

ИНДУЦИРОВАННЫЙ МУТАГЕНЕЗ. СООБЩЕНИЕ 4:
норма реакции мутабельности растений томата на γ -облучение
семян (особенности формирования компонентов высокой
продуктивности и синтез биохимического состава плодов у
отобранных растений в пределах сортов региональной и
зарубежной селекции)

Самовол А.П., доктор с.-х. наук,
Корниенко С.И., доктор с.-х. наук,
Замыцкая Т.Н., старший лаборант
Институт овощеводства и бахчеводства НААН

Изучали влияние γ -облучения семян сортов региональной и зарубежной селекции томата на проявление у индивидуально отобранных растений компонентов продуктивности и накопления в плодах биологически ценных веществ. Установлено, что у отобранных растений по большинству сугубо количественным (хозяйственно ценным) признакам прослеживается явное превалирование над принимаемыми значениями по таковым признакам в контрольных вариантах. Установлено также, что между указанными количественными признаками – компонентами и субкомпонентами продуктивности, прослеживается селекционно важное согласование, то есть формируется большее количество плодов, большая масса плода, что и обеспечивает высокую продуктивность.

Ключевые слова: индуцирующий мутагенез, норма реакции, доза γ -излучения, эффект мутабельности, репродуктивная нагрузка.

Введение. Как известно, мутации генов являются первичным источником наследственной изменчивости для всех живых организмов. При этом средняя частота мутаций одного гена за поколение для растений и животных оценивается приблизительно в 10^{-5} и варьирует в пределах от 10^{-4} до 10^{-10} (Stubbe Н., 1967) [1]. В то время как частота индуцированных мутаций выше и составляет 10^{-3} – 10^{-5} на ген за одно поколение (Бороевич С., 1984) [2].
© Самовол А.П., Корниенко С.И., Замыцкая Т.Н., 2016

Следует отметить, что вместе с генными мутациями под действием мутагенов могут проявляться изменения структуры хромосом, которые включают транслокации, инверсии, делеции, дубликации, терминальные и интерстициальные нехватки. Кроме того, могут происходить изменения в числе хромосом, гибель ядер и целых клеток, задержка или стимуляция роста и др.

Однако с точки зрения практической селекции наибольший интерес представляют другие изменения и касаются они главного, прежде всего – формирования высокой потенциальной продуктивности и качества содержимого плодов как ответной реакции на многократные (в течении 3 – 4 лет) воздействия γ -излучения на семена сортов региональной и зарубежной селекции, что и являлось целью проведенных нами исследований.

Материалы и методы. Эксперименты проводили в стеклянной теплице. В качестве объекта исследований использовали 5 сортов томата зарубежной селекции, которые пригодны для механизированной уборки урожая (Сармат, Рио-Фуего, Голда, Кумач, Легинь) и 7 сортов (Карась, Чайка, Иришка, Элеонора, Малиновое Викантэ, Клондайк, Ингулецкий-1) региональной селекции, которые приведены в таблицах. В качестве мутагенного фактора использовали γ -излучение дозами 60 и 130 Гр, которыми были облучены семена перечисленных сортов в разные годы на установке закрытого типа «Исследователь» (180 Р/мин).

Результаты исследований. В исследованиях 2016 года, для выявления нормы реакции растений сортов региональной и зарубежной селекции при воздействии на их семена γ -излучением дозами 60 и 130 Гр, в качестве критерия, что определяет уровень мутабельности у индивидуально отобранных растений, использовали такой показатель как формирование в онтогенезе следующих количественных и качественных признаков: количество плодов на одном растении, средняя масса плода, продуктивность, содержание в плодах биологически ценных компонентов. Кроме того, учитывали также четкое проявление фенотипических изменений следующих физиологических и морфологических признаков: измененная функция репродуктивных органов на уровне стерильности пыльцы, вегетативных органов на уровне изменения типа листа (ген *c*) и окраски его поверхности (ген *m-2*), формы куста (ген *sp+*), окраски плода и его эпидермиса (гены *r* и *gs*), а также окраски семядолей (ген

т) и др. В качестве контролей использовали данные по аналогичным признакам сортов, семена которых γ -излучением не обрабатывали.

