

СОВМЕСТНОЕ ДЕЙСТВИЕ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ И ЭТИЛЕНИМИНА НА МЯГКУЮ ПШЕНИЦУ

Одним из эффективных приемов экспериментального мутагенеза может стать комбинированное применение физических и химических мутагенов.

Д'Амато и Густафссон [1] установили, что обработка семян ячменя колхицином увеличивает генетическую эффективность ионизирующей радиации. Собеле доказал, что частота возникновения летальных мутаций у дрозофилы повышается при комбинированном действии формальдегида и рентгеновых лучей [2].

В имеющихся в настоящее время работах по совместному действию химических мутагенов и радиации на высшие растения анализ проводился по тесту хлорофильных мутаций и aberrаций хромосом [3—5].

Установлено, что предварительная обработка этиленимином снижает число хромосомных aberrаций и увеличивает появление хлорофильных мутаций [6, 7]. В целом для всех типов мутаций варианта «облучение+этиленимин» характерна частота мутаций ниже суммы их частот, вызванных каждым из этих мутагенов отдельно [8].

В другой работе учитывались все мутанты, в том числе и жизнеспособные. Обнаружено, что количество последних, при комбинированной обработке двумя мутагенами, превосходит их число у каждого варианта и почти равно их сумме [9].

В работах [10—13], показавших различия в спектре мутаций, индуцированных различными мутагенными факторами, анализ был ограничен хлорофильными мутантами.

Экспериментальная работа проведена на четырех озимых сортах мягкой пшеницы (*T. aestivum*): Арташати 42 (*var. turcicum*), Эритролеукон 12 (*var. erythroleucon*), Спитаксаат (*var. graecum*), и Галгалос (*var. delfi*). Подобранные сорта отличаются по количеству доминантных и рецессивных признаков.

Семена облучали рентгеновыми лучами на установке РУМ 11 при напряжении на трубке 185 кВ, силе тока 15 мА, мощности 415 р/мин. Доза облучения 10 кр. Затем часть облученных семян в течение 18 часов обрабатывали этиленимином в концентрации 0,02%. Обработке этиленимином подверглась также часть необлученных семян. Все партии семян высевали в поле (по 200 семян на каждый вариант).

Эффект совместного действия облучения и этиленимина были анализированы в M_1 по показателям роста, развития, выживаемости, стерильности—фертильности растений. В M_1 выделяли также морфологически измененные формы и проверяли их наследование в M_2 .

Для выявления мутаций в M_2 потомство каждого растения в M_1 высевали отдельно. В M_2 учитывали жизнеспособные мутации, а также

стерильные растения. В М₃ проверяли наследование изменений, выделенных в М₂.

Первое поколение. В табл. 1 приведены результаты наблюдения по прохождению растениями фаз развития. Из приведенных данных видно, что при рентгенооблучении наибольшее отставание роста и развития растений наблюдается у сортов Спитакаат и Галгалос; это отставание уменьшается при комбинированном действии. Оно бывает еще меньше при действии этиленimina. У сорта Эритролеукон 12 наблюдается некоторая стимуляция прорастания семян.

Таблица 1

Прохождение растениями фаз развития
(разница в днях по сравнению с контролем)

Сорта	В а р и а н т ы								
	облучение			Этиленими			Облучение+этиленими		
	прорас- тание	трубка- вание	колоше- ние	прорас- тание	трубка- вание	колоше- ние	прорас- тание	трубка- вание	колоше- ние
Арташати 42	0	+2	0	-3	0	-1	0	-2	0
Эритролеукон 12	+2	0	0	+2	+1	0	+2	0	0
Спитакаат	-6	-4	-7	-4	-1	-2	-6	-2	-5
Галгалос	-2	-1	-4	0	-1	-1	-2	-2	-4

Комбинированное действие облучения и химического мутагена у сортов Спитакаат и Галгалос приводит к снижению выживаемости растений по сравнению с облучением. Некоторое снижение выживаемости растений при рентгенооблучении отмечено у сортов Эритролеукон 12 и Галгалос. У этих же сортов после воздействия этиленимином наблюдается некоторая стимуляция выживаемости (табл. 2).

