

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И МУТАБИЛЬНОСТИ МЕЖЛИНЕЙНЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ

В течение нескольких последних десятилетий установлено большое различие в радиоустойчивости между разными представителями растительного мира. Выявлена специфическая реакция растений разных семейств, родов, видов, разновидностей и сортов внутри вида на облучение [1—5]. Установлено также, что при определенных, специфических для каждого вида дозах облучения наблюдается эффект радиостимуляции, выражающийся в ускорении созревания, повышении урожая и улучшении его качества [6—10].

Кукуруза относится к разряду радиочувствительных культур. Рядом исследователей установлено, что использование небольших доз облучения вызывает стимуляцию роста и развития растений и повышение урожая зеленой массы кукурузы [11—17].

В лабораторных и в полевых опытах по предпосевному облучению сухих семян в условиях московской области оптимальной стимулирующей дозой γ -лучей для кукурузы было установлено 500р [7, 13].

Опыты, проведенные в условиях Азербайджанской ССР, говорят о том, что лучшей дозой, стимулирующей рост и развитие кукурузы, является 4 кр [17].

В условиях Латвийской ССР оптимальными дозами для облучения семян кукурузы установлено 500 и 2000р. Эти дозы стимулируют более быстрое прорастание семян, усиливают рост и развитие растений, сокращают период цветения, увеличивают урожай зеленой массы и дают возможность получить початки в молочной спелости [15].

Интересно отметить, что указанные работы [7, 13, 15, 17] в трех разных почвенно-климатических условиях проводились с одним и тем же сортом Стерлинг.

Повышение общей зеленой массы и кормовых достоинств кукурузы обусловлено многопочатковостью [11, 13, 17]. Наряду с дополнительными початками, возникающими по одному в пазухах листьев, описано также образование группы дополнительных початков в одной и той же пазухе листа [11, 13].

На изменения радиочувствительности растений оказывает влияние также степень гибридности облучаемых семян. Сведения о радиочувствительности гибридов иногда противоречивы. Большая радиоустойчивость гибридов и сортов гибридного происхождения была показана на кукурузе [18, 19], ячмене [20], горохе [21], пшенице [22]. Меньшая радиоустойчивость отмечена у межлинейных гибридов кукурузы [23] и сортов пшеницы гибридного происхождения [24].

Задачей настоящего исследования явилось выяснение влияния рентгеновых лучей на линии ВИР 44, 38, 40 и 43, простых гибридов Слава и Светоч и сложного межлинейного гибрида ВИР 42. Воздушно-сухие семена указанных форм кукурузы облучали на рентгеновском аппарате РУМ 11 с напряжением на трубке 185 кВ и силой тока 15 мА. Мощность дозы равнялась 515 р/мин, облучение производилось в дозах 0,5, 1,5, 10 и 15 кр.

Таблица 1

Влияние разных доз рентгенооблучения на всхожесть семян и выживаемость растений кукурузы

Линии и гибриды	Всхожесть семян, %						Выживаемость растений, %					
	К	0,5	1	5	10	15	К	0,5	1	5	10	15
ВИР 44	97,5 ±1,2	87,5 ±2,6	85,0 ±2,8	85,0 ±2,8	85,0 ±2,8	60,0 ±3,8	71,8 ±3,3	85,7 ±2,9	76,4 ±3,6	73,5 ±3,7	76,4 ±3,6	33,3 ±4,8
ВИР 38	87,5 ±2,6	87,5 ±2,6	95,0 ±1,7	82,5 ±3,0	67,5 ±3,7	42,5 ±3,9	85,7 ±2,9	88,5 ±2,6	78,9 ±3,3	84,8 ±3,1	55,5 ±4,7	17,6 ±4,6
ВИР 40	50,0 ±3,9	47,5 ±3,9	62,5 ±3,8	65,0 ±3,7	57,5 ±3,9	47,5 ±3,9	90,0 ±3,3	94,8 ±2,5	88,0 ±3,2	92,3 ±2,6	43,5 ±5,1	36,8 ±5,5
ВИР 43	45,0 ±3,9	37,5 ±3,8	45,0 ±3,9	40,0 ±3,8	45,0 ±3,9	15,0 ±2,8	83,3 ±4,3	93,3 ±3,2	66,7 ±5,5	62,5 ±6,0	50,0 ±5,9	—
Слава	100,0 ±0	95,0 ±1,7	100,0 ±0	95,0 ±1,7	100,0 ±0	52,5 ±3,9	80,0 ±3,1	89,5 ±2,4	85,0 ±2,8	94,7 ±1,8	75,0 ±3,4	28,6 ±4,9
Светоч	92,5 ±2,1	92,5 ±2,1	85,0 ±2,8	87,5 ±2,6	82,5 ±3,0	87,5 ±2,6	91,9 ±2,2	81,1 ±3,2	73,5 ±3,7	91,4 ±2,3	96,9 ±1,5	57,1 ±4,1
ВИР 42	97,5 ±1,2	100,0 ±0	97,5 ±1,2	95,0 ±1,7	92,5 ±2,1	67,5 ±3,7	92,3 ±2,1	85,0 ±2,8	82,1 ±3,0	94,7 ±1,8	97,3 ±1,3	74,1 ±4,2