Согласно полученным результатам количественной и качественной оценок индивидуально отобранных растений в пределах сортов региональной и зарубежной селекции, семена которых обрабатывали в течении нескольких лет γ -излучением, установлено, что по большинству сугубо количественным (хозяйственно ценным) признакам прослеживается явное превалирование над принимаемыми значениями по таковым признакам в контрольных вариантах (табл. 1 и 2). Следует также отметить, что для дальнейшего проведения селекции особенно важно то, что между тремя и более хозяйственно ценными признаками, например, компонентами и субкомпонентами продуктивности, прослеживается положительная согласованность, то есть формируется большее количество плодов, большая масса одного плода и это обеспечивает высокую продуктивность. Для наглядности приведем пример и сравним с контрольными вариантами по формированию высокой продуктивности у отдельно отобранных растений в пределах сортов региональной селекции. Это касается отборов из популяции сортов Чайка, Элеонора, Клондайк, Ингулецкий-1, у которых продуктивность составила соответственно (в кг) 2,874, 1,887-2,741, 2,538-4,056, 1,704-3,531 и существенно превалирует над контрольными вариантами (см. табл. 1). Преобладание продуктивности над таковой в контрольных вариантах нами также выявлено и у отборов в пределах сортов зарубежной селекции – Сармат, Рио-Фуего, Кумач, Легинь и у отбора в пределах 4-х видового гибрида (F_{16}) по отношению к стандарту St-2 (Ингулецкий-1) (табл. 2).

Среди отобранных растений сортов региональной селекции наибольшую селекционную ценность по содержанию в плодах сухого вещества представляют следующие отобранные растения с такими № №: 63 p.11 и 64 p.2 (Карась, 60 Гр) 5,72%; 66 p.5 и 69 p.2 (Элеонора, 60 Гр) от 5,57 до 6,42%; 85 p.1 (Клондайк, 130Гр) 5,37%; 91 p.1 (Ингулецкий-1, 130Гр) 6,17% (табл. 1). Высоким содержанием общего сахара отличаются растения, отобранные в пределах следующих сортов: №.65 p.22 (Иришка, 60Гр) 3,86%; 68 p.5 и 69 p.2 (Элеонора, 60 Гр) от 4,25 до 4,83%; 85 p.1 (Клондайк, 130Гр) 3,71%; 91 p.1 (Ингулецкий-1, 130Гр) 3,53% (см. табл., 1). Тогда как повышенным содержанием в плодах витамина С выделяются следующие отобранные растения: № 65 p.22 (Иришка, 60Гр) 28,78 мг/100 г; 66 p.1,

69 p.9 и 69 p.2 (Элеонора, 60 Гр) 28,72, 31,45 и 29,20 мг/100 г; 85 p.1 (Клондайк, 130Гр) 29,85 мг/100г; 92 p.1 (Ингулецкий-1, 30Гр) 29,28 мг/100 г (см. табл. 1);

Что касается титруемых кислот, то по этому (очень важному для промышленной переработки плодов) признаку выделилось только 2 отбора – 69 p.2 (Элеонора, 60 Гр) 0,71% и 91 p.1 (Ингулецкий-1, 130Гр) 0,62% (см. табл. 1).

Среди растений, отобранных в пределах сортов зарубежной селекции, по повышенному содержанию в плодах сухих веществ следует отметить № 109 p.4 и 87 p.1 (Легинь, 130Гр) 5,37 и 5,92% ; по титруемым кислотам № 86 p.1 (Кумач, 130Гр) 0,61% (табл., 2).