Угнетающий эффект облучения сказался в задержке роста растений у сорта Спитакаат. После обработки этиленимином высота расте-

Таблица 2

Выживаемость и высота растений

Сорта	В а р и а н т ы							
	Контроль		Облучение		Этиленими		Облучение+этиленими	
	выживае- мость, %	Высота расте- ний, см	выживае- мость, %	высота растений, см	выживае- мость, %	Высота растений, см	выживае- мость, %	высота растений, см
Арташати 42	95,2±1,8	94,1±1,3	98,6±1,8	98,3±0,8	98,6± 0,8	84,8± 1,5	93,0± 1,6	82,0± 1,2
Эритролеукон 12	89,7±5,5	88,4±2,0	79,0±2,4	87,8±1,0	98,5± 0,7	89,8± 0,7	78,9± 0,8	89,0± 0,8
Спитакаат	86,6±2,1	84,7±0,3	87,1±2,9	71,1±2,5	88,7± 1,9	75,5± 1,4	62,6± 1,0	70,9± 4,0
Галгалос	62,7±2,9	77,0±1,5	59,9±2,6	73,2±0,9	72,5± 2,7	76,6± 1,0	50,3± 3,9	75,2± 0,5

ний была ниже, чем в контроле у сортов Арташати 42 и Спитакаат. В варианте «облучение+этиленминин» у сорта Арташати 42 отмечено снижение высоты растений, по сравнению с одним облучением (табл. 2).

Стерильность растений повышалась как от действия радиации, так и от действия этиленимина, причем повышение от действия рентгеновых лучей было значительно больше, особенно по сортам Арташати 42 и Галгалос. При комбинированном действии химического мутагена и облучения наблюдается повышение фертильности по сравнению с одним облучением. Как одно облучение, так и комбинированное действие приводят к заметному снижению продуктивности колоса. Обработка семян этиленимином приводит к снижению веса зерна с колоса только у сортов Арташати 42 и Спитакаат (табл. 3).

Таблица 3

Стерильность цветков и вес зерна с колоса

Сорта	Варианты							
	контроль		облучение		этиленимин		облучение+этиленимин	
	стерильность, %	вес зерна с колоса г	стерильность, %	вес зерна с колоса г	стерильность, %	вес зерна с колоса г	стерильность, %	вес зерна с колоса г
Арташати 42	2,8	1,17 ±0,04	15,8	0,85 ±0,05	7,8	0,95 ±0,04	12,4	0,78 ±0,09
Эритролеукон 12	3,9	1,17 ±0,05	17,9	0,91 ±0,06	15,9	1,15 ±0,04	13,9	0,97 ±0,05
Спитакаат	5,0	1,13 ±0,06	12,0	0,85 0,02	10,1	0,87 ±0,05	9,7	0,83 ±0,08
Галгалос	5,8	0,80 ±0,19	19,9	0,65 ±0,04	10,0	0,91 ±0,07	11,2	0,54 ±0,03

При изучении эффекта совместного действия физического и химического мутагенных факторов на растения в M_1 было обнаружено также, что модифицирующий эффект этиленимина в значительной степени зависит от сорта и изучаемого признака.

Эффективность применения мутагенных факторов и их доз определяются не только по степени угнетения или стимуляции роста и развития растений, но и по количеству фенотипических изменений.

Известно, что под действием мутагенов возникают в основном мутации рецессивного характера, в связи с чем фенотипически они начинают проявляться только в последующих поколениях.

Однако в работах ряда исследователей [14—16] в M_1 после обработки химическими мутагенами у полиплоидных форм пшеницы были получены доминантные мутации.

В наших исследованиях видимые изменения, возникшие в M_1 при действии этиленимина, были обнаружены у всех четырех сортов, при комбинированном действии у трех, а при облучении—только у двух. Сорта Арташати 42 и Спитакаат дали мутации при всех трех видах мутагенного действия, Галгалос—по двум видам, а Эритролеукон 12 только при действии этиленимином. По частоте мутаций выделяется сорт Арташати 42 (табл. 4).

Больше всего селекционно полезных мутаций получено у сортов Арташати 42 и Эритролеукон 12, которые в M_3 имели высокую продуктивность и стекловидное зерно. Интересно отметить, что некоторые

Частота морфологических мутаций у пшеницы в M_1

Сорта	В а р и а н т ы								
	Облучение			Этиленмин			Облучение + этиленмин		
	число рас- тений	% мутантов	% мутан- ных случа- ев на 100 семей	число рас- тений	% мутан- тов	% мутан- ных случа- ев на 100 семей	число рас- тений	% мутан- тов	% мутан- ных случа- ев на 100 семей
Арташати 42	293	6,14	7,8	208	6,25	7,6	229	2,18	2,18
Эритролеукон 12	222	—	—	287	1,04	3,1	191	—	—
Спитакаат	115	1,75	2,7	245	0,4	0,4	136	2,93	2,93
Галгалос	72	—	—	200	1,0	1,0	80	1,2	1,2

мутанты, выделенные в M_1 и в M_2 , переходили в другую фенотипическую форму, которая сохранилась в M_3 . У сорта Эритролеукон 12 в M_1 было выделено сильно кустящееся позднеспелое растение с продуктивным опушенным колосом. В потомстве этого растения в M_2 опушенность исчезла, сохранилась продуктивность колоса и появился новый признак—антоциан на стебле и светло-зеленый цвет листьев, по длине же вегетационного периода оно сравнивалось с исходной формой.