Полевые опыты проводились в 1969 г. на Шамшадинской базе Лаборатории индуцированного мутагенеза растений Академии наук Армянской ССР. Посев был произведен квадратно-гнездовым способом (60×60). По каждому варианту посеяно 160 семян, по 2 семени в лунку.

Влияние действия радиации определяли изучением всхожести семян и выживаемости растений, сроков прохождения растениями отдельных фаз и динамики роста растений. Продуктивность определяли по среднему весу одного растения с початками и весу зерна с одного початка и растений. Результаты подсчета всхожести семян и выживаемости растений приведены в табл. 1.

Приведенные данные показывают, что полевая всхожесть облученных семян гибридов и линий изменяется различно. Наибольшее снижение всхожести семян наблюдается при облученных дозах 15 кр линий ВИР 44, ВИР 38, ВИР 43 и простого гибрида Слава. Некоторое снижение всхожести семян при дозе 15 кр отмечено у гибрида ВИР 42. Доза 10 кр существенно изменила всхожесть только у линии ВИР 38.

Выживаемость растений также связана с гибридностью семян и дозой рентгенооблучения. По этому показателю наибольшей радиостойчивостью обладают двойной гибрид ВИР 42, простые гибриды Слава и Светоч и линия ВИР 44, у которых снижение выживаемости растений наблюдается только при дозе 15 кр. У линий ВИР 38, ВИР 40 и ВИР 43 заметное снижение выживаемости растений отмечено при дозе 10 кр. Доза 15 кр для линии ВИР 43 является летальной. Некоторую стимуля-

цию выживаемости растений отметили у линии ВИР 44 при дозе 500 р и у простого гибрида Слава при дозе 5 кр.

Влияние рентгенооблучения на рост растений кукурузы

Таблица 2

Линии и гибриды	Дозы облучения, кр										
	контр-роль	0,5	1	5	10	15					
	Высота растений, см	Высота растений, см	Сравнение с контролем, %	Высота растений, см	Сравнение с контролем, %	Высота растений, см	Сравнение с контролем, %	Высота растений, см	Сравнение с контролем, %	Высота растений, см	Сравнение с контролем, %
ВИР 44	124,2 ±4,1	130,3 ±3,9	104,83	121,4 ±4,3	97,58	130,6 ±2,6	109,67	98,4 ±4,7	79,03	77,5 ±5,3	62,09
ВИР 38	176,1 ±2,9	172,0 ±3,1	97,72	174,5 ±3,2	98,86	164,1 ±2,8	93,18	120,7 ±4,6	68,18	110,1 ±5,1	62,50
ВИР 40	164,5 ±3,2	177,9 ±3,6	107,92	177,3 ±4,1	107,92	159,3 ±3,9	96,95	114,4 ±4,2	69,51	81,2 ±4,8	49,39
ВИР 43	130,8 ±3,9	151,3 ±3,2	116,15	147,8 ±2,6	113,07	120,0 ±3,6	92,30	106,5 ±4,1	81,53	—	—
Слава	186,5 ±2,6	178,6 ±2,9	95,69	197,3 ±2,9	105,91	185,2 ±3,1	99,46	171,1 ±3,3	91,93	111,3 ±3,9	59,67
Светоч	206,5 ±2,7	205,6 ±3,1	99,51	211,2 ±3,2	102,42	194,3 ±3,1	94,17	159,4 ±3,6	77,18	150,0 ±4,1	72,81
ВИР 42	217,6 ±2,6	215,2 ±3,9	99,07	207,6 ±3,1	95,39	210,0 ±3,2	96,77	188,1 ±3,8	86,63	151,3 ±3,8	69,58

