

П. К. ШКВАРНИКОВ

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ
НА ХРОСОМНЫЕ ПЕРЕСТРОЙКИ У РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком В. Н. Сукачевым 29 XII 1947)

В изучении влияния химических факторов на наследственную изменчивость у животных и растений к настоящему времени достигнуты значительные успехи. Ведущую роль в этом сыграли исследования советских генетиков (1-16).

Широкие исследования в этой области ведет И. А. Рапопорт (2-4, 6-9), преследуя в качестве основной цели установление наиболее эффективных способов и средств «химического анализа единиц наследственного аппарата клетки». В ходе этих исследований Рапопортом установлен целый ряд химических соединений, являющихся весьма активными факторами, вызывающими мутации. Среди них наиболее видное место занимают формальдегид и некоторые другие альдегиды (6-8), этиловый эфир карбаминовой кислоты (7), кетен (9) и этиленимин.

Каждое из этих соединений, как предполагает Рапопорт, характеризуется специфическими реакциями со структурными белками клетки, способностью их вступать во взаимодействие только с определенными компонентами последних. Этим в свою очередь обуславливается, по его мнению, специфичность мутагенного действия указанных соединений.

Так например, этиловый эфир карбаминовой кислоты, кетен и формальдегид в опытах Рапопорта вызывали только генные, преимущественно летальные рецессивные мутации (6-9). В опытах же с этиленимином Рапопорт получал значительное повышение частоты как генных мутаций, в том числе летальных и видимых, так и хромосомных разрывов (не опубликовано).

Результаты, полученные в работах Рапопорта, и, в частности, его данные о влиянии этиленимина на мутационную изменчивость заслуживают большого внимания исследователей, интересующихся как проблемой мутаций в ее теоретическом и практическом аспектах, так и проблемой химической структуры элементов клетки, в первую очередь хромосом и генов. Прежде всего имеет большое значение проверка этих данных на возможно более широком биологическом материале.

С этой именно целью нами были проведены опыты по изучению влияния этиленимина на мутационный процесс у нескольких видов растений (*Hordeum*, *Solanum*, *Crepis*). В настоящей статье мы приведем результаты опытов по влиянию данного вещества на хромосомные перестройки у *Crepis capillaris*.

Применявшаяся нами методика была следующей. Семена *Crepis capillaris* помещались в раствор этиленимина как непосредственно, так и после предварительного намачивания их в воде. Концентрация рас-

твора этиленimina во всех случаях применялась одна и та же: 1 объемная часть вещества на 2500 частей воды. Были проведены три опыта.

В I варианте семена помещались для проращивания непосредственно в раствор этиленimina. После 72 час. пребывания их в растворе проросли всего лишь 2 семянки. На четвертые сутки семена были перенесены на фильтровальную бумагу, смоченную чистой водой. Спустя несколько дней после этого проросло 9 семян, которые были пересажены в землю, однако все получившиеся сеянцы оказались нежизнеспособными.

Во II варианте семена в течение 24 час. предварительно намачивались в чистой воде, а затем помещались в раствор этиленimina на 48 час., после чего непроросшие семена снова переносились на фильтровальную бумагу, смоченную чистой водой, а проросшие пересаживались в землю.

В III варианте применялась та же процедура, что и во II, с тем только отличием, что семена предварительно намачивались в чистой воде в течение 48 час.; за это время 80% семян проросли.

Схема обработки семян, проведенной в двух последних опытах, и данные об их проращении показаны в табл. 1.

Таблица 1

Серия	16 V	17 V	18 V	19 V	20 V	21 V	Всего проросло в %
Опыт II	Семена намочены в чистой воде	Проросло 1,3%. Семена и проростки перенесены в раствор	Проросло 28,7%. Большинство проростков ненормально	Проросло 56%. Все проростки пересажены в землю	Непроросшие семена перенесены в воду	Проросло 84,6%	84,6
Опыт III	Семена намочены в чистой воде	—	Проросло 80%. Семена и проростки перенесены в раствор	Проросло 90%. Все проростки пересажены в землю	Проросло 96%. Проростки пересажены в землю	—	96,0
Контроль	Семена намочены в воде	—	Проросло 94%	—	Проросло 96%	—	96,0

Более половины проростков во II опыте в первые дни после воздействия этиленимином отличались более замедленным ростом. Позднее большинство развившихся молодых сеянцев в обоих опытах (во II и в III) отличалось рядом морфологических ненормальностей, причиной которых, по всей вероятности, было нарушение ритма роста отдельных частей растения. Многие из сеянцев по мере развития освобождались от названных ненормальностей и все более и более приходили в норму, но у некоторой их части эти ненормальности сохранялись в течение всего вегетационного периода.

Учет хромосомных мутаций производился в точках роста корешков, взятых для фиксации у растений 1,5-месячного возраста. Следовательно, нужно иметь в виду, что в этом материале могли быть учтены не все возникавшие перестройки, а только та часть их, которая не отразилась на нормальном функционировании хромосом, так как все нежизнеспособные изменения в хромосомном аппарате были отсеяны

в ходе индивидуального развития растений вскоре же после их возникновения.

Результаты цитологического исследования растений приведены в табл. 2.

