

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ /
ТИМИРЯЗЕВСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ

АКАДЕМИК
С.Г. НАБАШИН

НЕО
МЕНДЕЛИЗМ

СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК
ВОЛОГДА
1986

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТИМИРЯЗЕВСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

изучения и пропаганды естественно-научных основ диалектического
материализма

СЕРИЯ V

БИБЛИОТЕКА МАТЕРИАЛИСТА

ВЫПУСК № 2

Академик С. Г. НАВАШИН

НЕОМЕНДЕЛИЗМ

„СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК“

Вологда, 1926

Неоменделизм.

В своем развитии современная теория наследственности являет черты несомненного сходства с тем, как развивалась теоретическая химия в течение прошлого века. Началом этого стремительного прогресса нашего знания было, конечно, открытие Джоном Дальтоном в самом начале XIX века закона кратных отношений при соединении элементов. Так как его опыты были не многочисленны и далеко не точны, то открытие это многими считается за плод счастливой интуиции. Из объемных отношений соединяющихся газов Дальтон заключил, как о причине этого явления, об одинаковой форме и размере малейших частиц газов. За существование предела делимости химических тел свидетельствовали при этом кратные отношения взаимодействующих тел, найденные Дальтоном из его опытов. Знаменит из этих опытов тот, который показал, что одинаковое количество углерода может связывать один и два пая кислорода, образуя соответственно окись углерода и угольный ангидрид.

Из открытия Дальтона следовало, что химические соединения не суть смеси, в роде растворов, образующихся из любых пропорций смешиваемых тел; тела взаимодействуют определенными паями, о величине которых, правда, стало возможным судить лишь относительно.

До открытия Менделя учение о наследственности находилось в таком же состоянии, как химия до открытия Дальтона. Те вещества, или, скорее в отвлеченном представлении, влияния, которые оказывают оба родителя на потомка, представлялись как бы сливающимися жидкостями, образующими однородную смесь, которую разложить на первоначальные элементы не в силах ни природа, ни экспериментатор. Мендель и здесь указал на реальность пая в определенном свойстве. В отношении данного признака

потомок получает пай влияния со стороны отца и такой же пай—со стороны матери. В дальнейшем, потомки первого поколения проявляют это сложное влияние: один—сохраняя оба родительских пая в прежней комбинации, другие—получая двойной пай природы одного из родителей. В этом состоит, как известно, главный закон „расщепления гибридов“, в сущности, утверждающий совершенно аналогичное химическому представлению о возникновении наследственного вещества у потомков: это вещество не делимо беспредельно, оно передается малейшими порциями или частицами, способными комбинироваться в чистоте. Один и тот же принцип атомичности, прощезернистости, оказался сразу в основе наших представлений, как о природе материи вообще, так и тел живых, как-раз еще в самом таинственном явлении жизни,—передаче свойств от родителей потомкам,—явлении, как-будто полагавшем резкую грань между природой мертвых и живых тел. Отсюда колоссальное значение идеи менделизма в общем мировоззрении.

Понятным образом, должно было пасть представление, картинно изображающее смешение или разведение „крови“, как носителя наследственного влияния. Устранены термины: чистокровность, полу-, четверть-кровность и тому подобные. Бейтсон говорит: лишь одно людское племя имело, чудесным образом, подходящий термин с самого начала для изображения наследственного влияния: лишь евреи не говорят о крови предка, но о „семени Авраама“, отмечающего в течение тысячелетий „народ Израиля“ от прочих рас. Если здесь не лингвистическая загадка, то, быть может, Бейтсон прав, находя вполне чудесной бессознательную проницательность народной массы, видевшей в наследственном влиянии не взаимодействие сливающихся и перемешивающихся жидкостей, но тело, зерно или „семя“, не поддающееся ни дроблению, ни растворению.

Ясно, что открытие Менделя сделало возможным такой же анализ наследственной природы или состава индивида, как в химии: мы пишем теперь формулы, подобные химическим, где буквы изображают те родительские пая,—по нынешнему факторы или гены,—которые определяют

внешние признаки. Очевидно также, что основным фактором учения „менделизма“ должно считать раздельность, независимость столько же, как и нетворимость и неразрушаемость открытых факторов наследственности. В этом состоит основной принцип учения в той форме, в которой оно вышло из рук его творца Менделя, и ему по праву присвоено название „менделизма“.

Целое столетие должно было миновать, чтобы развившаяся в деталях гипотеза Дальтона, „химическая теория атомов“, получила реальное основание и стала на самом деле теорией. Последние десятилетия утвердили нашу веру в реальное существование атомов и молекул. Менделизм до сих пор не обладает еще такой прочной связью с учением о клетке, о ядре, о клеточном размножении и о половом воспроизведении, чтобы можно было сказать, что пайные отношения при наследовании имеют своей конкретной основой видимые нами процессы жизни клетки. Напротив, чистые ортодоксы менделизма еще недавно смотрели скептически на то, что изображают микроскописты в клеточном ядре и протоплазме. Еще недавно Бейтсон мог писать, что свойственный каждому виду растения и животного план расположения элементов в ядре в критической фазе его деления— вполне специфичная картина, как бы клеймо данного вида, —что все это не больше, не меньше, как один из визуальных признаков вида, в роде рисунка на крыльях какого-нибудь насекомого, который передается по наследству, но в управлении передачи по наследству природы индивида, конечно, не участвует.

Даже коренной вопрос: только ли ядро является носителем наследственных свойств, или такова же и протоплазма, до последнего времени не решен окончательно зоологами, хотя ботаники, повидимому, признали окончательно за точно доказанный факт мое указание, что спермии семенных растений нацело состоят лишь из ядра без следа протоплазмы, и что, тем не менее, отцовское влияние здесь ни в чем не уступает материнскому, что резче всего видно в образовании гибридного белка семени (ксении). Цитологи до сих пор не различают в ядре элементов мельче хромосом, при-

том таких, которым можно было бы приписать значение носителей отдельных факторов наследственности. Эти носители, окрещенные Иоганнсенем „генами“ (сокращение „панген“), остаются воображаемыми сущностями, в уме одних—однозначными с факторами, в уме других—не отделяемыми от подобных „единиц жизни“, именам которых нет числа. Сам автор термина „ген“ говорит в своей книге стихом Гете, что в цитологии наследственности еще „*Alles durcheinander, wie Mäusedreck und Koriander*“. На беду, цитологи хватались не раз за преждевременные открытия, видя, например, уже в ближайших элементах ядра, хромосомах, те материальные частицы, которые и должны представлять собою гены. Это, конечно, дискредитировало нашу науку, так как хромосом в ядре немного, а гены чуть-что не бесчисленны.

Но и в самом здании первоначального, чистого менделизма не обходилось без прорух. Чаше и чаще стали всплывать факты как-раз такого свойства, что противоречили основному принципу учения: независимости факторов, свободе их распределения в потомстве. Оказывалось, что некоторые признаки передаются всегда в связи с полом, а иные даже просто связанными в постоянные, или случайные комбинации. Явилась вспомогательная гипотеза „частного притяжения и отталкивания“, иначе предположение, что неведомые нам влияния известным образом взаимодействуют, взаимотяготеют. Недостаток предположений состоял в том, что они строились на основании опытов гибридизации, и сами в свой черед были назначены служить к объяснению результатов опыта: создавался, несомненно, *circulus vitiosus*.

Счастливым образом, этого рода уклонениям от схемы Менделя, видимо, суждено сыграть теперь роль новых устоев того же учения, превращающегося на наших глазах в стройное сочетание фактов опыта и наблюдения под микроскопом. Этому сочетанному учению приличествует название обновленного менделизма, или неоменделизма, и родиной ему становится Америка.

Вновь открываются перед нашими глазами черты сходства в истории учения о наследственности и истории теоретической химии. Комбинации или группы факторов живо

напоминают радикалы учения о строении молекулы, главным образом, органических соединений. Такими радикалами уже можно было бы признать хромосомы, тем более, что в них, как в сложных радикалах, можно, кажется, различать подчиненные группы, чаще других повторяющиеся, в роде гидроксила, амидо, нитро и т. п. Основной принцип менделизма, независимость факторов, очевидная абстракция, превращается в реальную картину строения хромосом из ген, т.-е. в описание того, что видим мы пока, правда, лишь духовными очами, но что, быть может, станет доступно наблюдению вооруженным глазом. Раньше было объяснение, притом — частного случая; теперь мы имеем вместе с обобщением противоречивых фактов простую схему пространственных отношений, т.-е. то же, что в химии: структурную теорию. Но современная мысль и не допускает вообще ни в науках, ни в философии так называемых объяснений: положительное знание и состоит лишь в описании, за пределами чего лежат гипотезы и теории.