Различия между растениями из облученных и контрольных семян были установлены также в прохождении фаз развития. Рост и развитие растений из облученных семян на первых фазах несколько замедляется, исходы появляются при дозе 10 кр на 1—2, а при дозе 15 кр на 3—4 дня позже, чем у контроля. Фаза массового цветения при дозе 10 и 15 кр наступает соответственно на 1—2 и 2—6 дней позднее. У простого гибрида Слава и у сложного гибрида ВИР 42 цветение растений при дозе 15 кр запаздывает на 5—6 дней. Однако периоды созревания облученных и контрольных растений в основном сходятся.

Измерение высоты растений гибридов и линий в период созревания показало, что контрольные растения гибридов по высоте превосходят исходные формы (табл. 2). Высота растений значительно изменяется в зависимости от их генетических особенностей и дозы облучения семян (рис. 1—7). Наибольшее отставание роста растений наблюдается при облучении дозой 10 кр семян линии и простого гибрида Светоч. Торможение роста растений простого гибрида Слава и сложного гибрида ВИР 42 наблюдается только при дозе 15 кр. У растений линий ВИР 40 и ВИР 43 при дозах 0,5 и 1 кр и у линии ВИР 44 при дозе 1 и 5 кр отмечена некоторая стимуляция высоты растений: 7,9—7,8; 13,0—16,1 и 7—5—9,6% соответственно.

Следует отметить, что в начальные периоды роста наблюдается наибольшее различие растений из облученных и контрольных семян.



Рис. 1. Действие рентгеновых лучей на рост растений кукурузы сложного гибрида ВПР 42. 1—контроль; 2—500r; 3—1 кр; 4—5 кр; 5—10 кр; 6—15 кр.

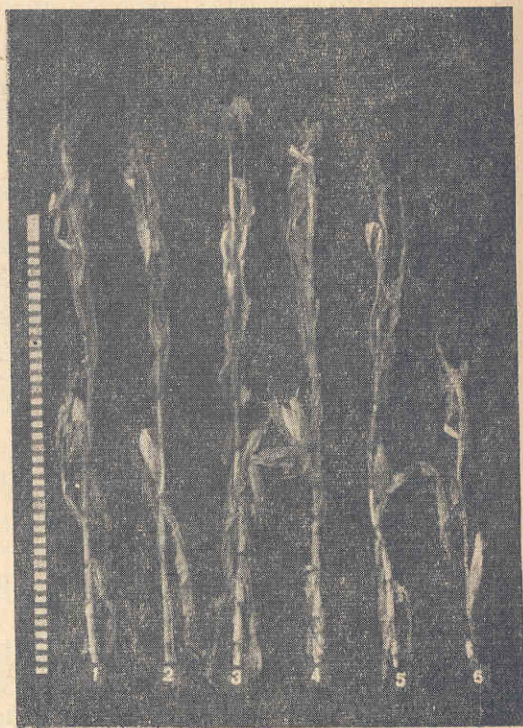


Рис. 2. Простой гибрид Слава.