Согласно нашим исследованиям 2016 года, сорт региональной селекции Элеонора продолжает удерживать пальму первенства по поводу высокой мутабельной предрасположенности к действию γ -излучения дозой 60Гр, что подтверждается данными, представленными в таблице 3, а именно:

– проявлением фенотипических изменений морфологических признаков в онтогенезе, контролируемых маркерными генами с разным сочетанием их проявления в пределах растений – *c, br*; *c*; *m-2, c*; *m-2C*; конверсия гена *sp* на *sp+*; ген *gs*- «золотистые» полосы на эпидермисе зрелого плода;

– у десяти растений проявилось три гена – желтые семядоли ген *m, c, m-2*; у 8 растений – два гена *c, m-2*;

– у трёх растений проявилось разное сочетание генов – p.1-карлик (*c, br*); p.2 (*m-2, c*); p.6- (*c*, конверсия гена-*sp* на *sp+*);

– растения фертильные (p.14-16- (*c*), p.1,3,5,6,7,8), но завязь отсутствует – предполагаемая ♀ стерильность.

У растений других сортов, в том числе зарубежной селекции, проявился разный уровень стерильности пыльцы, нередко сопровождающийся отклонением от типичного развития вегетативных органов в онтогенезе. Конкретно это касается растений таких сортов как Малиновое Викантэ, Рио-Гранде, Дорал, Легень и Ингулецкий-1 (см. табл. 3).

1. – Количественная и качественная оценки плодов индивидуально отобранных растений в пределах сортов томата региональной селекции с разной мутабельной предрасположенностью

№ Сорто-образца	Сорт (годы γ-облучения семян, доза)	Признаки и их параметры						
		Количество плодов на растении , шт.	Х масса плода, г	Продуктивность растения, кг	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Витамин С, мг/100 Г	Титруемая кислотность, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
63 р.11	Карась 12,15,16 (60Гр)	21	88,8	1,865	5,72	3,35	23,82	0,61
71	Контроль	13	68,9	0,758				
64 р.2	Чайка 13-16 (60Гр)	30	95,8	2,874	4,72	2,73	24,87	0,52
72	Контроль	12	56,9	0,780				
65 р.22	Иришка 12,13,15, 15 (60Гр)	51	28,6	1,459	5,72	3,86	28,78	0,50
74	Контроль	32	21,6	0,619				
66 р.1	Элеонора 12-16 (60Гр)	17	67,8	1,153	4,22	2,78	28,72	0,50
66 р.5	Элеонора 12-16 (60Гр)	35	68	2,380	5,57	3,43	27,74	0,54
73	Контроль	12	59	0,696				
68 р.5	Элеонора 12-16 (60Гр)	35	78,3	2,741	5,87	4,25	23,84	0,57
73	Контроль	12	59	0,696				
69 р.8	Элеонора 12-16 (60Гр)	29	73,8	2,140	4,62	2,11	23,08	0,43
73	Контроль	12	59	0,696				

<i>Продолжение таблицы 1</i>								
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
69 p.9	Элеонора 12-16 (60Гр)	39	51,8	2,020	5,52	3,10	31,45	0,40
73	Контроль	12	59	0,696				
69 p.2	Элеонора 12-16 (60Гр)	28	67,4	1,887	6,42	4,83	29,2	0,71
73	Контроль	12	59	0,696				
70 p.8	Малин. Викантэ 12,15,16 (60Гр)	16	127	1,931	5,32	3,39	24,87	0,57
75	Контроль	10	99	0,831				
85 p.1	Клондайтк 12-14, 15 (130Гр)	15	169,2	2,538	5,37	3,71	29,85	0,59
85 p.2	Клондайтк 12-14, 15 (130Гр)	17	238,6	4,056	4,27	2,84	21,45	0,59
77	Контроль	9	185,7	1,745				
91 p.1	Ингулецкий-1 11-16 (130Гр)	20	85,2	1,704	6,17	3,53	19,84	0,62
91 p.2	Ингулецкий-1 11-16 (130Гр)	21	89,2	1,873	4,97	3,09	24,12	0,44
92 p.1	Ингулецкий-1 11-16 (130Гр)	30	117,7	3,531	4,97	2,85	29,28	0,37
119 p.4	Ингулецкий-1 11 (130Гр)	21	114,8	2,474	4,57	3,21	18,59	0,41
98	Контроль	16	52,8	0,691				
St-1	Чайка	24	56,9	1,366	6,07	4,0	30,86	0,79

