

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ НИТРОЗОДИМЕТИЛМОЧЕВИНЫ  
 НА МИКРОСПОРОЦИТЫ РАСТЕНИЙ EMILIA FLAMMEA GASS.

С. Г. ЕРВАНДЯН

Результаты исследования активности НДММ в индуцировании нарушений хромосом у растений *Em. flammaea* свидетельствуют о достоверно высокой частоте аномалий хромосом во всех опытных вариантах по сравнению с контролем. Возникшие в меристематических клетках нарушения сохраняются, а на некоторых стадиях развития микроспороцитов—увеличиваются.

*Ключевые слова:* микроспороцит, мейоз, унивалент, бивалент.

Исследования мутагенной активности химических соединений на растительных объектах с использованием весьма чувствительных и точных тестов могут играть важную роль при преждевременной проверке общей генетической опасности того или иного вещества [6]. В этом аспекте удобной тест-системой могут служить мейотические клетки, которым в последние годы уделяется большое внимание. Следует отметить, что при тестировании мутагенной активности химических соединений важно знать, вызывают ли они мутации одновременно в соматических и генеративных клетках. Исходя из этого, мы провели сравнительное исследование в меристематических клетках корешков и микроспороцитах у некоторых представителей семейства сложноцветных [1, 3, 4]. В настоящем сообщении представлены данные об отклонениях в поведении хромосом материнских клеток пыльцы у растений *Emilia flammaea*.

*Материал и методика.* Экспериментальным материалом служили бутоты *Em. flammaea*. Семена обрабатывали растворами нитрозодиметилмочевины (НДММ) в концентрациях 0,04, 0,05% при экспозиции 18 ч. Условия и методика эксперимента описаны в предыдущих сообщениях [1, 3].

*Результаты и обсуждение.* Ранее нами показано [3, 4], что возникшие под воздействием мутагена различные нарушения в клетках первичной меристемы в основном сохраняются до генеративной сферы. Аналогичное наблюдается и при воздействии НДММ на семена растений *Em. flammaea*. Результаты цитогенетического анализа микроспороцитов растений в  $M_1$  свидетельствуют о наличии широкого спектра мейотических нарушений. Сопоставляя данные, полученные при изучении хромосомных нарушений в соматических (меристематические клетки корешков) и генеративных (микроспороциты) клетках, можно убедиться,

что большинство этих нарушений сохраняется в ряде клеточных поколений. Помимо этого, привлекает внимание то обстоятельство, что действие ИДММ в более чувствительных системах—в зародышевых клетках—проявляется по-разному. У растений *Eup. palustris* в тычинках наблюдается асинхронность деления. Кроме того, на отдельных стадиях мейоза наиболее часто встречаются следующие аномалии.

1. Наличие значительного количества опережающих и отстающих хромосом как в первом, так и во втором мейозе. Количество таких хромосом различно—от одной до 4—5. Отставшие хромосомы иногда включаются в основное ядро, иногда образуют микроядра в тетрадах. Причиной отставания может быть или преждевременное деление центромер [12], или десинапсис всех или нескольких хромосом [2]. Чаще всего в микроспорocyтах основное количество хромосом распределяется по двум или трем полюсам (при первом делении), а отдельные хромосомы оказываются выброшенными в цитоплазму. Помимо этого, как частное явление, во втором мейозе наблюдается 5—6 полюсных клеток. При этом распределение хромосом несбалансированно: на одном полюсе может быть 5 хромосом, на другом—4, 3, 2 и даже 1. Встречаются также клетки, где в пределах одного микроспорocyта в одной фигуре деления нет никаких нарушений, а в другой—есть, или же, наряду с четырьмя основными полюсами, образуются две маленькие группы. Основной причиной этих явлений можно считать нарушение функции ахроматинового веретена: при частичном нарушении меняется нормальное распределение хромосом по полюсам, а при полном—они оказываются в центре микроспорocyта. Во многих клетках хромосомы имеют пристенное расположение: они не конденсируются в ядрах. По данным Каша [5], с нарушением функции веретена связан и другой вид аномалии—элиминация.

2. Хромосомные аберрации типа делеций, транслокаций. Характерно, что они могут встречаться вместе с одним из типов указанных нарушений. Предполагается, что структурные мутации меняют правильное распределение хромосом и, как правило, влияют на хромосомы других пар (межхромосомные эффекты на кроссинговер и нерасхождение) [8].