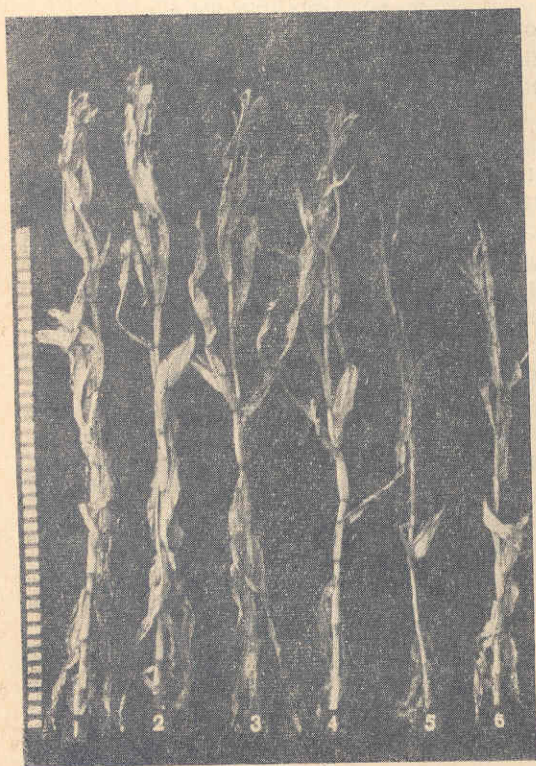


Рис. 3. Простой гибрид Светоч.

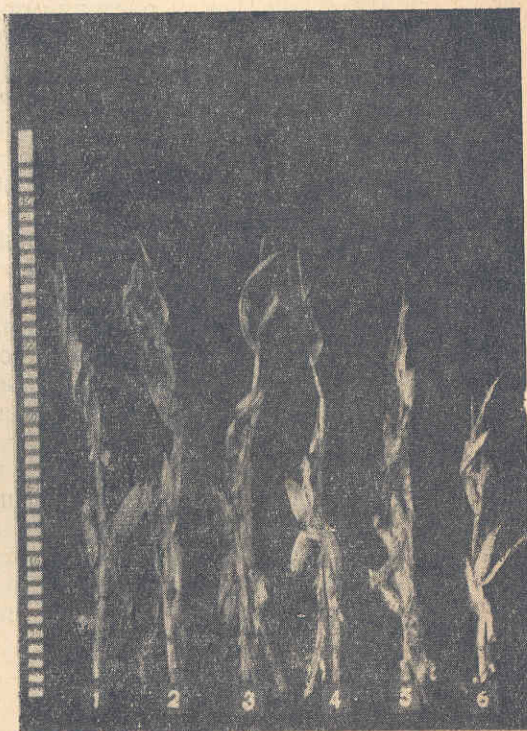


Рис. 4. Линия ВПР 44.



Рис. 5. Линия ВИР 38.

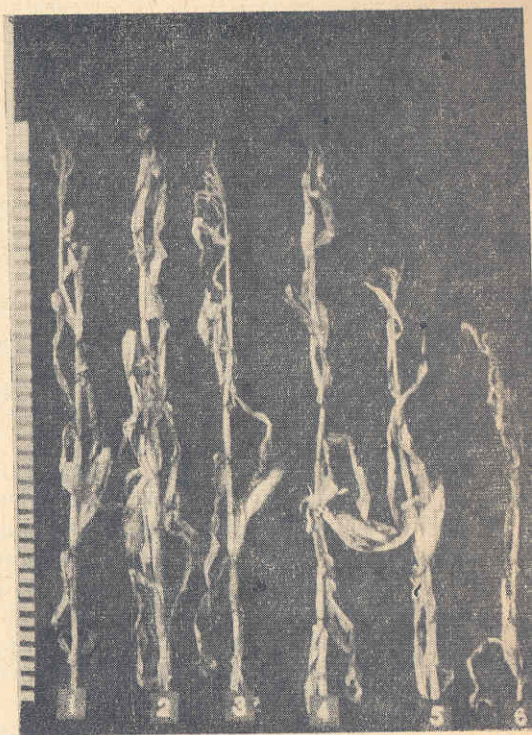


Рис. 6. Линия ВИР 40.



Рис. 7. Линия ВИР 43.