Надо думать, поэтому, что новое направление в учении о наследственности приближает нас к конечной, доступной истине. Пусть, конечно, это не кружит нам голову. Как я надеюсь это показать дальше, крайне механистическое изображение явлений в руках новой школы может оказаться простой символикой, и, следуя ей фанатически, мы можем коснуться лишь поверхности настоящей пучины явлений, в глубине которых и скрыта драгоценная нам тайна.

Я не рассчитываю подробно изложить открытия и теории Моргана и его школы. Это была бы слишком обширная задача для одного доклада. Я выбираю оттуда лишь характернейший акт, достаточный для того, чтобы показать достоинства и недостатки метода.

Теория хромосом.

Из способов дальнейшего развития менделизма ни один не возбуждает такого интереса и не пользуется таким успехом, как путь, проложенный американской школой генетиков с зоологом Морганом во главе. Их главный объект, знаменитость нашего времени, — *Drosophila ampelophila*.

Эта маленькая мушка—материал самый выгодный для разнообразных исследований в области размножения и наследственности. Она обладает не менее чем сотней факторов, которые обнаруживают сегрегацию по законам Менделя; ее хромосомы легко отличаются друг от друга и в малом числе; она живуча и легко размножается; она удобна для лаборатории, занимая в культурах мало места и нуждаясь только в очень дешевой пище: многие тысячи можно развести на нескольких гнилых фруктах. За последние десять лет американцы использовали эти достоинства маленькой мушки, и это повело к подробной формулировке того, что называется теперь теорией хромосом.

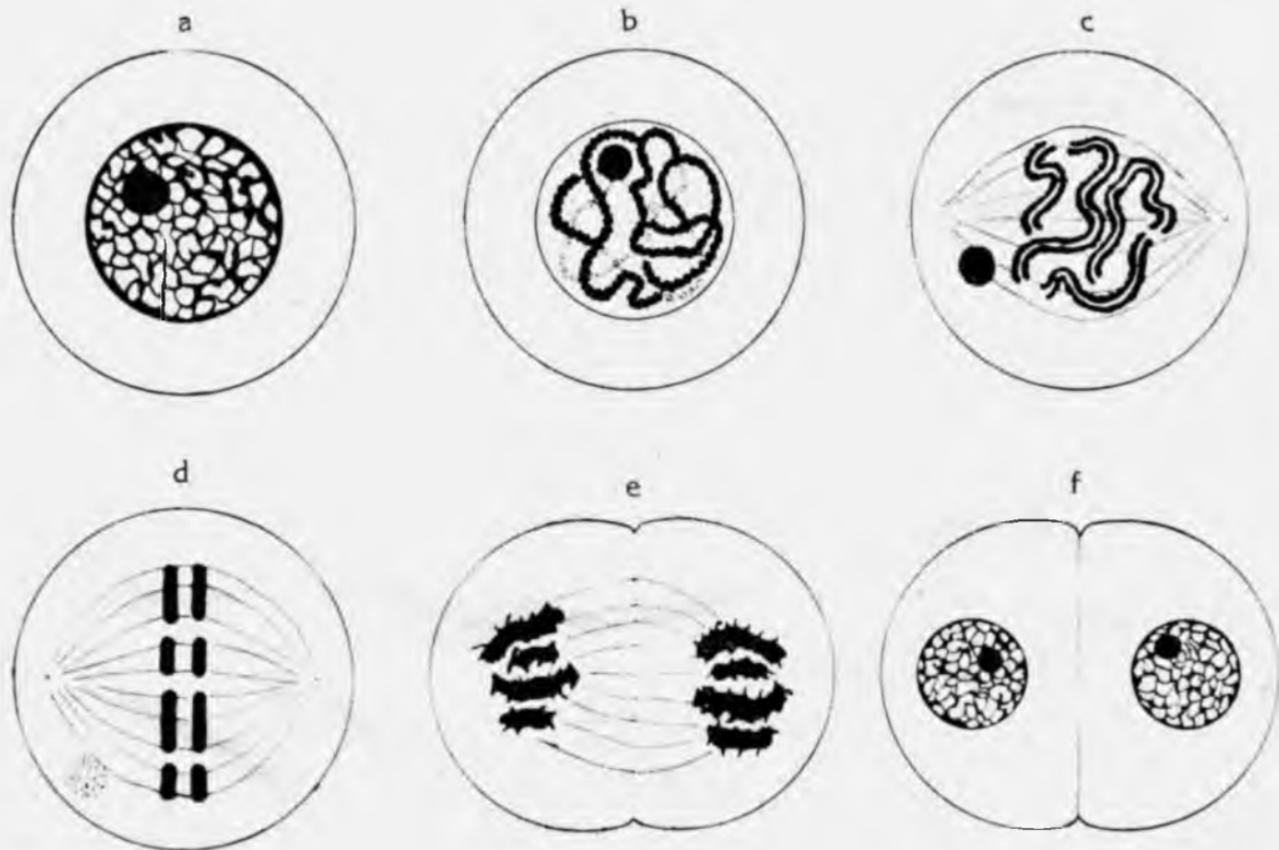
Согласно этой теории, хромосомы составляют материальную основу наследственности. Различные факторы, от которых зависит появление признаков особи, помещаются в хромосомах, откуда факторы и действуют на природу клеток и всего организма, образованного данными клетками. Каким образом явления „сегрегации“ (разделения) признаков, явные для нас из опытов, могут быть согласованы с явлениями превращения и деления ядра и клетки,— это может быть чрезвычайно просто объяснено, если помнить порядок образования гамет, который одинаков и у животных, и у растений.

Как известно, число хромосом в клеточном ядре тела животного и растения для каждого вида постоянно равно небольшому кратному двух: $2x$. Это потому, что половина этих хромосом, x , заключается в каждой из двух „гамет“, спермии и яйце, соединяющихся при оплодотворении, иначе—при образовании первой, зародышевой клетки. С этого момента существует „зигота“, с двойным числом хромосом. Хромосомы гаметы нередко отличаются легко одна от другой по величине и форме, при чем можно убедиться, что и яйцо, и спермий содержат совершенно одинаковый набор хромосом, за исключением тех случаев, когда налицо еще особенные, так называемые половые хромосомы. Зигота, следовательно, должна содержать двойную серию или набор хромосом, сравнительно с каждой из гамет.

Возьмем очень простой, воображаемый случай, когда каждая гамета содержит всего две хромосомы — одну длинную и одну короткую. Мы будем, кроме того, различать отцовские и материнские хромосомы, т.-е. внесенные при оплодотворении спермием и яйцом; их можно отметить особой штриховкой на диаграмме (ср. табл. 3, хромосомы черные и белые). Получается зигота с четырьмя хромосомами: парой длинных и парой коротких. Повторным делением эта зигота вырастает в растение, или животное, новую особь. При каждом делении клетки каждая хромосома тоже делится пополам, и каждая половина становится, подрастая, полной хромосомой, так что все последующие клетки будут содержать по 4 хромосомы, подобные хромосомам первоначальной зиготы (см. табл. 1). Когда же начнется процесс образования тех клеток, в которых образуются у растений гаметы, т.-е. образования пыльцевых зерен и зародышевых мешков, то происходит уменьшение числа хромосом вдвое путем так называемого редукционного деления, короче, редукции. Как в пыльниках, так и в семяпочке этот процесс идет одинаково: в материнской клетке пыльцы и в зачатке зародышевого мешка наступает характерная фаза деления ядра, когда готовые уже хромосомы складываются парами, так что одинаковые материнская и отцовская образуют одну пару. В нашем случае получится две пары всего: пара длинных и пара коротких, в каждой паре — одна хромосома материнская и одна отцовская (см. табл. 2).

Здесь необходимо отметить характерное обстоятельство, повлекшее разногласие, главным образом, между зоологами и ботаниками. Когда пары хромосом лягут в экваториальной плоскости делящегося ядра, т.-е. когда возникнет критическая фаза деления, подобная фазе звезды или метафазе, тогда начинается подготовка к истинному делению хромосом: в каждой хромосоме начинается расщепление ее вдоль, как при обыкновенном делении. После этого каждая из спарившихся хромосом покидает своего партнера, направляясь одна к одному полюсу делящегося ядра, другая — к другому. Это есть, следовательно, в сущности не деление ядра, а своеобразный процесс разлучения материнских и отцовских хро-

Таблица 1.



Т а б л и ц а 1.

