

М. С. НАВАШИН

О ВЛИЯНИИ АЦЕНАФТЕНА НА ДЕЛЕНИЕ ЯДРА И КЛЕТКИ

(Представлено академиком Н. И. Вавиловым 29 III 1938)

Под влиянием последней работы Blakeslee и Avery⁽²⁾, касающейся экспериментального вызывания полиплоидии при помощи обработки колхицином, я поставил опыты над воздействием колхицина и ряда других веществ на семена и молодые проростки растений. Среди этих веществ особое внимание обратил на себя аценафтен, который вместе с некоторыми другими продуктами каменноугольной смолы я включил в опыты по указанию А. А. Шмука, пришедшего на основании чисто химических соображений к тому выводу, что именно в этой группе соединений следует искать веществ, обладающих действием, сходным с биологическим действием колхицина⁽¹⁾.

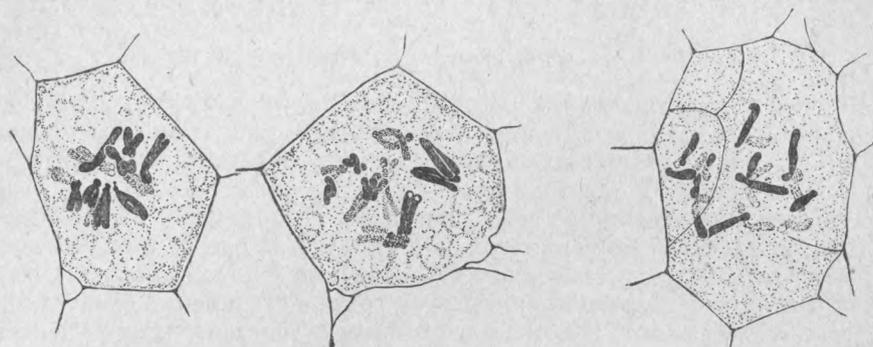
Семена ряда растений (в том числе мягкой пшеницы, овса и *Crepis capillaris*) подверглись воздействию аценафтена. В виду слабой растворимости препарата в воде в большинстве опытов я применял не раствор, а посыпал кристаллами аценафтена материал, положенный на влажную фильтровальную бумагу в чашку Петри. Влияние на развитие проростков оказалось чрезвычайно резким и в главных чертах очень сходным с влиянием колхицина, в полном согласии с описанием, которое дают Blakeslee и Avery⁽²⁾.

Семена, посеянные на влажную бумагу, посыпанную аценафтенем, начинают прорастать вполне нормально; в некоторых опытах наблюдалась даже некоторая стимуляция. Однако примерно через сутки после прорастания наступает задержка роста, и обнаруживаются характерные изменения проростков, выражающиеся главным образом в образовании вздутий на подсемядольном колене и на верхней части корешка; они распространяются впоследствии и на кончик корешка. Образование корневых волосков задерживается, и через два-три дня после прорастания развитие проростка практически прекращается. Если подвергнуть действию аценафтена молодые (2—3-дневные) нормальные проростки, выращенные на чистой воде, то по истечении одного-двух дней получается тот же эффект, т. е. задержка роста и образование упомянутых вздутий. Продолжительное пребывание в аценафтене ведет к полному прекращению роста, и проросток оказывается к дальнейшему развитию неспособным. Проростки, подвергшиеся действию аценафтена в течение 2—4 дней, при перенесении в нормальную среду через некоторое время оправляются и возобновляют рост. Однако они надолго сохраняют ненормальный вид (утолщение и укорочение, особенно заметные на перышке злаков). Испытавшие угнете-

ние корешки снова начинают расти, причем на верхушке, потерявшей способность расти и деформированной, образуется новый конус нарастания. Детали описанных явлений у различных видов растений несколько различны, но общий их характер одинаков.