Влияние рентгенооблучения на продуктивность растений кукурузы

Линии и гибриды	Вес одного растения с початками, г						Вес зерна с одного растения, г					
	К	0,5	1	5	10	15	К	0,5	1	5	10	15
ВИР 44	360,7	283,3	269,2	324,0	176,8	137,5	107,4	70,1	76,3	90,1	41,3	5,7
ВИР 38	224,0	251,6	288,3	217,8	110,0	83,3	27,7	28,1	39,3	37,7	11,1	15,6
ВИР 40	244,0	327,7	322,7	279,1	225,0	28,6	56,7	80,2	73,5	66,1	22,2	—
ВИР 43	260,0	300,0	409,1	280,0	222,2	—	31,5	50,1	50,8	21,5	8,3	—
Слава	343,7	344,1	436,7	365,3	350,0	133,3	41,8	48,1	65,4	57,4	45,9	7,2
Светоч	364,7	423,3	453,8	420,3	296,9	245,0	70,4	75,7	99,3	64,4	32,3	24,7
ВИР 42	580,8	457,3	464,0	402,8	316,6	170,0	129,4	84,7	69,6	62,4	77,6	25,1

В дальнейшем как стимулирующее действие малых доз, так и угнетающее действие больших доз значительно уменьшилось.

Существенное различие в радиочувствительности у гибридов и родительских форм наблюдается также по продуктивности растений. Данные табл. 3 показывают, что стимулирующие дозы для разных форм кукурузы различны. У линии стимулирующий эффект наблюдается после облучения семян дозами 0,5 и 1 кр, а у простых гибридов— 1 и 5 кр. Такая же закономерность наблюдается по показателю веса зерна с одного растения.

Дальнейшее увеличение дозы рентгенооблучения приводит к угнетению продуктивности растений. Однако угнетающий эффект высоких доз рентгенооблучения у разных форм кукурузы выражен в различной степени. Так, вес одного растения ВИР 44, облученного дозой 15 кр, составляет 37,8% от контроля, у ВИР 38—37,2%, у ВИР 40—11,3%, у простых гибридов Слава и Светоч—38,7 и 67,2% соответственно, а у сложного гибрида ВИР 42—29,2%.

Определение веса зерна с одного растения показывает, что при высоких дозах облучения вес зерна по сравнению с весом всего растения уменьшается сильнее.

На растениях линии ВИР 40 при дозе 15 кр початков не образовалось. Вес зерна одного растения при дозе 10 кр составляет у линии ВИР 44, ВИР 38 и ВИР 40 соответственно 38,4; 44,4 и 39,1%, у простых гибридов Слава и Светоч—109,8 и 46,0%, а у ВИР 42—59,9%.

Существенное различие в радиочувствительности наблюдается у линии и гибридов по продуктивности початков.

В табл. 4 приведены данные о числе зерен и весе зерна одного початка, из которых видно, что увеличение числа зерен у линии отмечено при дозах 0,5 и 1 кр (6,8 и 16,9%), а у простых гибридов при дозах 1 и 5 кр (4,3 и 14,4%). Заметное снижение числа зерен у линии наблюдается при дозе 10 кр, а у гибридов при дозе 15 кр. Отсюда следует, что угнетение генеративной деятельности растений сильнее выражено у менее продуктивных форм—у инцухт линии.

Число зерен початка при дозе 10 кр снижается у простых гибридов на 54,5—72,8%, а у ВИР 42 на 53,5%.

Важным показателем продуктивности початка, кроме озерненности, является крупность зерна. Заметное увеличение веса зерна с одного початка отмечено только у простого гибрида Слава при дозах 1 и 5 кр.