2. – Количественная и качественная оценки плодов индивидуально отобранных растений в пределах сортов томата зарубежной селекции с разной мутабельной предрасположенностью

№ Сорто-образца	Сорт (годы γ -облучения семян, доза)	Признаки и их параметры						
		Количество плодов на растении, шт.	X масса плода, г	Продуктивность растения, кг	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Витамин С, мг/100 Г	Титруемая кислотность, %
108 p.2	Сармат отбор в 2014 г	17	129,7	2,205	4,87	2,73	18,75	0,43
88 p.2	Сармат 15,16 (130Гр)	24	77,2	1,853	4,37	2,96	23,52	0,32
99	Контроль	10	58,5	0,340				
81 p.1	Рио-Фуего 11,12*, 13-16 (60Гр)	23	95	2,185	4,07	2,88	22,73	0,43
115 p.2	Рио-Фуего 11, 13 (130Гр)	33	74,2	2,449	4,47	2,82	19,64	0,51
96	Контроль	17	57,6	0,979				
84 p.1	Голда 11,15,16 (60Гр)	20	84,3	1,686	4,97	3,20	18,59	0,44
95	Контроль	13	101,2	1,305				
86 p.1	Кумач 15,16 (130Гр)	23	109,2	2,512	5,02	2,84	17,21	0,61
101	Контроль	10	84	0,621				
87 p.1	Легинь 15-16 (130Гр)	32	75,7	2,422	5,92	3,64	20,06	0,44
90 p.2	Легинь 10,12*-14,16 (130Гр)	22	87,0	1,914	4,47	2,52	21,35	0,52
109 p.2	Легинь 10,11,14 (130Гр)	22	80,2	1,764	4,97	2,96	19,90	0,52
109 p.4	Легинь 10,11,14 (130Гр)	26	86,2	2,241	5,37	3,06	23,0	0,57
100	Контроль	15	53,9	0,377				
116 p.6	4-х видовой гибрид (F ₁₆)	21	118,0	2,478	5,17	3,16	28,47	0,54
St-2	Ингулецкий-1	16	87,6	1,402	6,77	4,34	22,74	0,69

3. – Характеристика растений с фенотипическими нарушениями их развития в онтогенезе

№ деланки	Сорт (годы γ-обработки семян, доза)	Пыльца Ф./С., %	Отклонение от типичного развития (в т.ч. наличие генов)
66	Элеонора 12-16 (60Гр)	Ф.	<i>c,br</i> ; <i>c</i> ; <i>m-2,c</i> ; <i>m-2,C</i> ; конверсия гена- <i>sp</i> на <i>sp+</i> ; ген <i>gs-</i> «золотистые» полосы на эпидермисе зрелого плода
67	12-16 (60Гр)	Ф.	10 растений имеют 3 гена – желтые семядоли (ген <i>m</i>), <i>c,m-2</i> ; 8- <i>c,m-2</i>
68	12-16 (60Гр)	Ф.	Р.1-карлик (<i>c,br</i>); р.2 (<i>m-2,c</i>); р.6-(<i>c</i> , конверсия гена- <i>sp</i> на <i>sp+</i>)
69	12-16 (60Гр)	Ф.	Р.14-16- (<i>c</i>)- завязь отсутствует (стерильность яйцеклеток ?)
104	12,13,15 (60Гр)	Ф.	Р.1,3,5,6,7,8- завязь отсутствует (стерильность яйцеклеток ?)
70	Молиновое Викантэ 12,15,16 (60Гр)	С. 70%	Р.6-листья нитеподобные (<i>w-1</i>), завязывание плодов отсутствует
79	Рио-Гранде 11,12*,14-16 (60Гр)	С. 80%	Р.1- (<i>c</i>)- цветки крупные, плоды нетипичные, семена отсутствуют
112	11,13,14 (60Гр)	С. 90%	Р.6- плоды нетипичные, семена отсутствуют
82	Дорал 11,12*,14-16 (60Гр)	С. 85%	Р.3- завязь отсутствует на первых кистях
90	Легинь 11,12*,14,16 (130Гр)	С. 70%	Р.5- завязь отсутствует на первых кистях
91	Ингулецкий-1 11,12*,14-16 (130Гр)	С. 100%	Р.4- отсутствует пыльца и завязывание плодов
92	11,12*,14-16 (130Гр)	С. 90%	Р.3- завязь отсутствует на первых кистях
92	11,12*,14-16 (130Гр)	С. 95%	Р.10- завязь отсутствует на первых кистях