Цитологическое исследование корешков проростков, в которых уже наступили указанные выше морфологические изменения, открыло замечательную картину глубоких и в высшей степени своеобразных превращений. Яснее всего они были выражены у проростков *Crepis capillaris*, классического объекта для экспериментальных цитологических исследований благодаря малому числу своих хромосом ($2n=6$). В настоящем сообщении поэтому мы будем иметь дело лишь с этим объектом.

Прежде всего при большом обилии митозов в меристеме корешков совершенно отсутствовали типичные метафазы с хромосомами, расположенными в одной плоскости. Нельзя было также найти ни одной сколько-нибудь нормальной анафазы или телофазы. При ближайшем рассмотрении



Фиг. 1.

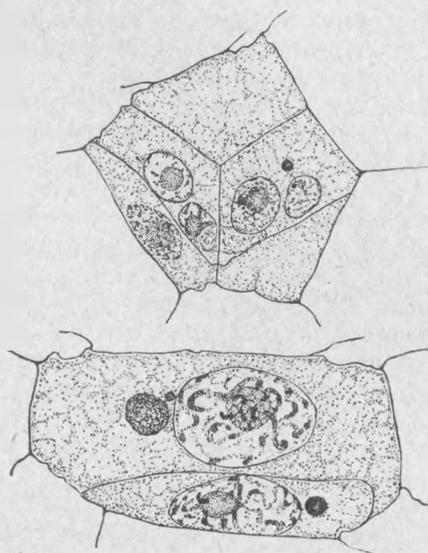
Фиг. 2.

это оказалось результатом полного отсутствия веретена и определенной ориентации деления ядра. В то же время расщепление хромосом шло очень энергично. Вследствие такого своеобразного положения дочерние хромосомы, разъединившись, образуют одну группу, и возникает тетраплоидный набор из 12 хромосом (фиг. 1). Дальнейшее деление протекает тем же способом, что ведет к образованию октоплоидных наборов. На этой стадии размножившиеся хромосомы уже обычно разбиваются на несколько групп, беспорядочно разбросанных по клетке и содержащих самые различные числа хромосом (фиг. 2). Впадая в покоящееся состояние, они образуют ядра различных размеров. Ни малейших следов веретена, а тем более фрагмопласта, и здесь не обнаруживается. Это состояние наблюдается уже несколько отступя от верхушки корешка, т. е. в более дифференцированной части меристемы.

При описанном процессе иногда происходит и фрагментация хромосом, причем фрагменты, как всегда, не претерпевают изменений, характерных для хромосом, впадающих в покоящееся состояние, а остаются в виде плотных хроматиновых глыбок или, чаще, шариков.

Около этого момента наступает наиболее замечательное явление, именно—клетки разбиваются перегородками. Эти перегородки, возникая повидимому очень быстро, разгораживают клетку самыми различными способами, рассекая ее тело на разнообразнейшие части, неодинаковые по размеру и причудливые по форме. В результате внутри оболочки первоначальной клетки обособляется от двух до многих неправильных клеток. Числа хромосом, содержащиеся в этих «дочерних» клетках, оказываются чрезвычайно раз-

личными; нередко отделяются клетки, не содержащие ядра вовсе. Сказанное иллюстрируют фиг. 2 и 3. Перегородки, разделяющие тело клетки, состоят из клетчатки, но остаются более тонкими, чем стенка первоначальной клетки; способ их образования еще не прослежен, но по видимому их образуется в каждой клетке одновременно по несколько. Обособление этих клеток полное, что видно по образованию щелей между ними при плазмолизе, производимом иногда фиксацией. Замечательно то обстоятельство, что эти клетки (которые можно было бы назвать цитомерами, если бы этот термин уже не был использован, на наш взгляд очень неудачно, Вальдейером для обозначения цитоплазматической части спермия) часто выглядят очень различно, обладая например то густой, то



Фиг. 3.

светлой цитоплазмой. Деление заключенных в них ядер может наступать неодновременно. Эти различия всего вероятнее вызываются различиями хромосомных наборов, попадающих в клетки, а также возможно неодинаковыми условиями питания. Все эти явления не приурочены к какой-либо одной части меристемы корешка, но захватывают все решительно клетки, от дерматогена до плерома, однако они проявляются гораздо яснее в крупных клетках периблемы и дерматогена.