Влияние рентгенооблучения на озерненность початков кукурузы

Линии и гибриды	Число зерен одного початка, шт.						Вес зерен одного початка, г					
	К	0,5	1	5	10	15	К	0,5	1	5	10	15
ВИР 44	352,1 ±4,2	332,3 ±4,8	336,2 ±4,3	277,5 ±3,4	209,3 ±4,3	143,9 ±5,8	75,2 ±3,2	63,8 ±3,3	64,5 ±2,9	60,1 ±2,9	48,8 ±3,6	32,2 ±4,7
ВИР 38	251,2 ±5,7	268,3 ±4,9	286,1 ±2,9	248,4 ±2,1	153,7 ±4,5	145,5 ±6,8	41,6 ±5,0	43,6 ±3,4	45,4 ±2,1	39,7 ±2,2	27,9 ±2,3	23,4 ±4,1
ВИР 40	365,8 ±4,7	338,1 ±4,1	349,1 ±4,5	352,8 ±4,8	182,3 ±6,3	—	85,1 ±3,2	80,2 ±2,5	70,3 ±3,8	72,1 ±4,2	37,1 ±4,9	—
ВИР 43	254,5 ±5,4	300,0 ±4,5	284,4 ±6,4	202,3 ±5,4	118,0 ±7,1	—	59,2 ±4,3	63,8 ±3,8	60,4 ±4,8	35,9 ±3,6	25,1 ±5,1	—
Слава	397,1 ±6,7	379,4 ±1,4	455,5 ±4,1	414,3 ±5,9	345,4 ±7,6	108,0 ±8,1	70,8 ±2,5	74,3 ±1,7	96,7 ±4,4	94,2 ±4,6	81,1 ±4,3	21,7 ±6,3
Светоч	372,1 ±4,6	356,3 ±3,5	376,5 ±3,8	316,2 ±4,7	218,5 ±6,3	169,2 ±2,4	88,7 ±2,6	84,2 ±3,5	89,1 ±3,7	78,5 ±2,6	54,5 ±4,3	49,4 ±1,1
ВИР 42	514,2 ±4,5	404,8 ±4,8	406,3 ±3,4	363,1 ±5,0	345,7 ±5,7	239,4 ±3,6	130,3 ±2,9	92,9 ±2,6	82,5 ±3,5	80,1 ±3,1	83,5 ±6,5	55,8 ±6,6

Значительное снижение веса зерна с одного початка у линии наблюдается начиная с дозы 5 кр, а у гибридов с дозы 10 кр. С дальнейшим увеличением дозы наблюдается угнетение, причем оно сильнее выражено у менее продуктивных форм. Так, вес зерна одного початка у линий, облученных 10 кр, составляет 42,4—67,0%, у простых гибридов Слава и Светоч—60,3—109,2%, а у ВИР 42—64,1% от контроля. Приведенные данные показывают, что действие рентгенооблучения на генеративную деятельность растений в большей степени зависит как от генетической формы кукурузы, так и от дозы облучения. Следовательно, при проведении опытов по изучению действия ионизирующих излучений необходимо при выборе объекта учитывать радиобиологические особенности данного генотипа и, в первую очередь, его радиоустойчивость, что позволит правильно подобрать стимулирующие и мутагенные дозы.

Предпосевное облучение семян кукурузы влечет за собой изменения в точках роста, что приводит в M_1 к морфологическим изменениям растений. Причем с увеличением доз облучения повышается процент растений с морфологическими изменениями и усиливается степень их проявления (табл. 5).

К морфологическим изменениям относится образование женского соцветия вместо мужского. Такие растения медленно растут и часто не отличаются от настоящих карликов (рис. 8). Наблюдается образование группы дополнительных початков с обильным количеством обертки. Такие початки бывают недоразвитыми и стерильными.

Семена M_2 получены скрещиванием под изоляторами и высеваны—потомство каждого растения в отдельности.

Во втором поколении получено большое количество мутантных форм, особенно у простого гибрида Светоч, сложного гибрида ВИР 42 и у линии ВИР 44 (табл. 6).

У выделенных мутантов сильно изменены стебель, лист, метелка, початок.

Ниже приведены описания некоторых мутагенных подлиний.

Подлиния № 110—выделена в M_2 из гибрида ВИР 42 рентгенооб-

Процент морфологических изменений растений кукурузы

Линии и гибриды	Контроль		0,5 кр		1 кр		5 кр		10 кр		15 кр	
	число растений	число морфозов, %	число растений	число морфозов, %	число растений	число морфозов, %	число растений	число морфозов, %	число растений	число морфозов, %	число растений	число морфозов, %
ВИР 44	112	—	120	—	104	1,8	100	—	104	2,7	32	12,5
ВИР 38	120	—	124	—	120	—	112	1,6	60	1,7	12	8,3
ВИР 40	72	—	72	1,4	88	—	96	—	40	2,5	28	25,0
ВИР 43	60	—	56	—	48	—	40	2,5	36	2,7	—	—
Слава	128	—	136	—	136	0,7	144	—	120	—	24	4,2
Светоч	136	—	120	0,8	104	—	128	—	128	—	80	3,6
ВИР 42	144	—	136	0,7	128	0,8	144	—	144	—	80	1,2

лучением 10 кр. Отличается от исходной формы хорошей облиственностью и крупными початками.