Второе поколение. В результате изучения и анализа M_2 было обнаружено значительное разнообразие измененных форм. Выявлены формы, резко отклонившиеся от исходных образцов по одному или нескольким признакам. К ним относятся мутанты со скверхедным типом колоса, спельтоиды, безостые, крупноколосые и др.

Таблица 5

Частота морфологических мутаций у пшеницы в M_2

Сорта	В а р и а н т ы								
	Облучение			Этиленмин			Облучение + этиленмин		
	число се- мей	% мутантов	Мутантные случаи на 100 семей, %	число се- мей	% мутантов	Мутантные случаи на 100 семей, %	число се- мей	% мутантов	Мутантные случаи на 100 семей, %
Арташати 42	180	2,92	2,92	172	2,32	2,32	176	2,2	3,4
Эритролеукон 12	152	3,29	3,29	150	0,69	0,69	150	—	—
Спитакаат	130	5,38	15,6	165	2,0	2,90	65	5,38	5,38
Галгалос	167	1,13	1,79	112	—	—	111	2,72	2,72

Из приведенных данных видно, что более высокий процент мутаций имеют сорта Арташати 42 и Спитакаат. Совместное воздействие двух мутагенов индуцировало большее число мутантов у сорта Галгалос, чем облучение и этиленмин. У сорта Эритролеукон 12 при совместном действии мутантов не обнаружено.

Выявление мутантов было проведено и в третьем поколении. С этой целью на M_3 было высеяно по одному растению из M_2 . Из данных табл. 6 видно, что в варианте облучения мутанты выявлены у трех сортов, а в вариантах этиленмин и облучение+этиленмин—у двух. Сорт Арташати 42 дал мутанты при всех трех видах воздействия. Спитакаат при воздействии этиленмина и облучение+этиленмин, а сорт Эритролеукон 12 и Галгалос только в вариантах облучения.

Частота морфологических мутаций у пшеницы в M_2

Сорта	В а р и а н т ы								
	Облучение			Этиленимином			Облучение+этиленимином		
	число семей	% мутантов	% мутантных случаев на 100 семей	число семей	% мутантов	% мутантных случаев на 100 семей	число семей	% мутантов	% мутантных случаев на 100 семей
Арташати 42	146	10,9	13,01	136	4,4	4,4	144	4,8	6,2
Эритролеукои 12	150	6,0	6,0	77	—	—	—	—	—
Спитакаат	129	1,55	1,55	132	—	—	88	2,3	3,4
Галгалос	59	5,01	6,7	70	—	—	66	—	—

Специфичность мутационной изменчивости сортов еще отчетливее видна при сопоставлении спектров и частоты встречаемости отдельных типов индуцированных мутаций (табл. 7). У изучаемых сортов спектры мутаций различны как по числу, так и по встречаемости тех или иных типов мутантов.

Таблица 7

Спектр мутаций в M_2 в зависимости от сорта и мутагена

Изучаемые сорта	Распределение мутантных форм по типам изменений, %								
	компактоиды	сверхеды	спельтоиды	безостые	остистые	с антоциановой окраской стебля	белоколосые	красноколосые	опущенные
О б л у ч е н и е									
Арташати 42	0,28	—	0,14	—	—	0,06	0,30	—	—
Эритролеукои 12	0,28	—	0,03	—	—	—	0,09	—	—
Спитакаат	0,46	—	0,46	0,30	—	0,20	—	0,40	—
Галгалос	0,03	—	0,05	—	0,03	0,04	—	—	—
Э т и л е н и м и н									
Арташати 42	0,03	—	0,05	—	—	—	—	—	0,03
Эритролеукои 12	0,03	—	—	—	—	—	0,06	—	0,06
Спитакаат	—	—	—	—	—	0,12	—	—	—
Галгалос	0,06	—	—	—	—	0,06	—	—	—
Облучение+этиленимином									
Арташати 42	0,03	—	—	—	—	—	—	—	—
Эритролеукои 12	—	—	—	—	—	—	0,03	—	—
Спитакаат	—	—	0,15	—	—	—	—	—	0,31
Галгалос	0,09	—	—	—	0,08	—	—	—	—

Исследования показали, что спектр и частота мутаций определяются как генотипом, так и особенностями мутантных факторов. Больше число типов изменений было обнаружено у сортов Арташати 42 и Спитакаат [9 и 10], меньшее, у сортов Эритролеукои 12 и Галгалос. Если в вариантах с облучением было отмечено одиннадцать типов, а с этиленимином семь, то спектр мутаций при совместном действии составляет всего шесть типов изменений.