Следует особо отметить, что меристема, превратившаяся в столь ненормальное собрание неправильных клеток, содержащих ядра разнообразнейшего состава и даже вовсе безъядерных, сохраняет жизнеспособность в течение долгого времени; по крайней мере по истечении 2—3 дней после прорастания еще совершенно не замечается не только некрозов тканей, но почти не встречается и отмирающих единичных клеток. Это составляет резительный контраст со случаями, когда в ткани происходят массовые структурные перестройки хромосом, приводящие к выбрасыванию в протоплазму фрагментов (например после рентгенизации, воздействия повышенной температурой, в результате старения и пр.).

Описанные явления сильно отличаются от наблюдавшихся мной у того же объекта после действия колхицина. Колхицин также вызывает ненормальные деления, производящие вследствие отсутствия веретена умножение хромосом. Однако мне не удалось видеть ничего похожего на вызы-

ваемый аценафтенем необыкновенный процесс обособления разнообразных клеток. Не вполне исключена впрочем возможность того, что при других условиях применения (концентрация, стадия, и пр.) колхицин произвел бы действие, более сходное с аценафтенем.

Изложенные факты, целиком подтверждая правильность предположения А. А. Шмука (1. с.) о том, что аценафтен должен вызывать полиплоидию, дают возможность сделать ряд существенных выводов. Прежде всего они проливают дополнительный свет на механизм ядерного и клеточного деления и дают новую возможность для постановки специальных опытов.

Сопоставляя описанные выше картины с явлениями, обычными в материнских клетках пыльцы при нарушении хода мейоза, нельзя не видеть глубокого сходства. Беспорядочное распределение хромосом на группы с последующим обособлением вокруг них клеток вполне аналогично образованию различного числа неодинаковых по хромосомному составу микроспор. Следствием описанного нами процесса должно быть, значит, с о м а т и ч е с к о е р а с щ е п л е н и е, т. е. процесс, реальность которого до сих пор была под сомнением, важное же значение его очевидно. Хотя при дифференцировке органов из меристемы, претерпевшей подобные изменения, и неизбежен отсев большинства аберрантных клеток, нужно было ожидать возникновения химерных органов, состоящих наряду с диплоидными и полиплоидными и из клеток с самыми различными хромосомными наборами, в к л ю ч а я и г а п л о и д н ы й.

Исследование проростков, оправившихся и начавших расти после высадки в землю, целиком подтвердило это предположение. В клетках корешков и надземных органов были обнаружены наряду с нормальными, тетраплоидные, октоплоидные и иные повышенные хромосомные числа, а также трисомные наборы хромосом. Но самым замечательным было то, что в первом же десятке проростков был найден г а п л о и д н ы й сектор ткани.

Значение обнаруженной нами возможности вызывания столь широкой изменчивости хромосомного состава и особенно вызывания соматической гаплоидии и соматического расщепления очень велико как в теоретическом, так и в практическом отношении. Достаточно указать на то, что теперь открывается возможность путем искусственного вызывания гаплоидии в себе использовать для селекционных целей все преимущества разведения через семена и для растений, утративших половой процесс и размножаемых исключительно вегетативно (например большинство сортов картофеля). Нетрудно понять, что путем соматического расщепления селекционер сможет теперь извлекать из таких растений все богатство форм, доселе скрытых в них в силу влияния доминантных генов. Это совершенно новое обстоятельство еще раз указывает на важное практическое значение гаплоидии.

Что касается искусственного получения полиплоидных форм, то в применении аценафтена мы наконец имеем верное и легко доступное средство.

Институт генетики.
Академия Наук СССР.
Москва.

Поступило
31 III 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. Ш м у к, ДАН, XIX, 3 (1938). ² A. Blakeslee a. A. Avery, Heredity, 28, 393 (1937).