Подлинная № 37—выделена в M_2 из простого гибрида Слава, рентгенооблучением 5 кр. Отличается низким ростом (карликовая) и хорошей облиственностью.



Рис. 8. Морфозы растений кукурузы, индуцированные рентгенооблучением. 1—деформация початка (линия ВИР 44, 15 кр); 2—женское соцветие сверху, мужское—снизу (ВИР 44, 15 кр); 3—растение заканчивается женским соцветием, мужское соцветие отсутствует (линия ВИР 38, 15 кр); 4—карлик с хорошей облиственностью (простой гибрид Слава—15 кр).

Мутагенный эффект рентгенооблучения на разные формы кукурузы

Таблица 6

Линии и гибриды	Контроль		0,5 кр		1 кр		5 кр		10 кр		15 кр	
	число растений	число мутаций, %	число растений	число мутаций, %	число растений	число мутаций, %	число растений	число мутаций, %	число растений	число мутаций, %	число растений	число мутаций, %
ВИР 44	530	0,2	510	1,1	502	3,2	522	1,8	486	1,2	150	1,3
ВИР 38	516	—	526	—	544	—	497	0,4	188	3,2	65	—
ВИР 40	300	—	452	0,9	556	0,7	500	0,4	162	—	—	—
ВИР 43	212	0,5	286	1,4	270	—	168	—	85	—	—	—
Слава	460	—	512	0,4	530	0,5	526	1,1	421	—	63	—
Светоч	561	—	548	2,5	554	0,7	516	1,5	535	3,0	260	—
ВИР 42	572	—	581	1,0	548	0,2	571	—	564	2,1	243	—

Подлинная № 29—выделена в M_2 из простого гибрида Светоч рентгенооблучением 10 кр. Отличается сильно измененными листьями и метелкой. Листья темно-зеленые, поникшие, широкие.

Подлинная № 43—выделена в M_2 из линии ВИР 44 рентгенооблучением 1 кр. Форма карликовая, с хорошей облиственностью и хорошо развитыми одним-двумя початками.

ԵԳԻՊՏԱՅՈՐԵՆԻ ՄԻՋԳԾԱՅԻՆ ՀԻՐՐԻԳՆԵՐԻ ՌԱԳԻՈՉԱՅՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ
ՄՈՒՏԱՐԻՎՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԵՄԱՏԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. մ.

Պարզվել է միջոցային պարզ և բարդ հիբրիդների և գծերի յուրահատուկ
ռեակցիան՝ ռենտգենահատազայթահարման նկատմամբ:

Հիբրիդները՝ ելակետային ձևերի համեմատությամբ ավելի ռադիոդիմաց-
կուն են: Կրկնակի միջոցային հիբրիդը ռադիոդիմացկանությամբ չի տարբեր-
վում պարզ հիբրիդներից: Ցույց է տրված ինցուխտ գծերի ռադիոդիմացկանու-
թյան տարբերությունը: Հիբրիդները ինցուխտ գծերի համեմատությամբ ավելի
մուտարիկ են:

V. A. AVAKYAN

COMPARATIVE STUDY ON THE RADIOSENSIBILITY AND
MUTABILITY OF INTERLINEAR HYBRIDS OF MAIZE

Summary

The peculiar reaction of simple and complex interlinear hybrids and lines towards X-irradiation has been made clear.