Таблица 2

Серия	Исследовано растений	Число мутаций				% мутаций
		удвоенный хромосомного набора	транслокаций	инверсий	всего	
Опыт II	93	2	6	1	9	9,7
Опыт III	42	—	3	1	4	9,5
Контроль	110	—	—	—	—	0

Большая часть мутантных растений, обнаруженных в обоих приведенных в табл. 2 опытах, имела, как и следовало ожидать, химерное строение, т. е. та или иная мутация содержалась этими растениями лишь в части их корневой системы, тогда как другая ее часть была нормальной. Но у двух растений (по одному из каждого опыта) обнаруженная мутация содержалась во всех исследованных корешках.

Важно подчеркнуть, что после 24-часового предварительного намачивания семян в воде (II опыт) они переносились в раствор этиленимина свежеприготовленный, а семена, намачивавшиеся предварительно 48 час. (III опыт), переносились в раствор, имевший уже 24-часовую давность.

Следовательно, к концу II опыта на семена действовал уже раствор этиленимина 48-часовой давности, а к концу III опыта — 72-часовой давности. В связи с этим можно было ожидать разной частоты мутаций во II и III опытах, поскольку есть указания о способности этиленимина быстро полимеризоваться в растворе и о сниженной реактивности его полимеров. Однако, как показывает табл. 2, частота мутаций в обоих наших опытах оказалась практически одинаковой.

Частоту мутаций (9,5 — 9,7%) следует признать очень высокой. Для сравнения можно указать, что в более ранних наших исследованиях у этого же вида *Crepis* мы получали 10,9% хромосомных перестроек в результате действия на покоящиеся семена температурой в 40° С при 40% относительной влажности воздуха в течение 30 дней, а 11,2% перестроек — в результате действия температуры в 45° С при 60% относительной влажности в течение 10 дней (16).

Из данного сравнения вытекает совершенно очевидный вывод о том, что этиленимин является весьма сильным фактором мутационной изменчивости хромосом.

Наконец, необходимо отметить, что этиленимин наряду с внутрихромосомными перестройками вызывает также увеличение числа хромосом путем удвоения всего набора. Так, из общего числа мутаций, полученных нами (табл. 2), 9 являются транслокациями, 2 — инверсиями и 2 — тетраплоидами.

Кроме этиленимина, мы изучали также действие других веществ на хромосомные мутации у растений. Остановимся кратко на результатах опытов с тиозином и этиловым эфиром карбаминовой кислоты. В опытах с ними методика была такой же, как и в работе с этиленимином, но эти вещества применялись в более высокой концентрации (1 : 200).

После воздействия тиозинамином у сеянцев появлялось значительное количество морфологических отклонений. Цитологическое исследование 63 растений после воздействия тиозинамином не обнаружило, однако, ни одного случая хромосомных перестроек.

В опыте с этиловым эфиром карбаминовой кислоты картина внешнеморфологических изменений у растений была сходна с предыдущей. Цитологическим исследованием 74 растений из этого опыта была обнаружена только одна хромосомная мутация (транслокация), что составляет 1,3% от числа изученных особей. Данный процент является тем не менее очень высоким, так как не только в контроле к данному опыту, но и в контрольных сериях прежних наших опытов с *Crepis capillaris*, охватывающих в общей сложности до 1000 индивидуально исследованных растений, мы не встречали еще ни одной подобной мутации.

Следовательно, это дает полное основание заключить, что у данного вида частота спонтанного возникновения хромосомных мутаций при оптимальных условиях не превышает во всяком случае 0,1%.

Приведенный результат влияния этилового эфира карбаминовой кислоты на частоту хромосомных перестроек представляет интерес, так как до сих пор имелись только данные о влиянии его на частоту генных леталей (7).

Лаборатория ботанической цитологии
Института цитологии, гистологии и эмбриологии
Академии Наук СССР

Поступило
25 XII 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. Е. Лобашов и Ф. А. Смирнов, ДАН, 2, № 5 (1934). ² И. А. Рапопорт, Бюлл. эксп. биол. и мед., 7 (1939). ³ И. А. Рапопорт, ДАН, 29, 612 (1940). ⁴ И. А. Рапопорт, Журн. общ. биол., 2 (1941). ⁵ С. Л. Фролова, там же, 4, 73 (1943). ⁶ И. А. Рапопорт, ДАН, 54, № 1 (1946). ⁷ И. А. Рапопорт, Бюлл. эксп. биол. и мед., 23, 3 (1947). ⁸ И. А. Рапопорт, Журн. общ. биол., 8, 5 (1947). ⁹ И. А. Рапопорт, ДАН, 58, № 1 (1947). ¹⁰ В. В. Сахаров, Биол. журн., 1, 3—4 (1932). ¹¹ В. В. Сахаров, там же, 2, 4—5 (1933). ¹² В. В. Сахаров, там же, 4, 1 (1935). ¹³ W. W. Ssacharow, Genetica, 18, 3—4 (1936). ¹⁴ В. В. Сахаров, Биол. журн., 7, 3 (1938). ¹⁵ В. В. Сахаров, Журн. общ. биол., 1, 3 (1940). ¹⁶ П. К. Шкварников, Биол. журн., 5, 5 (1936).