Схема деления „обыкновенного“ ядра (4 хромосомы в клетках всего тела). В верхнем ряду, слева—покоящееся ядро—а; посередине—образование хроматиновых нитей или будущих хромосом—b; справа—хромосомы уже расщеплены вдоль, каждая на две равные дочерние хромосомы—с. В нижнем ряду, слева—начало расхождения укоротившихся дочерних хромосом к полюсам „веретена“—d; посередине—конец этого расхождения и начало слияния хромосом в новые, дочерние ядра—е; справа—обе дочерние клетки готовы и в них—покоящиеся ядра—f.

Таблица 2.

a



b



c



d



e



f

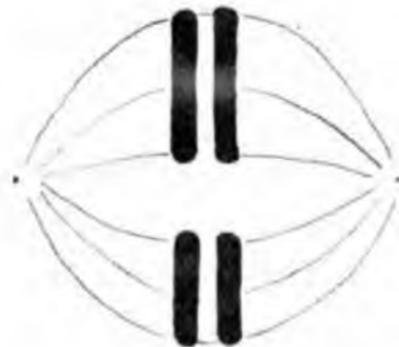


Таблица 2.

Схема редукционного деления с четырьмя хромосомами в клетках половых желез животных и в пыльниках и семязачатках растений.—В верхнем ряду слева—покоящееся ядро—а; посередине—образование хроматиновых нитей—b; справа—сокращение спаянных попарно хромосом.—с. В нижнем ряду, слева—расправление двойных нитей—d; посередине—нити укорочены и лежат двумя хроматидными парами—е; справа—образование веретена и начало разлучения хромосом—f. Расщепления вдоль каждой хромосомы не бывает.

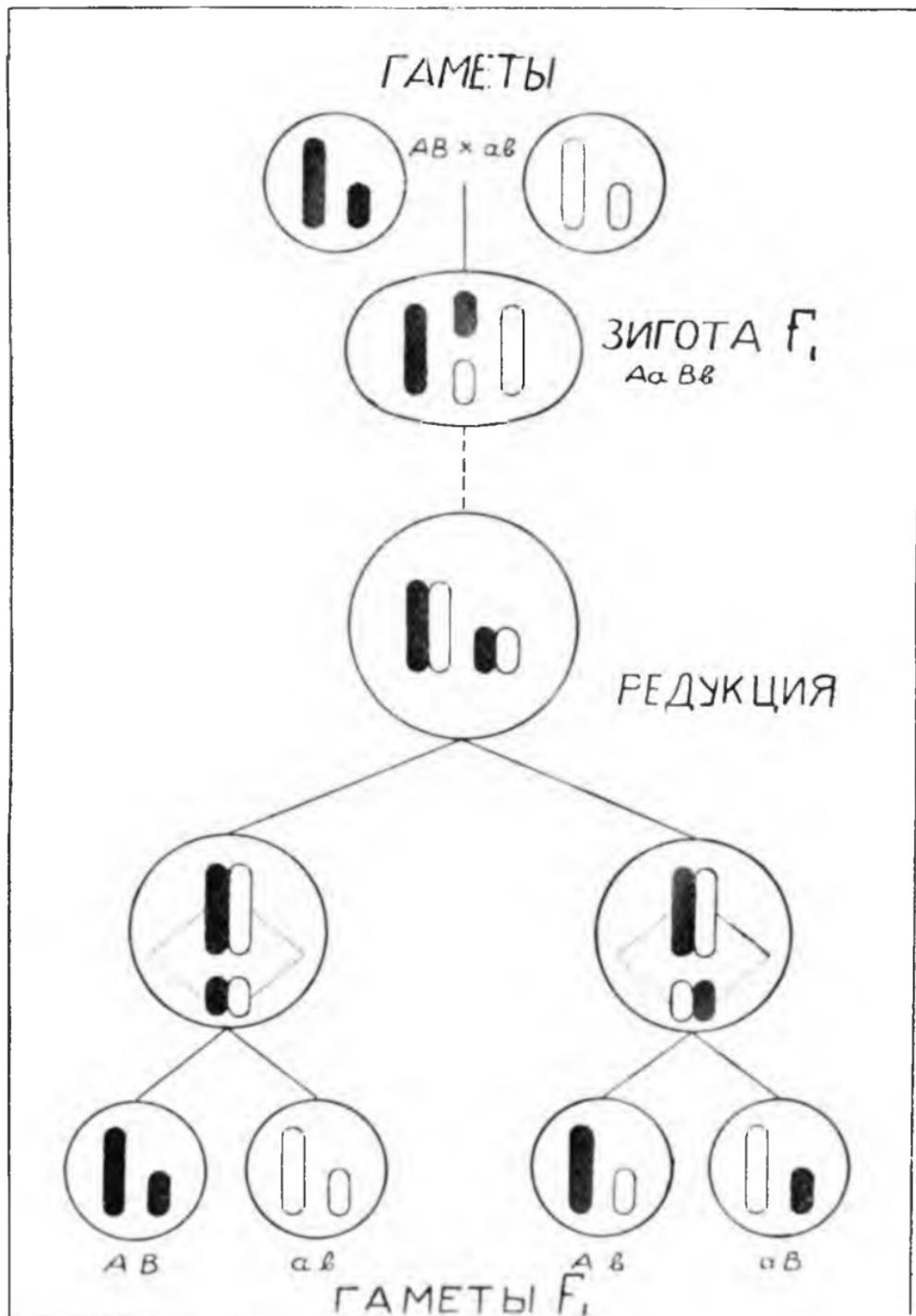
мосом, оставшихся в ядре каждой клетки особи в течение ее жизни все время вместе. С другой стороны, это, несомненно, подготовка к настоящему, последующему делению. Потому что намеченное еще раньше долевым щелью деление каждой хромосомы теперь, по пути хромосом к полюсу, становится отчетливо видимым: каждая хромосома кажется раздвоенной так или иначе. Поэтому, когда разошедшиеся хромосомы достигнут полюсов, в так наз. телофазе деления оказывается как бы по четыре хромосомы, собственно уже дочерние хромосомы или хромосомы будущих четырех ядер. Несмотря на это, за телофазой следует нередко, особенно у растений, состояние покоящихся ядер. В них совершается деление обычным порядком, т.-е. с образованием клубка, за ним—метафазы и т. д. В метафазе мы видим, что хромосомы как бы заново расщепляются; быть может, однако, это есть лишь результат более раннего расщепления при первом делении, потому что число хромосом оказывается в соответствии с исходным: в метафазе этого деления по экватору мы находим всего две расщепленные хромосомы, в том, следовательно, виде, какими мы видели их, когда материнские хромосомы расставались с отцовскими. В результате всего своеобразного процесса, получившего название редукционного деления, оказывается в нашем случае, что в каждом из четырех образовавшихся ядер будет всего по две хромосомы: одна длинная и одна короткая,—т.-е. восстановится то же отношение, которое мы приняли для исходных ядер гамет, давших нашей воображаемой особи раньше начало (см. табл. 3).

Весьма важный, однако, вопрос возникает по поводу иного качества хромосом, чем их форма, или величина: как распределяются в новых гаметах материнские и отцовские хромосомы, которые мы должны считать существенно неодинаковыми: потому что мать в своих свойствах может отличаться от отца, т.-е. каждая особь того и другого пола может проявлять свою индивидуальность. Вопрос этот решается весьма интересно и знаменательно в том отношении, что при этом выступает на вид полная аналогия между видимым нами под микроскопом и наблюдаемым в наших опытах

скрещивания; иначе говоря, из видимого механизма редукционного деления мы извлекаем материальное объяснение закона расхождения признаков по Менделю. Можно сказать даже больше: из схемы редукционного деления мы извлекаем объяснение явлений скрещивания гораздо проще и нагляднее, чем из предположения о „сегрегации“ воображаемых факторов, т.-е. причин тех признаков, которые мы замечаем у скрещиваемых особей. Впервые это сделано молодым еще тогда американцем Сеттоном.