3. Вакуолизация материнских клеток пыльцы до завершения деления в стадии днад, во время II телофазы. Это также способствует ненормальному распределению хромосом по полюсам.

4. Пентады, образование различных форм стерильных пыльцевых зерен (сморщенных, сильно вакуолизированных, с дегенерирующими элементами и т. д.). Эти нарушения встречаются на данной стадии развития с разной частотой как во всех мейocyтах, так и вообще в пыльниках соцветия. Анализ цифровых данных и их статистическая обработка показывают (табл.), что процент мейотических аномалий во всех вариантах по сравнению с контролем значительно больше. При этом в одном и том же варианте на различных стадиях I и II мейотического деления получены различные показатели. Наибольшая эффективность

Концентрация мутагена, %	М I			М II		
	количество просмотренных клеток	количество нарушенных клеток	% нарушенных клеток	количество просмотренных клеток	количество нарушенных клеток	% нарушенных клеток
Контроль	316	2	0,63±0,10	328	3	0,9±0,14
0,04	601	42	6,9±1,03	438	37	8,4±1,3
0,05	386	28	7,2±1,3	277	23	8,3±1,6

воздействия НДММ проявляется на стадиях I и II ана-, телофаз (А—Т), где, особенно в вариантах с более высокой концентрацией (0,05%), подсчитан самый высокий процент нарушения (15% в А-ТI и 25,6% в А-ТII). Так как эти нарушения в основном связаны с веретеном, значит, по всей вероятности, оно более чувствительно к воздействию фактору, о чем свидетельствуют литературные данные [11]. Основные аномалии анафазы I—преждевременное расхождение бивалентов на униваленты, которое обуславливает последующие нарушения в мейозе. Следует отметить, что и на предыдущих стадиях процент нарушений достаточно высокий: если в контроле в МI и МII (метафаза) соответственно было 0,3 и 0,9% нарушений, то в варианте с 0,05%-ной НДММ он составлял 7,2 и 8,3. Предполагается, что, хотя перестройки реализуются до метафазы, некоторая часть их в ней визуалью под микроскопом не обнаруживается, однако в анафазе при движении хромосом по полюсам они выявляются [10]. Вероятно, это и является причиной того, что в анафазах регистрируется больше нарушений, чем в метафазах. Как видно из данных таблицы, на дальнейших стадиях развития материнских клеток пыльцы количество нарушений уменьшается. Аналогичные данные и возможные причины такого явления приведены в наших прежних исследованиях [1, 3, 4]. Отклонения в ходе мейоза могут быть связаны с нарушением функции тапетума и изменением при этом условий питания развивающихся мейоцитов. С другой стороны, развитие мутаций идет под защитой процессов восстановления [9]. Однако, как указывается автором [9], особенностью восстановления в ткани, клетке, микроструктуре, испытавших мутагенное воздействие, является невозможность завершения репараций. Имеются данные [7], согласно которым возникшие в диакинезе нарушения не исчезают при делении клеток, а продолжают до стадии спермиев. Свидетельством этого являются полученные нами данные. Несмотря на то что на стадии тетрад нарушений сравнительно меньше, в зрелой пыльце они составляют определенный процент (рис.). Значит, мутация может сохраниться и развить-

## Платмеа при действии НДММ

А—Т I			А—Т II			Тетрады		
количество просмотренных клеток	количество нарушенных клеток	% нарушенных клеток	количество просмотренных клеток	количество нарушенных клеток	% нарушенных клеток	количество просмотренных клеток	количество нарушенных клеток	% нарушенных клеток
217	5	2,3±1,0	346	5	1,4±0,2	735	7	0,9±0,1
403	36	8,9±1,4	365	64	17,5±1,9	868	22	2,5±0,14
324	49	15,1±1,9	308	81	25,6±2,47	424	7	1,6±0,17

ся до гаметы потому, что имеет место динамическое равновесие повреждение—восстановление [10]. Помимо этого, снижение фертильности пыльника нельзя объяснить только нарушениями в хромосомном аппарате: на него действуют и нарушения физиологических процессов. Интересно, что в клетках первичной меристемы не сохраняется соотношение доза—кривой эффект, но в спорогенных клетках оно хорошо вы-

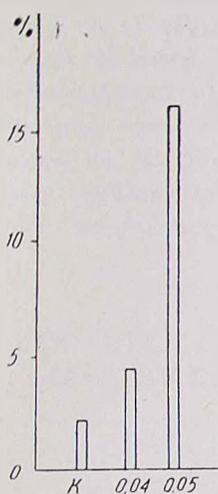


Рис. Частота образования стерильной пыльцы у *Emilia platmea*, индуцированной НДММ.