Отобранные в M_2 измененные растения проверялись в M_3 на наследуемость приобретенных новых признаков. Посемейственный

посев этих форм в M_3 позволил установить истинную их природу и выявить ряд перспективных мутантных линий. К таким формам относятся мутантные линии—скверхеды, эректоиды, крупноколосые и др. В среднем за три года в поколениях M_1 , M_2 и M_3 самым мутабилильным оказался сорт Арташати 42, который дал мутанты во всех вариантах. Спитакаат—из девяти в восьми вариантах, Галгалос—в пяти, а Эритролеукон 12—в четырех вариантах.

Приведенные данные по частоте морфологических изменений показывают, что каждый сорт пшеницы характеризуется своим уровнем мутабильности, отличающимся от других.

Из этого вытекает, что различные генотипы в пределах одного вида мутируют с разной частотой и что вместе с тем мутабильность одних и тех же генов в разной генетической среде может быть далеко не одинаковой.

С другой стороны, как рентгеновые лучи и этиленмин в отдельности, так и комбинированное действие двух указанных мутагенов имеют свою специфичность в индуцировании различных по частоте и спектру мутаций.

Վ. Ա. ԱՄԻՐԵԿՅԱՆ, Վ. Ա. ԱՎԱԿՅԱՆ

ՌԵՆՏԳԵՆԱՆ ԶԱՌԱԳԱՅՈՒՅՐԵՐԻ ԵՎ ԷԹԻԼԵՆԻՄԻՆԻ ՀԱՄԱՏԵՂ
ԱՉԳԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՓԱՓԱՌԻ ՑՈՐԵՆԻ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ուսումնասիրության արդյունքները ցույց են տվել, որ ռենտգենյան ճառագայթների և էթիլենիմինի համատեղ ազդեցությունից առաջանում են ավելի բիշ թվով մուտացիաներ, քան առկա երկու էֆեկտների ազդեցությունների դումարումից: Պարզվել է, որ համատեղ ազդեցության մուտացենային էֆեկտը զգալիորեն կախված է տվյալ օբյեկտի սորտային առանձնահատկություններից:

V. A. AMIRBEKYAN, V. A. AVAKYAN

JOINT EFFECT OF X-IRRADIATION AND ETHYLENAMINE ON
SOFT WHEAT.

Summary

The results of studies have shown that there is a smaller number of mutations resulting from the joint effect of X-irradiation and ethylenamine, than from the total sum of the influences of both effects. It was found out that the mutagenic influence of the joint effect is considerably dependent on the specific features of the given object.

ЛИТЕРАТУРА

1. D'Amato F., Gustafsson A. Studies of the experimental control of the mutation process. *Hereditas*, 34.
2. Дубинин Н. М. Проблемы радиационной генетики, М., Атомиздат, 191—224, 1966.

3. Mackey J. Neutron and x-ray experiments in wheat and revision of the spelfoid problem. *Hereditas*, 40, 1—2, 65—180, 1954.
4. Nilan R. A. Ronzak C. F. Increasing the efficiency of mutation induction. in: *Mutation and plant breeding*. Washington 437—460, 1961.
5. Найлан Р. А. Природа индуцированных мутаций у высших растений. «Генетика», 3, 3—21, 1967.
6. Валева С. А. Цитогенетический анализ совместного действия химических мутагенов и облучения на семена ячменя. «Радиобиология», 4, 3, 451—456, 1964.
7. Валева С. А. Совместное действие разных мутагенов на ячмень. «Генетика», 2, 106—113, 1965.
8. Аветисов В. А., Валева С. А. Эффект обработки этиленмином семян ячменя, облученных гамма-квантами и быстрыми нейтронами. «Генетика», 5, 31—38, 1968.
9. Олимпиацко Г. С., Митрофанов Ю. А., Воробьева Е. А. Комбинированная обработка растений радиацией и этиленмином. «Цитология и генетика», 4, 6, 527—531, 1970.
10. Gustafsson A., Nybom N. Colchicine, x-rays and the mutations process. *Hereditas*, 35—280—284, 1949.
11. Ehrenbeerg L., Nybom N. Longdensity and biological effectiveness of radiations. *Acta Agr. Scand.*, 4, 396—418, 1954.
12. Ehrenbeerg L., Gustafsson A., Lundquist U. Viable mutants induced in barley by ionizing radiations and chemical mutagens. *Hereditas*, 47, 243—282, 1961.
13. Gustafsson A. Productive mutations induced in barley by ionizing radiations and chemical mutagens. *Hereditas*, 50, 211, 1963.
14. Сальникова Т. В., Зоз Н. Н. Типы доминантных мутаций, вызванных химическими мутагенами. Сб.: «Супермутagens», М., «Наука», 1966, 121—130.
15. Зоз Н. Н. Химический мутагенез у высших растений. Сб.: «Супермутagens», М., «Наука», 93—105, 1966.
16. Bhatia C., Swaminathan M. S. Ereguency and spectrum of mutations induced by radiations in some varieties of bread wheat. *Eyphitica*, 12, № 1, 97, 1963.