Для решения намеченного вопроса, именно, нам стоит только просто проследить путь размещения отцовских и материнских хромосом по нашей схеме редукционного деления (см. табл. 3). Мы найдем, таким образом, что зигота F_1 (первого поколения гибрида), образованная сочетанием пары гамет, хромосомы которых индивидуально различны, сама образует гаметы же четырех различных типов, т.-е. содержащих все четыре возможные комбинации первоначальных хромосом (AB, Ab, aB, ab); сочетания уже этих четырех гамет (которые, ведь, у обоих полов соответственно одинаковы), дадут новое поколение зигот F_2 , являющееся в девяти различных типах, именно, как-раз тех, которые нам известны из опытов скрещивания, разъясняемых законом Менделя (см. табл. 4.). Главное основание этого закона состоит, как известно, в том, что факторы признаков признаются за отдельные, не сливающиеся между собою единицы, передающиеся потомству гаметами каждый совершенно независимо один от другого. Но такие независимые и не сливающиеся единицы мы как-раз и видим под микроскопом в делящемся ядре в виде хромосом. Отсюда крайне правдоподобный вывод: каждый фактор, в нашем случае из четырех A, a, B, b , например, A , помещается постоянно в определенной хромосоме по нашей схеме,—в материнской (длинной черной) A , а противоположный ему фактор a —в отцовской (длинной белой), a , и то же соответственно для факторов B и b ; носителями которых будут пара коротких хромосом: для B —короткая черная, для b —короткая белая хромосома. Итак, носителями факторов наследственности являются визуально хромосомы, чем определяется и роль ядра в наследственности: ему должна

Таблица 3.



Т а б л и ц а 3.

Схема, изображающая цикл превращений ядра, начинающая с гамет родителей (спермия и яйца), до образования гамет в первом поколении. Гаметы AB и ab отличаются по задаткам индивидуальности родителей, что отмечено цветом хромосом: черные—отцовские, белые—материнские. По оплодотворении ($AB \times ab$) в яйце или зиготе получается четыре хромосомы: все разные вследствие комбинации величин и окраски (длинная черная, длинная белая, короткая черная, короткая белая). В зрелой особи, в клетках половых органов происходит редукция, состоящая в разлучении одинаковых по длине хромосом, временно лежащих рядом, двумя парами. Этим делением образуется две клетки, в которых хромосомы могут оказаться в различных комбинациях в зависимости от того, как лягут пары хромосом. В нашем случае, с двумя всего парами, комбинаций лишь две, которые и представлены схематично: 1) слева обе черные, отцовские—по одну сторону, а 2) справа черные—по разным сторонам. Очевидно, что первая комбинация по разлучению хромосом даст пару клеток: одну с чисто отцовскими, черными, и другую с чисто материнскими, белыми; тогда как вторая, соответственно, даст пару клеток: одну с отцовской длинной и материнской короткой, другую же с обратным отношением. Деление этих клеток повторяется еще раз (так наз. второе редукционное деление), но уже в порядке обычного деления ядра, т.е. с расщеплением хромосом вдоль, на равные части. Получатся, таким образом, четыре клетки каждая с особой комбинацией двух хромосом (ср. табл. 1 и 2 обыкновенного и редукционного деления).

Таблица 4.

	$A B$	$A b$	$a B$	$a b$
$A B$	$AA BB$ 	$AA Bb$ 	$Aa BB$ 	$Aa Bb$
$A b$	$AA Bb$ 	$AA bb$ 	$Aa Bb$ 	$Aa bb$
$a B$	$Aa BB$ 	$Aa Bb$ 	$aa BB$ 	$aa Bb$
$a b$	$Aa Bb$ 	$Aa bb$ 	$aa Bb$ 	$aa bb$

Т а б л и ц а 4.

Схема или „менделианская сетка“, представляющая распределение факторов A, B, a, b некоторого дигибрида ($AB \times ab$), и соответствующее этому распределение хромосом: отцовской черной длинной с фактором A ; отцовской черной короткой с фактором B ; материнской, белой длинной с фактором a и материнской белой короткой с фактором b . Гаметы четырех родов выписаны в верхнем горизонтальном ряду под соответственными хромосомами; слева в вертикальном ряду—те же гаметы. Комбинации выписаны в клетках и представляют состав шестнадцати зигот второго поколения гибрида (отыскиваются как в табл. умножения Архимеда), из которых 9 существенно различны.

Ср. с табл. 3 редукционного деления.

принадлежать „монополия“ в процессе наследования. Это положение долго оспаривалось, особенно зоологами; но для высших растений должно считаться вполне доказанным с тех пор, как удалось показать в нескольких случаях, что 1) спермии состоят только из ядра, без следов протоплазмы, и 2) что такой спермий-ядро передает непосредственно свойства родительского эндосперма при двойном оплодотворении.

В первое время, вслед за введением в нашу науку закона и метода менделизма, имело силу весьма грубое представление, что хромосомы целиком и суть те самые факторы, которые разумеет менделизм. Вскоре, конечно, бросилось в глаза, что число факторов, которые распределяются в потомстве, весьма различно комбинируясь, как это мы видели, — что это число слишком велико, сравнительно с числом хромосом в гаметах, которое большей частью невелико у высших организмов. Таким образом, приходилось допустить, что каждая хромосома заключает в себе по несколько факторов; и это составляло теоретическое затруднение в применении новой теории, потому что факторы тогда нельзя было представить себе независимыми друг от друга, но передающимися „пачками“, по несколько вместе, как бы спаянными цементом — телом хромосомы, в которой они заложены. Положим, например, в рассмотренном воображаемом случае, что длинная материнская хромосома несет два фактора *A* и *C*, тогда как короткая — только один *B*. Так как необходимо принимать, что хромосома сохраняет свою индивидуальность, прежде всего целость, ясно, что *A* и *C* должны всегда оставаться вместе, как бы слитными. Если мы увидели бы из опыта, что признаки, отвечающие этим факторам, достаются отдельным особям, т.-е. расходятся, то следовало бы или признать теорию хромосом ложной, или искать особых объяснений для каждого случая.

Это цитологическое затруднение недавно счастливым образом отстранено, благодаря исследованиям американцев над наследственностью у упомянутой мухи *Drosophila*. Для нее известно стало из опытов скрещивания ее вариаций свыше ста различных факторов, тогда как хромосом в гамете всего четыре. Однако, множество опытов над сотнями тысяч

мух показало с совершенной очевидностью, что многочисленные факторы у этого вида распадаются на *четыре группы*. Члены каждой из этих групп оказывают как бы взаимное притяжение с одной стороны, а с другой—как бы отталкивают от себя членов чужой группы. Как стали теперь называть это явление в Америке, факторы каждой группы сочленены или спаяны между собой: они передаются совокупно, не разлучаясь. Наоборот, это явление не замечается для факторов из различных групп: эти факторы вполне независимы друг от друга. Отсюда правдоподобное заключение, что четыре группы факторов соответствуют четырем видимым в ядре гаметы дрозофилы хромосомам. Подтверждается этот вывод такими соображениями: 1) четыре группы неодинаковы по числу факторов; 2) три из них содержат гораздо больше факторов, чем четвертая, в которой до сих пор насчитывают всего три фактора; 3) это обстоятельство можно было бы предвидеть, потому что одна из хромосом очень мала; наконец, 4) одна из хромосом у *Drosophila* называется „половой хромосомой“, и целая группа факторов—связана с полом, тогда как факторы прочих групп независимы от пола. Это становится понятным, если допустить, что целая группа факторов помещается в этой особой половой хромосоме.

Теория признает далее, как весьма важное положение, следующее: хромосомы содержат факторы в линейном порядке по длине тела хромосомы. Каждая хромосома является четкой бус, и каждая бусина соответствует отдельному фактору. Каждый фактор помещается в хромосоме в определенном месте ее длины, так что различают столько же помещений (*locus*) внутри хромосомы, сколько предполагается факторов. Этот порядок признается одинаковым и постоянным не только для ядер данной особи, но для всех особей вида (см. табл. 5).

Интересно рассмотреть на конкретном примере, каким образом путем опыта оправдываются положения этой довольно сложной теории, сущность которой, однако, надо сказать, вовсе не нова. Много лет тому назад немецкий анатом Ру высказал гипотезу, что хромосомы неодинаковы

Таблица 5.



Т а б л и ц а 5.

Схема, показывающая относительные размеры четырех хромосом *Drosophila* и предполагаемое, линейное расположение мест, в которых заключены по одному факторы наследственности. Разумеется, на самом деле факторов должно быть гораздо больше.