Примечания. 1. Признаки, контролируемые генами: *c* (картофельный тип листа), *br* (карликовый тип куста), *m-2* (крапчатость листа), *C* (обыкновенный тип листа), *sp* (детерминантный тип куста), *sp+* (индетерминантный тип куста). 2. Ф./С. (фертильность / стерильность).

Выводы. Установлено, что у индивидуально отобранных растений в пределах сортов региональной и зарубежной селекции, семена которых обрабатывали в течение нескольких лет γ -излучением по большинству количественных (хозяйственно ценных) признаков прослеживается явное превалирование над принимаемыми значениями по аналогичным признакам контрольных вариантов. Отдельно отобранные растения представляют определенную селекционную ценность по содержанию в плодах биологически ценных компонентов.

Действие γ -излучения дозами 60 и 130 Гр на семена сортов региональной и зарубежной селекции позволило выявить разные нормы реакции мутабельности растений в направлении изменения ряда таких показателей как: изменение функции репродуктивных органов на уровне стерильности пыльцы, вегетативных органов на уровне изменения типа листа (ген *c*) и окраски его поверхности (ген *m-2*), формы куста (ген *sp+*), окраски плода и его эпидермиса (гены *r* и *gs*), а также окраски семян (ген *m*) и др.

Библиография

1. Stubbe H. Induzierte Mutationen und ihre Nutzung, Erwin- Baur-Gedachtnisvorlesungen / H. Stubbe // Acad. Wiss. Berlin. K I Med. – 1967, Bd2. – S. 99 – 121.
2. Борович С. Принципы и методы селекции растений / С. Борович // М. : Колос, 1984. – С. 344.

Самовол О.П., Корнієнко С.І., Замицька Т.М.

Індукований мутагенез. Повідомлення 4: норма реакції мутабельності рослин томата на γ -опромінення насіння (особливості формування компонентів високої продуктивності й синтез біохімічного складу плодів у відібраних рослин в межах сортів регіональної та зарубіжної селекції).

Резюме. Вивчали вплив γ - опромінення насіння сортів регіональної та зарубіжної селекції томата на прояв у індивідуально відібраних рослин компонентів продуктивності та накопичення в плодах біологічно цінних речовин. Встановлено, що у відібраних рослин здебільшого за суто кількісними (цінними господарськими) ознаками простежується явне превалювання над прийнятими значеннями за такими самими ознаками у контрольних варіантах. Встановлено також, що між вказаними кількісними ознаками –

компонентами та субкомпонентами продуктивності – простежується селекційно важливе узгодження, тобто формується більша кількість плодів, більша маса плоду, що і забезпечує високу продуктивність.

Samovol O.P., Kornienko S.I., Zamytskaya T.N.

Induced mutagenesis. MESSAGE 4. The rate of reaction mutability tomato plants on γ -irradiation of seeds (especially the formation of the components of high productivity and synthesis of the biochemical composition of the fruit plants have passed the selection within varieties of regional and foreign selection)

Summary. It has been studied the effect of gamma-irradiation of seeds of varieties of regional and foreign breeding tomatoes on display of individually selected from plant productivity components and the accumulation in the fruit of biologically valuable substances. It has been found that the selected plants for most purely quantitative (economically valuable) featured traced a clear predominance of the values taken by those featured in the control variants. It has been also that between these quantitative traits – the components and subcomponents of productivity can be traced selection important negotiation, that is, formed a larger number of fruit, large fruit weight, which ensured high productivity.