The hybrids have a higher radiostability in comparison with the initial forms. The double interlinear hybrid with its radiostability does not differ from the simple hybrids. The difference of the radiostability of the inbreeding lines has been shown. The hybrids are more mutable in comparison with the inbreeding lines.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Густафссон О. Устойчивость покоящихся семян некоторых сельскохозяйственных растений к рентгеновским лучам. В сб.: «Радиоактивные излучения и селекция растений», М., ИЛ, 1957, стр. 59.
2. Валева С. А. Данные о радиочувствительности сельскохозяйственных культур. «Биофизика», 5, № 2, 1960.
3. Бреславец Л. П., Березина Н. М. и др. Повышение урожайности редиса и моркови путем предпосевной обработки семян рентгеновыми лучами и γ -лучами. «Биофизика», 5, № 1, 81, 1960.
4. Преображенская Е. И. О корреляции между стимулирующим действием ионизирующих излучений и общей радиостойкостью растений в сб.: «Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных культур», М., Изд-во АН СССР, 1963, стр. 184.
5. Sparrow A. H., a Singleton N. R. The use of radiocobalt as a source of gamma rays and some effects of chronic irradiation on growing plants. Amer. Naturalist 87, 832, 1953.
6. Атабекова А. И. О стимулирующем действии лучей рентгена на растения. «Природа», № 7—8, 56, 1938.
7. Бреславец Л. П., Березина Н. М., Щибря Г. Н., Романчикова М. Л. Действие ионизирующих излучений на рост и развитие растений. «Биофизика», 1, № 7, 628, 1956.

8. Кузин А. Ш. Об использовании в сельском хозяйстве метода предпосевного γ -облучения семян. «Вестник сельскохозяйственной науки» 7, 127, 1960.
9. Березина Н. М. Применение ионизирующих излучений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. «Атомная энергия», 9, 432, 1960.
10. Кузин А. М., Березина Н. М. «Радиобиология», 1, 636, 1956.
11. Бреславец Л. П., Березина Н. М., Щибря Г. И. Длительное действие малых доз гамма-лучей на некоторые сельскохозяйственные растения. «Биофизика», 1, № 6, 555, 1956.
12. Березина Н. М., Остапенко В. И., Корнева Е. И., Риза-заде Р. Р. Морфологические изменения растений под влиянием ионизирующих излучений. «Радиобиология», 2, № 6, 931, 1962.
13. Березина Н. М., Корнева Е. И., Риза-заде Р. Р. Итоги производственного испытания предпосевного облучения семян кукурузы гамма-лучами 137. «Радиобиология», 2, № 4, 629, 1962.
14. Худадатов А. И. Влияние предпосевного γ -облучения на рост, развитие и биохимический состав тыквенных и кукурузы. В кн.: «Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных культур», М., Изд-во АН СССР, 1963, стр. 107.
15. Розе К. К., Киеце В. Г. Влияние облучения радиоактивным кобальтом на рост и развитие кукурузы. В кн.: «Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных культур», М., Изд-во АН СССР, 1963, стр. 131.
16. Жежел Н. Г. Эффективность предпосевной обработки семян ячменя, пшеницы и кукурузы γ -лучами Co^{60} . В кн.: «Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных культур», М., Изд-во АН СССР, 1963, стр. 174.
17. Худадатов А. И. Влияние радиации на рост и развитие кукурузы в условиях Азербайджана. В кн.: «Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных культур», М., Изд-во АН СССР, 1963, стр. 199.
18. Сарич М. О. Влияние рентгеновского облучения на семена кукурузы различной степени гибридизации. ДАН СССР, 116, № 6, 1026, 1957.
19. Валеева С. А. О действии γ -лучей и нейтронов на сухие семена сельскохозяйственных растений. «Биофизика», 5, № 3, 362, 1960.
20. Иванов Я. И., Куликов Б. Н. Реакция разновидностей и сортов пшеницы и ячменя на облучения радиоактивным кобальтом. «Цитология», 2, № 6, 736, 1960.
21. Мансурова В. В., Сахаров В. В. Сравнительное изучение радиочувствительности гречихи посевной, каемчатой и их гибридов. «Тезисы докладов», т. 2, М., Изд-во МГУ, 1965, стр. 55.
22. Авакян В. А. Реакция гибридных семян пшеницы на рентгенооблучение. «Генетика», 6, № 6, 177, 1970.
23. Бабаян В. О., Азатян Р. А. О радиочувствительности различных форм кукурузы. «Вопросы радиобиологии», т. 2, Ереван, Изд-во АН Арм. ССР, 221, 1961.
24. Изможеров И. А. Действие γ -лучей на метиз на полиплоидном ряду пшениц. «Цитология», 1, № 3, 316, 1959.