качественно по своей длине, т.-е. каждая частица или членик хромосомы химически, физиологически и морфологически отличается от соседних. Этим, по мнению Ру, и должен объясняться принцип равного деления ядра: понятно, что разделить на две равные части некоторую разнородную массу легче, если придать этой массе форму стержня или ленты и расколоть или разрезать такой стержень или ленту вдоль. Поэтому, хромосомы при делении ядра большей частью принимают сильно вытянутую форму и, главное, расщепляются продольно. Это обстоятельство гармонирует прекрасно с неизбежным представлением, что вещество ядра крайне сложно и неоднородно, а, между тем, две дочерние клетки наследуют обычно от материнской совершенно одинаковые ядра и вместе с ними—одинаковые свойства. С другой стороны, многие наблюдатели действительно видели на микроскопических препаратах хромосомы в виде настоящих четок, и бусинки этих четок даже получили особое название „хромомер“. Так, я указал, что при образовании спермиев у лилии хромосомы делящегося ядра генеративной клетки, начиная с нити и клубочка и кончая готовыми хромосомами телофазы, обладают явственным зернистым строением, которое в метафазе выражается в расположении округлых зерен в простые четки: тонкие, длинные дочерние хромосомы.

Итак, обращаемся вновь к примеру, чтобы показать, какие преимущества имеет изложенная теория в объяснении явлений наследственности. Возьмем две пары признаков, факторы которых, по нашим соображениям, помещаются в хромосоме типа II, т.-е. в одной из двух длинных (см. табл. 5). Эти признаки—серая окраска, противоположная черной, и нормальные крылья в противоположность зачаточным, т.-е. настолько неразвитым, что насекомое неспособно летать. Как серая окраска, так и нормальные крылья являются доминантами при скрещивании: когда черная мушка с зачаточными крыльями скрещена с серой нормальной, мы получаем F_1 поколение, сплошь серое и летучее, все равно, избрана ли черная нелетучая самка, или самец (см. табл. 6, a, b).

Если самец из F_1 поколения будет скрещен обратно с рецессивным родителем (черная нелетучая самка), произойдет поколение только двух типов: серые нормальные и черные нелетучие в равной пропорции. Так это и должно быть по теории хромосом в ее простейшем виде. Потому что, из двух хромосом II пары, одна произошла от серого нормального родителя, а другая—от черного нелетучего. Следовательно, когда перед образованием гамет эти обе хромосомы разлучаются редукционным делением, мы должны ожидать, что половина гамет окажется с „серою нормальной хромосомой“, а другая половина—с „черною нелетучею“. Так именно и показывает опыт обратного скрещивания F_1 с рецессивной самкой родительского поколения P, которая, ведь, производит гаметы одного типа, все с черной нелетучей хромосомой. Таким образом, оба фактора, серый и нормальный, передаются при нашем скрещивании совокупно, оставаясь вместе, как бы спаянные телом хромосомы, что подтверждает одно из оснований теории: сохранение в целости хромосомы, ее индивидуальности.

Если мы, однако, обратимся к такому же опыту с гибридной самкой F_1 , то увидим другое положение вещей (см. табл. ба). В результате обратного скрещивания ее с рецессивным родителем, черным нелетучим самцом, произойдут потомки четырех типов, именно, серые нормальные, серые нелетучие, черные нормальные и черные нелетучие мухи. При этом два класса, серые нормальные и черные нелетучие, приблизительно в четыре раза будут многочисленнее, чем остальные два класса, серые нелетучие и черные нормальные. Мы наблюдаем здесь, очевидно, известное и раньше явление уклонения от Менделевской нормы, обозначаемое термином частного сцепления факторов, когда особи F_1 поколения производят в избытке гаметы двух типов, именно тех, которые послужили для произведения их самих: в нашем случае—серых нормальных и черных нелетучих. Но если факторы серого и нормального сидят в одной и той же хромосоме, то каким же образом произошло, что самка F_1 произвела несколько гамет двух иных типов, чем родительские, т.-е. серые нелетучие и черные нормальные, в которых,

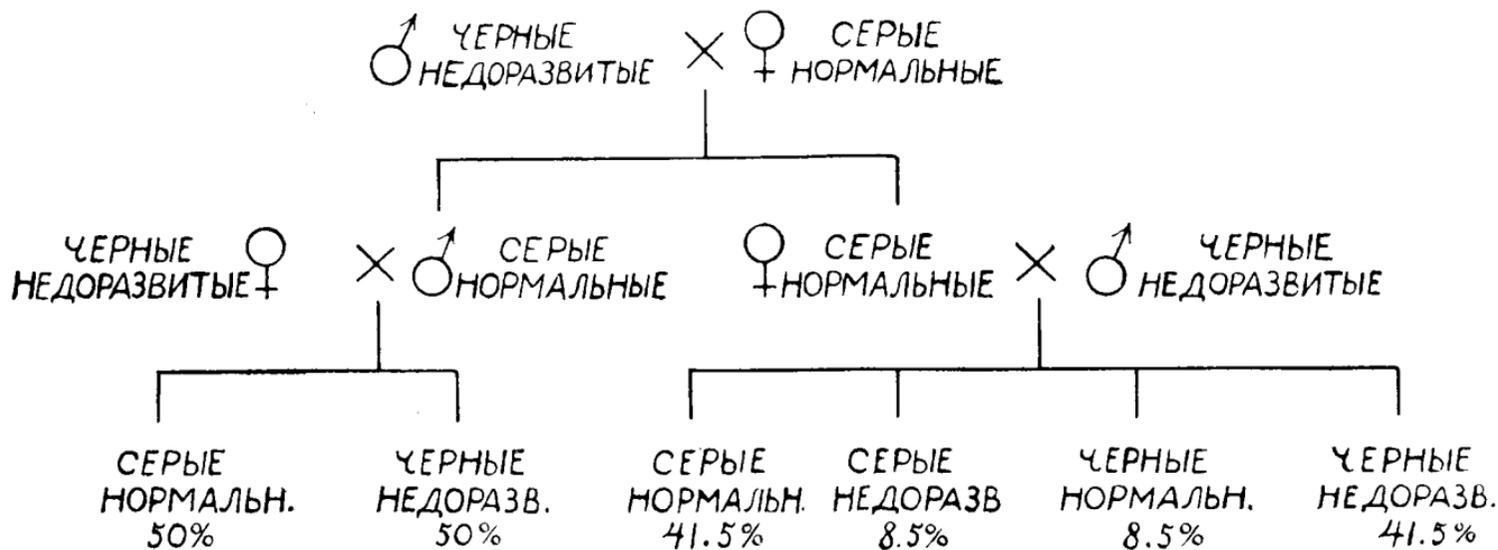


Таблица 6-а.

Таблица 6-а представляет два различных результата скрещиваниями между гибридами F₁ и чистыми родительскими формами. Наверху—скрещенные родители, черный недоразвитый самец и серая нормальная самка, которых потомство F₁ пополам самцы и самки, все серые нормальные. От одного из самцов этого поколения, скрещенного с черной недоразвитой самкой (тождественной с его матерью), как показано на табл. слева, получается поколение, по точному смыслу правила Менделя, серые норм. и черные недоразв. по 50%. Справа—серая нормальная самка (сестра показанного самца) представлена скрещенной с черн. недоразвитым самцом (тождественным с отцовской особью); такое скрещивание дает четыре класса особей: сер. норм., сер. недоразв., черн. норм. и черн. недоразвитые, что приписывается перекрещиванию хромосом, т.е. обмену между ними генами.

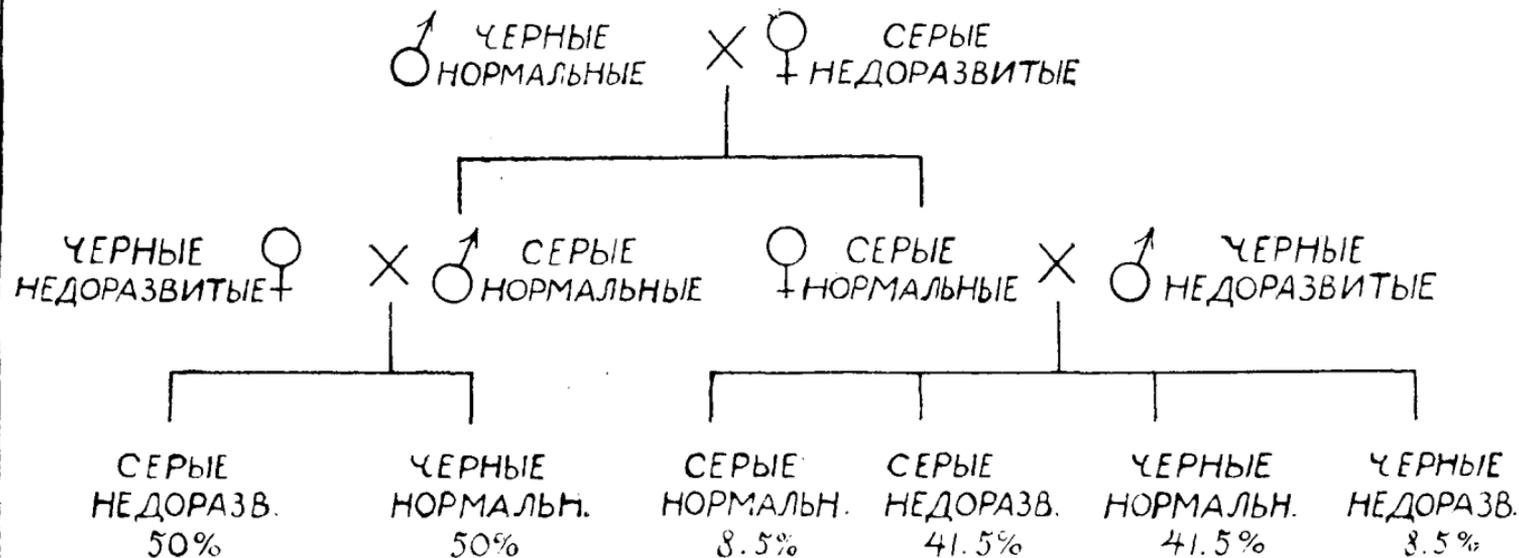


Таблица 6-в.