является. На всех стадиях развития микроспороцитов наблюдается прямая корреляция между процентом нарушений и дозой мутагена. Значит, при оценке мутагенного действия нельзя ограничиться только изучением вегетативной сферы. Включение в число тест-систем генеративной сферы поможет более глубокому изучению внутренних процессов в целом и даст более обобщающую оценку испытываемому мутагену. Это важно и потому, что такое исследование поможет ответить на вопрос, насколько мутагенный эффект действителен при образовании половых клеток, полноценность которых решает судьбу опыления и опло-

дотворения, продуктивность отобранных мутантов. Таким образом, в материнских клетках пыльцы растений *Em. flammea* под воздействием разных концентраций НДММ индуцируется широкий спектр нарушений, находящихся в зависимости от концентрации мутагена. Как и у ранее изученных объектов, у этого растения также хорошо проявляется дифференциальная реакция разных фаз первого и второго делений: более чувствительными оказались I и II ана-, телофазы. В испытуемых вариантах процент нарушений намного превышает контрольный. Возникшие в меристематических клетках корешков нарушения сохраняются, а на некоторых стадиях развития микроспороцитов—увеличиваются.

Ереванский государственный университет,  
проблемная лаборатория цитологии

Поступило 4.XII 1980 г.

ՆԻՏՐՈՋՈՒՄԵԹԻԼՄԻՋԱՆՅՈՒԹԻ ԲՋՋԱԳԵՆԵՏԻԿԱԿԱՆ  
ԱՐԳԶՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅՈՒՆԸ EMILIA FLAMMEA GASS-ի  
ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՄԻԿՐՈՍՊՈՐՈՑԻՏՆԵՐԻ ՎՐԱ

Ս. Գ. ԵՐՎԱՆԻՅԱՆ

Ուսումնասիրվել է ՆԴՄՄ-ի բջջագենետիկական արգյունավետության գրասերումը *Em. flammea*-ի բույսերի առջններում: Պարզվել է, որ փոշու մայրական բջիջներում, մեյոտիկ բաժանման ժամանակ, կախված մուտագենի խտությունից, գոյություն ունի խախտումների բարձր հաճախականություն: Փորձարկվող տարբերակներում խախտումների տոկոսը զգալիորեն գերազանցում է ստուգիչին: Ստացված տվյալները վկայում են, որ արմատածայրերի մերիսթեմատիկ բջիջներում առաջացած խախտումները պահպանվում են, իսկ միկրոսպորոցիտների զարգացման որոշ փուլերում նույնիսկ ավելանում:

THE CYTOGENETIC EFFECT OF NITROSODIMETHYLUREA (NMU)  
ON TRE MICROSPOROCTES OF *EMILIA FLAMMEA* GASS  
PLANTS

S. G. ERVANDIAN

The results of the investigation of the activity of NMU in the induction of the chromosomal aberrations in *Emilia flammea* plants testify to the significantly higher frequency of chromosomal aberrations in the treated variants compared with control. The aberrations induced in meristematic cells are stable but increase in some stages of microsporocyte development.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Батикян Г. Г., Ервандян С. Г. Биолог. ж. Армении, 27, 10, 1974.
2. Голубовская И. Н., Машинков А. С. Генетика, 13, 11, 1977.

3. *Ервандян С. Г.* Биолог. ж. Армении, 30, 1, 1977.
4. *Ервандян С. Г.* Бюллетень главного ботанического сада, вып. 115, М., 1980.
5. *Каша К. Дж.* Международ. генетич. конгресс. Тез. докл., ч. I, М., 1978.
6. *Ловченко В. Ф., Шкварников П. К.* В кн. Генетические последствия загрязнения окружающей среды. М., 1977.
7. *Померанцева М. Д.* В кн.: Генетические последствия загрязнения окружающей среды. М., 1977.
8. *Чадов Б. Ф.* Международ. генетич. конгресс (Тез. докл. пленарного заседания). М., 1978.
9. *Шаугин-Березовский Г.* В кн.: Индуцированный мутагенез у растений. Таллин, 1972.
10. *Humphrey R. M., Brinkly R. R. J.* Cell. Biol. 42, 3, 795, 1969.
11. *Pena A. de Lo. Pu, Puertas M. J.* Chromosoma, 68, 3, 1978.
12. *H. Röss.* J. Heredity, 9, 93, 1955.