с белыми цветками; если в одну сторону отойдут А' с В,—возникнут задатки карликового растения с красными цветками. Итак, тот же механизм редукционного деления обуславливает 2-й основной закон Менделя, закон свободного сочетания признаков.

Но и этого мало. Вы уже сообразили, что если сочетать всеми возможными способами эти гаметы 4-х родов, мы получим как-раз те численные отношения, которые получил Мендель в своих опытах. Значит, и причина расщепления потомства гибрида, и причина, обуславливающая определенные численные отношения между потомками разного рода, кроется все в том же редуccionном делении, все в том же расхождении хромосом.

Это открытие было истинным торжеством науки. Действительно, большего и желать нечего: недавняя гипотеза, смелое предположение претворяются в материю, облекаются в форму, которую можно видеть и измерить! Хромосомы навсегда стали тем веществом, которое составляет наследственные задатки...

Естественно, что в каждой хромосоме захотели видеть фактор какого-либо признака. Но скоро нашли, что хромосом в ядре несравненно меньше, чем наблюдаемых и передающихся по наследству признаков. Пришлось предположить, что каждая хромосома содержит много факторов, определяющих целую совокупность признаков. Но при таком допущении необходимо следовал вывод, что признаки, определяемые факторами, заключенными в одной хромосоме, могут передаваться по наследству только совместно, потому что хромосомы попадают в гаметы целиком. Это предположение блестящим

образом оправдалось на фактах! Замечательные работы, начатые более десяти лет тому назад американскими биологами, показали, что наследственные признаки передаются связными группами, и таких групп оказывается по числу хромосом.

Эти исследования были произведены, и продолжаются еще и сейчас целым научным институтом, над маленькой плодовой мушкой, дрозофилой, у которой всего четыре пары хромосом. Оказалось, что все наследственные свойства этого животного спаяны в четыре группы, как-раз по числу разных хромосом. Заключение в хромосомах, как в футляре, факторы попадают, следовательно, все вместе в ту гамету, в которую отошла вся хромосома.

Подведем итог всему, что мы узнали. Наследственные свойства теперь не какая-то жидкость, «флюид» по старинному выражению, неувловимая, невидимая и бесконечно делимая, подобно «флогистону», изгнанному из химии Ломоносовым и Лавуазье. Они сосредоточены в веществе, которое точно разбито на порции—хромосомы, видимые и доступные для нашего исследования. Подобно атомам и молекулам, представляющим единственную реальность в нашем мире, хромосомы и заключенные в них факторы—единственная известная нам реальность в явлениях наследственности, а, значит, и эволюции и прогрессе органического мира.

Поистине, теперь скоро можно будет сказать, переделав поговорку: «скажи мне, каковы твои друзья, и я скажу тебе, кто ты»: «скажи мне, каковы твои хромосомы, и я скажу тебе, кто ты!»¹⁾.

Эти успехи изучения наследственности и ее седалища—хромосом выводит биологию из того состояния «описательной» науки, в котором она была до недавних пор. Мы знаем, где искать разгадку жизни, и знаем теперь, откуда ждать помощи в этих поисках. Эту помощь подаст нам сила, которой сейчас ввернется по принадлежности тайна жизни. Эта сила—физика, новая физика, впитавшая химию и, в союзе с математикой, вместившая всю вселенную в орбиту электрона и обратившая без усилия в прах и ничто мрачный призрак «божественного» духа, творческой силы. Та же участь постигнет сейчас и «жизненную» силу, «душу живую», как некое чудо, творящую жизнь. Истинное чудо—маленькая хромосома, энергия которой осуществляет наше бытие. Насущней-

¹⁾ Это положение автора может дать повод к отрицанию влияния среды на выработку личности, индивидуума. Поэтому осторожнее и вернее было бы сказать: «скажи мне каковы твои хромосомы, и я скажу, каковы твои природные задатки». При одинаковых же задатках, под влиянием различных внешних условий, могут выработаться различные индивиды.

шая задача нашего дня—разгадать до конца, исчислить, измерить, разложить на молекулы эти крохотные, передающиеся бесконечному ряду поколений комочки жизни, прочесть эти гиероглифы, которые мы видим в поле зрения микроскопа. И мы их прочтем!..

Объяснение рисунков, помещенных в тексте.

Р и с. 1. Схема опыленного пестика. Справа и слева две тычинки с пыльниками (один разрезан поперек, другой—вдоль), наполненными пыльцевыми зернами (цветнем). Самый пестик разрезан вдоль, в середине его семязпочка с продолговатым зародышевым мешком. Вверху—раздвоенное рыльце, на котором несколько пыльцевых зерен, проросших в трубочки, выросшие на различную длину. Одна из трубочек (слева) доросла через столбик и всю полость пестика до семязвода семязпочки и проникла внутрь.

Р и с. 2. Схема, объясняющая скрещивание высокого растения с карликовым. Сверху большой и малый кружки (с буквами В и К) обозначают высокого и карликового родителей. Между ними ниже (F_1)—помесь (гибрид), которая неотличима от высокого родителя и потому обозначена большим кружком. Вертикальный ряд из 4-х кружков (F_2)—потомство этого гибрида, состоящее из высоких и карликовых растений и получившееся от соединения различных, образованных этим гибридом половых клеток (вертикальные ряды справа и слева).

Р и с. 3. Схема, объясняющая «закон чистоты гамет». Полуокружности—гаметы (половые клетки); составленные из них круги обозначают различных родов особи, получившиеся от сочетания этих гамет. Полуокружности всегда или чисто-белые, или чисто-черные (их цвета не смешиваются) и отделяются друг от друга, не изменяясь в цвете.

Р и с. 4. }
 Р и с. 5. } Объяснение сделано в тексте.

Р и с. 6. Клетка с ядром и протоплазмой. Ядро в состоянии «покоя» (до наступления деления).

Р и с. 7. Деление клетки. Слева вверху — покоящаяся клетка. Рядом — начало деления: ядро в состоянии «клубочка» из образовавшихся в нем хромосом. Дальше справа — переход в состояние «пластинки», видны нити, прикрепленные к хромосомам. Справа вверху — ядерная «пластинка» с расщепленными вдоль хромосомами. Нижний ряд: слева — половинки хромосом разошлись, дальше — хромосомы сливаются между собою, начинается образование перегородки. Следующий рисунок — оба получившиеся ядра почти впали в обычное состояние, перегородка почти разделила клетку пополам. Крайний рисунок справа — клетка разделилась совсем.

Р и с. 8. Хромосомы различных животных и растений:
 а — скерда (сложноцветное),
 б — пшеница,
 г — человек (белый).

Р и с. 9. Редукционное деление (схематизировано). Вверху — обычная ядерная «пластинка» скерды (растение из семейства сложноцветных), видны три пары хромосом, легко различимые. В середине — три последовательные состояния редукционного деления: сначала одинаковые хромосомы складываются попарно, затем почти сливаются, дальше снова расходятся к противоположным концам клетки, по дороге слегка расщепляясь. Нижний ряд: слева — клетка разделилась в каждой половинке по ядру, каждое из которых образовалось из трех хромосом (вместо обычных шести). В середине — конец деления каждого из этих ядер, справа — готовая «четверка», четыре клетки с ядром в каждой.

Р и с. 10. Оплодотворение у растения. Зародышевый мешок заразихи (чужеядное растение) в самый момент двойного оплодотворения; оба мужские ядра (M_1 и M_2) соединяются: одно—с ядром яйцеклетки (O), другое—с центральным ядром зародышевого мешка. Вверху видны остатки пыльцевой трубки, из которой вышли оба мужские ядра.

(С натуры).