Совершенно сходный опыт, исходящий лишь от родителей с обратным отношением ген (вместо самца черного недоразв.—черн. нормальный и вместо самки серой норм.—серая недоразвитая), ведет к аналогичному результату; отмечается лишь изменение поколения от обратного скрещивания гибридной самки с чистым самцом: как и в первом опыте, серая норм. самка с черным недоразвитым самцом дает те же четыре класса потомков; но численное превосходство здесь принадлежит средним классам, тогда как там были многочисленнее крайние. В обоих случаях, однако, преобладают исходные, т.е. дедовские типы, которых по 41,5%, тогда как новых типов—всего по 8,5%. Это составляет отклонение от правила Менделя и потребовало объяснения „перекрещиванием“ хромосом.

стало быть, серый и нормальный факторы разлучились? Почему она, эта самка, ведет себя совсем иначе, чем ее брат?

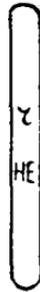
Американские наблюдатели постарались обойти это затруднение остроумной гипотезой. Они полагают, что это значит ничто иное, как то, что пара хромосом обменялись одна с другой отцовским и материнским наследством. Мы знаем, клетки особи содержат двойной набор хромосом, т.-е. столько же пар хромосом, сколько в гамете отдельных хромосом. В каждой паре одна хромосома от отца, другая—от матери. Новая гипотеза предполагает, что именно в основном принципе редукционного деления и возможно отступление, состоящее в том, что материнская и отцовская хромосомы не просто разлучаются, а обмениваются при этом своими материальными частицами. Между хромосомами из различных пар такого обмена быть не может, так как они в процессе деления не сближаются вовсе. То и другое теоретически допускалось давно, и предполагалось возможным, что обмен между двумя хромосомами частями их состава происходит в самом начале редукционного деления, в состоянии ядра, именуемом синапсисом, т.-е. в том особенно плотном клубочке тончайших нитей—хромосомом, который именно и характерен для редукционного деления. Американская гипотеза ищет более наглядного доказательства возможности и, главное, правильности такого обмена, и автор ее ухватился за известный факт „перекрещивания“ пары хромосом одной пары перед метафазами. Это явление обыкновенно у многих животных и растений, если хромосомы палочковидны и особенно длинны.

Рассмотрим, что могло бы действительно происходить, если бы скрещенные хромосомы слипались и сливались своим веществом в том месте, где они взаимно касаются при перекрещивании. У *Drosophila* факторы серый и нормальный в разобранным нами случае, у самки F_1 , так же, как у самца, ее брата, помещаются в одной из хромосом пары II, а противоположные им факторы—черный и нелетучий—в другой хромосоме той же пары. Положим наперед, что постоянное положение обеих пар факторов—около пункта, отстоящего недалеко от середины длины хромосомы, и что

их разделяет часть хромосомы величиной $\frac{1}{6}$ всей ее длины. Положим далее, что во время тесного сближения хромосом парами (диакинез) эта II пара как-раз перекрестилась. Допустим, наконец, что перед разлучением обе хромосомы слиплись и слились в месте перекреста, и что это не мешало им все же разойтись; но что теперь они обменялись своими концами, т.-е. конец материнской хромосомы остался прилипшим к остальной части отцовской хромосомы, а конец этой последней—к части материнской. Если место перекрещивания будет приходиться между пунктами, где помещаются оба фактора, то, очевидно, факторы будут разлучены, и теперь мы получим вместо прежних родительских хромосом, одной с серым нормальным и другой с черным нелетучим, новую комбинацию: хромосому с серым нелетучим и хромосому с черным нормальным факторами. Если же место перекреста лежит не между помещениями обоих факторов, а в другом любом месте хромосомы, то, конечно, хромосомы хотя и обменяются частями, но оба данные фактора останутся попрежнему вместе, т.-е., в отношении их, хромосомы сохраняют состав родительской пары хромосом. Наконец, предположим, что перекрещивание есть дело чистого случая, т.-е. вероятность любого положения пункта его совершенно одинакова. Тогда окажется, что, при достаточно большом числе наблюдений, случай скрещивания с разлучением факторов повторится меньшее число раз, чем случай, когда факторы останутся вместе; именно потому, что их разделяет всего $\frac{1}{6}$ длины хромосомы. Если бы факторы были расставлены дальше, то перекрест с разлучением повторялся бы чаще; если бы они лежали совсем рядом, то разлучение их вовсе не случилось бы. Одним словом, $\frac{5}{6}$ длины хромосомы должны быть местами безопасными для разлучения данных факторов, и только $\frac{1}{6}$ ее длины составляет роковое место при перекрещивании; отсюда вывод: вероятность того, что факторы будут разлучены, определяется отношением $\frac{1}{6} : \frac{5}{6}$ или 1 : 5 (табл. 7).

Само собой разумеется, что при реальном исследовании двух пар факторов рассуждение идет в обратном порядке, т.-е. из опыта скрещивания нормальной формы с ва-

Таблица 7.



A



B



C

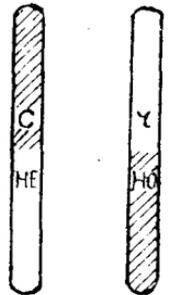
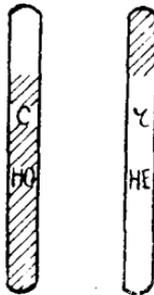
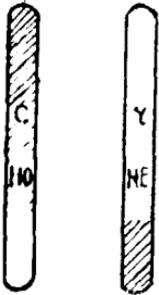


Таблица 7.

Схематическое представление „перекрещивания“ пары хромосом. Если пункт соединения окажется не между местами факторов *C*, *Ч* и *Но*, *Не* (серые, черные и нормальные, недоразвитые), как это изображено на рис. А и В, то факторы *C* и *Но*, точно так же, как *Ч* и *Не*, не разлучаются. Если пункт перекрещивания окажется между помещениями тех же пар факторов, то происходит, как на рис. С, как бы обмен факторами между хромосомами.

C означает везде „серый“, *Ч*—черный, *Но*—нормальный, *Не*—ненормальный, „нелетучий“. Дальнейшее см. в тексте.

риацией и из анализа потомства F_1 генерации определяют процент случаев, уклоняющихся от простейшей схемы Менделя, а отсюда уже делают расчет: на каком расстоянии друг от друга должны помещаться по длине хромосомы те пары ген, которые отвечают избранным для опыта факторам. Очевидно, что, повторяя опыт с многими парами признаков, мы можем установить расстояния между различными генами содержащимися в данной хромосоме, можем изобразить „топографию“ ген в хромосоме, нарисовать ее план строения. Этим живо увлечены сотрудники Моргана, и топографическая карта ядра у *Drosophila* теперь почти закончена: нам могут из Америки указать, в каком месте ядра, в какой его точке лежит то или другое невидимое в микроскоп тельце, которому мы склонны приписывать почти чудесное свойство: способность определять тот или иной признак развитой особи, свойство ее организации. Дальше этого, кажется, уже идти некуда. Когда мы изображаем явления в числах и мерах, мы говорим: мы дали ему реальное объяснение. То, что сделано американцами с маленькой мушкой, живо напоминает достигнутое физиками и химиками, давшими нам возможность отчасти реально, отчасти „духовными очами“ видеть не только молекулы, но атомы и электроны: мы получили там картину строения атома. Не даром, поэтому, результаты трудов школы Моргана, кроме удивления, возбуждают и недоверие, или, пожалуй, зависть многих натуралистов. Так, из школы, носящей на себе противоположный характер, химико-физиологический, мы слышим и насмешки по адресу Моргана. Его соображения касательно размещения ген в хромосоме сравнивают с толкованиями святых отцов возможности тысяче ангелов поместиться на острие иглы.

Необходимо, поэтому, разобраться в сложной теории Моргана, которая составляет теперь существенную часть нашего учения о физическом основании наследственности.

В свое время счастливый случай дал возможность творцу современного учения, Менделю, установить, казалось, абсолютное правило для распределения факторов в потомстве гибрида. Это правило, или, как его даже зовут иначе, закон,

гласит, что факторы распределяются совершенно независимо один от другого, чем, очевидно, только и могло быть объяснено образование всех возможных комбинаций признаков в потомстве ди- и полигибрида. Счастливый случай состоял в том, что Менделю, в его первых классических опытах, попались как-раз такие признаки, которые зависели от факторов, принадлежащих отдельным, разным группам, — факторов, которые, как мы это хотим видеть теперь, помещаются в различных хромосомах. Крайне вероятно, что Мендель с величайшим трудом пришел бы к своему простому выводу о численной законности вариаций в потомстве, даже в знаменитой пропорции $1 : 2 : 1$, если бы ему попали на первых порах такие случаи, где некоторые признаки передаются в постоянной зависимости друг от друга, и как это было впоследствии обнаружено Бейтсоном и Пеннетом для душистого горошка, что и заставило этих ученых ввести ограничение для основного принципа менделизма в виде гипотезы частного притяжения и отталкивания факторов. Выходило, следовательно, так, что основной принцип менделизма должен почитаться лишь как идеальная схема, от которой возможны и отклонения.

Главнейшая и несомненная заслуга школы Моргана состояла, конечно, в том, что на объекте, который ему дал в руки, конечно, счастливый случай, на *Drosophila*, было доказано, что независимое распределение факторов по Менделю есть лишь частный случай более общего закона, по которому те факторы, которые лежат в разных хромосомах, распределяются независимо друг от друга; те же, что лежат в одной хромосоме, связаны между собой и переходят из поколения в поколение пачками, или группами: установлен был важнейший принцип „сцепления“ (linkage) факторов или ген, принцип нового учения, не о менделизма, вовсе, как видно, не отстраняющего принципов старого учения, менделизма, а лишь расширяющего и дополняющего его новыми очевидными фактами.

Но, как мы видели, и этот принцип не абсолютен: пара признаков, в большом числе случаев передающихся вместе, может быть разлучена, и число разлучений оказывается

в постоянном процентном отношении к числу неразлучений. Это американцы объяснили остроумной догадкой о возможности перекрещивания пар хромосом с обменом между ними своими частями. Эти соображения покоятся на цитологической догме индивидуальности хромосом: сохранении целостности их во время ряда делений, нарушаемом лишь случаями перекрещивания.

К сожалению, и это положение неоменделизма пришлось ограничить. На той же *Drosophila* убедились, что в тех случаях, когда факторы одной группы должны бы разлучаться слишком часто,—это тогда, когда соответственные гены лежат в хромосоме, по расчету из всех опытов, слишком далеко друг от друга,—они разлучаются в пропорции значительно меньшей, гораздо реже, чем требует вся гипотеза в целом. На выручку явилась новая гипотеза „двойного перекрещивания“. Очевидно, что если пара хромосом перекрестится не в одном, а в двух местах, то обмен между хромосомами концами окажется аннулированным, что легко видеть из простой схемы. Крайне остроумно, но нельзя не сказать: немного уж черезчур.

В результате, особенно приняв во внимание, что конкретно, под микроскопом никто еще не видел результатов знаменитого перекрещивания хромосом, т.е. действительного обмена частями, приходится на принципы неоменделизма взглянуть одинаково, как и на таковые менделизма: ни те, ни другие не абсолютны, и в этом отношении оба подтверждают вековую истину: нет правила без исключений, а если последние редки, то они лишь подтверждают правила. Не нов также способ представлять наглядной схемой сложные отношения элементов какой-нибудь системы. Вспомним схему Кекуле строения бензольного ядра ароматических соединений. Остроумнейшее начертание такого ядра в виде шестиугольника, по углам которого помещаются шесть атомов углерода, связанные попеременно между собою то одной, то двумя единицами сродства,—эта схема объясняла, как известно, изомерию ароматических соединений вплоть до тех изомеров, которые составили, наконец, исключение. Это—современные стереоизомеры, для которых

потребовалась схема пространственная, а не плоскостная. Да и к плоскостной схеме, конечно, каждый зрелый химик относился лишь как к служебной гипотезе, а не как к реальной истине. Таково же, кажется мне, и достоинство американской „хромосомной теории“: это есть удобное изображение лишь общего характера многих случайностей, объединенных каким-то общим законом. Что за закон? Рассмотрим этот вопрос.

Все построение целиком, на котором основана новейшая хромосомная теория до объяснений, включительно, отклонений от законов Менделя, очень сложно. Чтобы представить в подробностях механизм, которым распределяются гены в потомстве, необходимо допустить реальность следующих фактов: 1) в известной фазе редукционного деления ядра его существеннейший элемент, который условно можно именовать хроматином, должен быть представлен тонкими нитями, четками расположенных в один ряд телец, каждое из которых содержит определенный фактор, ген; 2) этих четок столько же, сколько хромосом в делящемся двойном, диплоидном ядре; 3) четки или хромосомы попарно одинаковы в отношении своей величины, соответственно природе и числу в каждой паре ген; 4) порядок ген неизменен и в каждой паре одинаковых хромосом повторяется неуклонно одинаково. Поэтому, в паре лежащих рядом гомологичных хромосом одинаковые гены в точности приходятся *vis-à-vis*; 5) вся система повторяется без изменения в бесконечном потомстве клеток и особей одного вида, так как даже в промежутках между двумя делениями ядра хромосомы сохраняют свою индивидуальность, размножаясь продольным расщеплением, т.-е. точным удвоением сериально расположенных ген. Покоящегося состояния ядра, в смысле полного распада хромосом на элементы — гены, не существует: хромосомы вновь не образуются, а лишь претерпевают различные превращения, становясь невидимыми в том состоянии ядра, которое именуется состоянием покоя.

Все это сложное построение, само собой, и создано ради объяснения того поистине чудесного явления, что при делении ядра, когда хромосомы становятся видимыми, мы рас-

познаем их у каждого вида в постоянном числе, постоянной величины и формы и в клетках тела особи, в диплоидных ядрах в точности попарно одинаковыми. Этого рода объяснений в цитологии немало: они основаны на допущении принципа преемственности. Если мы в точности еще не знаем, как образуется тот или иной элемент клетки, например, хлорофилльное зерно, или вообще пластида, мы говорим: этот элемент вовсе не образуется заново, а появляется в качестве потомка первой пластиды, бывшей в яйцеклетке, в результате размножения этой пластиды делением. Но и здесь, как в покоящемся ядре—хромосомы, обнаружить первичные пластиды не удастся: они невидимы. Почти очевидно теперь, что они возникают заново из хондриосом, но как возникают сами хондриосомы—еще неизвестно. Вероятнее всего, их образование есть сложный результат игры взаимоотношений ядра и протоплазмы.

Что за процессы совершаются в так называемом покоящемся ядре? Они должны быть тоже необычайно сложны: ведь, ядро подрастает в это время, готовясь к новому делению. Покой, поэтому,—самое неподходящее обозначение для этого состояния. Вероятно, те именно процессы, которые совершаются в состоянии этого ложного покоя, когда хромосомы будто бы „отдыхают“ от предыдущего деления, эти-то процессы и окажутся когда-нибудь теми самими, которые составляют для нас пока глубочайшую тайну самой жизни. В это время формируются элементы, которые позже выступают комплексами, частями будущих хромосом, а еще позже формируются более обширные группы, хромосомы различной величины и, вероятно, различного назначения. Те силы, которыми приводится в движение механизм, состоящий из хромосом, конечно, накоплены перед делением ядра и почерпнуты из взаимодействий ядра и протоплазмы. И вот, провозглашая принцип преемственности или индивидуальности хромосом, нас как бы приглашают закрыть глаза на то, что более загадочно, но и наиболее заманчиво и интересно. Покой ядра и преемственность хромосом—это два лозунга лености ума и инертности научной мысли, постулатом которых они и оказались, конечно.

Факты, которые приводятся, главным образом, зоологами в доказательство того, что хромосомы не исчезают в покоящемся ядре окончательно, недостаточно сильны для того, чтобы не существовало гипотез, требующих их возникновения совершенно заново. Такова талантливейшая гипотеза известного физиолога Фика, который считает хромосомы за комплексы более мелких единиц, собственно и несущих потребные заряды энергии,—комплексы, которые возникли ради удобства „маневрирования“ этих мелких, бесчисленных единиц в составе частей, имеющих различное назначение. Как в мобилизованной армии мы различаем тактические и стратегические единицы различного рода оружия, так в ядре —хромосомы, соответственно характеру и числу ген, могут быть назначены для осуществления то специальных, ограниченных заданий, то для определения плана организации в широких чертах признаков вида, или рода. Менделизм ведает пока, видимо, функции единиц „тактических“, а задачи „стратегические“ пытается отнести на счет протоплазмы, что, на мой взгляд, весьма правдоподобно, хотя у высших растений влияние отцовской протоплазмы исключается: спермии состоят у них начисто из ядерных элементов. Состояние покоя ядра Фик приравнивает к демобилизованной армии, когда последние элементарные единицы ее распущены по домам, но по первому призыву должны вновь явиться в свою часть. Продолжая идею Фика, лежащую в его „маневренной гипотезе“, я уподобил бы роль протоплазмы ядра в деле восстановления ядра перед делением, роли тех нестроевых и небоевых чинов и пунктов, которые ведают мобилизацией. Несмотря на изумительное совершенство механизма мобилизации, конечно, не обходится без того, что солдат, или даже отдельная часть, не попадает сразу по назначению; а в повелительных пароксизмах боевого времени полки и дивизии комплектуются заведомо чужими элементами. И наверное существует и здесь своего рода статистика ошибок, в роде той, что в почтовом деле: за десятилетие повторяется одна и та же пропорция писем и посылок, недоставленных адресату, а то так и вовсе без адреса. Закон больших чисел управляет постоянством этих явлений.

Но при образовании половых элементов мы имеем дело с неменьшим числом клеток, чем солдат в армии, и недостатки комплектования хромосом генами могут быть аргюги ожидаемы и наперед исчислены, как неизбежное следствие громадного числа клеток и еще большего числа ген. Едва ли возможны при этом такие случаи, как комплектование единиц одного рода оружия элементами чуждого ей рода оружия, т.-е., что гены определенной хромосомы попали бы в хромосому индивидуально отличную. Но вспомним основную причину отклонений от правила Менделя: Моргану ее ведь приходится сводить на случайный обмен генами пары хромосом гомологичных, т.-е., в нашем сравнении, к воображаемому случаю, если бы существовали пары воинских частей одинаковых, т.-е. как бы без „отличек“ (погонов, выпушек, петличек).

Не естественнее ли, поэтому, искать, подобно Фику, с его „маневренной гипотезой“, и Бейтсону с Пеннетом, с их общей гипотезой „частного притяжения и отталкивания“, причину самого основного порядка комплектования хромосом, равно как и уклонение от него, в неразложимом для нас пока свойстве природы элементов ядерной субстанции,—свойстве взаимного тяготения, которое должно быть наибольшим между генами „исторически“ наиболее сродными, т.-е. в бесконечном ряду поколений клеток, входивших элементами в тело одной и той же хромосомы? В нашем сравнении с армией—привычка односельчан, предки которых служили в той же самой части. Что мы знаем больше этого в объяснение отталкивания сегментов только что расщепленной хромосомы и притяжения одного сегмента к одному полюсу, а другого—к другому? Мы только пригляделись к этому факту и перестали ему удивляться; но механизм кариокинеза для нас, ведь, совершенно темен.

Прибавим к нашим доводам некоторые факты. Как-раз в том делении ядра, которым заинтересована школа Морганна, в редукционном делении, на ботанических объектах с величайшей точностью могут быть установлены два факта, служащие помехой гипотезе Морганна о перекрещивании хромосом. После первого деления материнской клетки пыль-

цы, несомненно, наступает стадия покоя, т.-е. полного распыления хромосом, разрушения и, следовательно, последующее восстановление хромосом заново. Это состояние, правда, мимолетно; но это-то и могло служить поводом к тому, что оно вообще ускользало от внимания зоологов, объекты которых менее благоприятны, чем у ботаников. Гипотеза Морганна требует, чтобы пара хромосом перекрещивалась в состоянии, именуемом синапсисом. Но лучшие ботанические объекты для многих авторитетов опять таки показывают, что те нити, которые зоологами принимаются за перевитые две гомологичные хромосомы одной пары, могут быть ничем иным как сегментами одной и той же хромосомы; а перекрещивание их не может вести к тем результатам, которые требуются гипотезой: обменялись бы концами идентичные хромосомы, а не гомологи одной и той же пары. Этого достаточно, чтобы поставить на вид в фактической стороне гипотезы пункт, по меньшей мере, спорный. В самом составе гипотезы остается совершенно темным обстоятельство: почему перекрещивание должно быть лишь при созревании женских половых клеток и отсутствовать в мужских, тогда как редукционное деление тех и других одинаково?

Невозможно не удивляться терпению и искусству, которые были применены в опытах над сотнями тысяч мушек *Drosophila*, в их скрещивании и анализах потомства. Это, на мой взгляд, совершенно достаточно говорит за точность выводов американской школы, которые едва ли нуждаются в такой рекламе, какова „топографическая карта“ хромосом. Практически казалось бы совершенно одинаково допустить, что пара ген разлучается чаще других потому, что они лежат в обеих хромосомах далеко друг от друга; или допустить, что они обладают сравнительно малым взаимным тяготением. Ведь ни того, ни другого фактора реально установить мы не в состоянии, но оба они согласуются в конечном результате, согласуются с законом больших чисел, на котором, как известно, покоятся и все явления менделизма.

Откинув в хромосомной теории американцев то, что особенно бьет в глаза и, на первый взгляд, кажется самым выдающимся достижением, мы должны видеть в их построе-

нии в целом, действительно, фундамент существенных пристроек к менделизму, как уже сказано, поправляющих и дополняющих это учение цитологическими фактами. Благодаря этим дополнениям, благодаря неоменделизму, мы знаем теперь, что ядро не только является носителем факторов наследственности, но что его элементы, хромосомы, действительно телесно, физически, каждая имеет определенный багаж таких факторов или ген. Гены каждой хромосомы спаяны телом хромосомы, лежат в нем, как в футляре. Поэтому соответствующие факторы передаются группами. Такое реальное представление механизма наследственности совершенно оправдывает название книги Моргана: „Физическое основание наследственности“.

- В. И. Прилудкая.** Строение и жизнь тела человека. План лабораторных занятий в совпартшколе. Ц. 40 к.
- Проф. Б. М. Козо-Полянский.** Дарвинизм или теория естественного отбора (Схема). Ц. 75 к.
- Краеведение и школа.** Дискуссионный сборник № 2. Ц. 70 к.
- Проф. В. М. Флоринский.** Усовершенствование и вырождение человеческого рода. Ц. 1 р. 75 к.
- Ф. Н. Крашенинников.** Солнце—источник жизни. Ц. 35 к.
- И. П. Чукичев.** От молитвы к науке. Ц. 75 к.
- Академик С. Г. Навашин.** Об образовании так называемых „Хроматиновых телец“. Ц. 45 к.
- Его же.** Пол—фактор органической эволюции. Ц. 25 к.
- Проф. Н. А. Иванцов.** Дарвинизм и менделизм.
- Диалектика в природе.** Сборник по марксистской методологии естествознания. Ц. 2 р.

ВЫХОДИТ ИЗ ПЕЧАТИ:

- Перри.** Вращающийся волчок.
- Проф. В. И. Лебедев.** Оптика и стекло. (Опыт истории).
- Диалектика в природе.** Сборник № 2.
- Н. Н. Плавильщиков.** Самый большой цветок (из сказок природы).

ГОТОВИТСЯ К ПЕЧАТИ:

Дискуссионные сборники:

- Преформизм или эпигенезис?
Рефлексология или психология?

- В. В. Первозванский.** Микробы в технике и хозяйстве.
- Проф. Б. М. Завадовский.** О роли внутренней секреции в душевной деятельности.
- В. Р. Захаров.** О физиологических основах физкультуры.
- М. В. Володковой.** Достоевские (соц. характер. очерк).
- И. И. Ежиков.** Эмбриология и эволюция.
- Проф. С. С. Перов.** Поповщина в науке.
- В. П. Лебедев.** Сборник исторических опытов по физике.