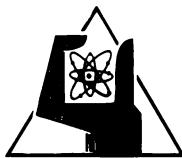


АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

НАУЧНЫЕ
ДОКЛАДЫ



ДЕЙСТВИЕ
ИОНИЗИРУЮЩИХ
ИЗЛУЧЕНИЙ НА СЕМЕНА
И ВЕГЕТИРУЮЩИЕ
РАСТЕНИЯ

СВЕРДЛОВСК

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Институт экологии растений и животных

Препринт

ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ
НА СЕМЕНА И ВЕГЕТИРУЮЩИЕ РАСТЕНИЯ

Свердловск, 1988

УДК 577.39:58.02

Действие ионизирующих излучений на семена и вегетирующие растения: Препринт. Свердловск: УрО АН СССР, 1988.

Рассматриваются результаты изучения в чреде поколений отдаленных последствий действия гамма-лучей на семена некоторых видов однолетних и многолетних травянистых растений. Представлены данные о модифицирующем влиянии на проявление лучевого эффекта у растений таких факторов, как влажность и физиологическое состояние семян во время облучения, светового режима при их проращивании, а также приведены сведения о сравнительной радиочувствительности семян и проростков ивы.

Препринт представляет интерес для специалистов в области радиобиологии, экологии, биогеоценологии, физиологии растений, лесоведения.

Ответственный редактор доктор биологических наук,
профессор Н.В. Куликов

Рецензент кандидат биологических наук Ю.А. Терешин

д 21002 - 167 (87) б0 - 1988 (C) УрО АН СССР, 1988
055 (01) 7

Л.К. АЛЫШИ, Н.В. КУЛИКОВ
ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ДЕЙСТВИЯ МАЛЫХ ДОЗ
ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ НА СЕМЕНА РАСТЕНИЙ

Нами показано, что отрицательные последствия массированного гамма-облучения набухших семян гороха уменьшаются под влиянием предварительного облучения их в покоящемся состоянии в дозе 1 Гр. Этот эффект проявляется в снижении количества поврежденных анафаз в 1,5-2 раза в клетках меристемы корня в первом пострадиационном митозе, в увеличении длины корешков у семядневных проростков в 2-3 раза по сравнению с вариантом без предварительного облучения, в увеличении высоты, массы и урожайности растений на 15-20% к концу вегетации (I -3).

Цель настоящей работы состояла в проверке посевных качеств семян, полученных в вариантах с предварительным и без предварительного облучения, а также в анализе судьбы лучевых повреждений в следующем поколении.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Покоящиеся семена гороха сорта "Красноуфимский-70", влажность 12%, в Р-поколении предварительно облучали гамма-лучами ^{60}Co в дозе 1 Гр, мощность дозы 0,28 Гр/мин. Повторному облучению в дозе 15 Гр эти семена подвергали в набухшем состоянии после 24-часового намачивания в воде при температуре 22-24 °. Контролем служили семена вообще не подвергавшиеся облучению, а также семена, облученные в набухшем состоянии в дозе 15 Гр и не подвергавшиеся предварительному облучению. Критерием радиобиологической реакции служили хромосомные aberrации в первом пострадиационном митозе, а также такие интегральные показатели, как число и масса семян, полученных в вариантах с разной дозовой нагрузкой. В следующем поколении (F_1)

изучали судьбу лучевых повреждений. Для этого семена гороха сорта "Красноуфимский-70", полученные в Р-поколении, замачивали в водопроводной воде. Через 24-часа набухания высаживали в вегетационные сосуды с целью наблюдения за ростом и развитием растений. В сосуд высаживали по 10 горошин, в каждом варианте имелось по 3-5 повторностей. Опыт поставлен по следующей схеме: (0+0)+0 - необлученный контроль, (I+0)+0 - покоящиеся семена облучены в дозе I Гр, повторного облучения нет, (0+I5)+0 - семена облучены в состоянии 24-часового набухания в дозе I5 Гр, (I+I5)+0 - покоящиеся семена облучены в дозе I Гр, доза повторного облучения I5 Гр. В скобках - лучевая нагрузка, полученная семенами Р-поколения (родительское поколение), 0 - отсутствие облучения. Часть семян всех указанных вариантов была выложена после набухания из чашки Петри для прорастания; через 48 часов прорастания, в конце первого пострадиационного митоза, корешки фиксировали в смеси этилового спирта и укусной кислоты (3:1), для анализа структурных повреждений хромосом. Окраску проводили ацетолактоидом, готовили временные давленные препараты. Структурные мутации хромосом анализировали в анафазах. На экспериментальную точку просчитывали по 30 корешков.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Семена, полученные от контрольных и облученных вариантов, были проверены на всхожесть, а также на содержание структурных мутаций хромосом в меристеме корня. Лабораторная всхожесть семян во всех вариантах остается в пределах 92-94%. Полученные результаты по анализу митотической активности и числу поврежденных анафаз приведены в таблице I. Из таблицы видно, что клетки корневой меристемы семян Р-поколения, облученные в до-

зе I Гр в покоящемся состоянии, а затем в дозе 15 Гр в набухшем состоянии, содержат хромосомные aberrации почти в 2 раза меньше, чем клетки семян, облученных только в дозе 15 Гр.

Таблица I

Зависимость митотической активности и числа поврежденных клеток в меристеме корня от дозы облучения, полученной семенами в Р-поколении

Поколения	Доза, Гр	Митотическая активность, %	Поврежденные анафазы, %
Р	Контроль	13,2±1,02	3,2±0,95
	I + 0	14,8±1,14	3,6±0,62
	I + 15	12,8±0,88	18,7±1,88
	0 + 15	12,4±1,12	32,5±2,08
F_1	Контроль	12,3±1,38	4,0±1,09
	I + 0 + 0	13,8±1,27	3,9±0,98
	I + 15 + 0	12,6±0,95	4,2±1,06
	0 + 15 + 0	12,7±1,37	4,4±0,96

Эти результаты подтверждены более ранними нашими исследованиями (I). Семена же первого поколения не несут в клетках корневой меристемы хромосомных мутаций больше, чем в контрольном варианте. Следовательно, в процессе онтогенеза идет элиминация лучевых повреждений. По количеству делящихся клеток статистически достоверная разница также не отмечается.

В таблице 2 приведены результаты, показывающие рост и развитие растений гороха в процессе вегетации. Сравнение сухой надземной массы в конце вегетационного периода показывает, что достоверной разницы между вариантами нет ($t=1,02$, $M=37$, $P=0,05$). На 30 день развития растений сравнивали число генеративных ярусов, а на 50 день — число бобов. Оказалось, что и по этим пока-

Таблица 2
Рост и развитие растений гороха в первом поколении после предварительного
гамма-облучения покоящихся семян в дозе 1 Гр и последующего облучения
этих же семян в наименее состоянии в дозе 15 Гр в Р-поколении

Доза, Гр	Сухая надземная масса на I рас- тение, (г)	Количество шт./растение			Масса семян на I рас- тение, (г)
		генеративные ярусы, 30 д.	Бобы, 50 д.	Горошины, 63 д.	
Контроль (1+0)+0	1,71±0,36 1,71±0,24	3,72±0,35 3,84±0,48	3,68±0,71 3,98±0,86	15,64±1,89 14,87±2,07	5,43±0,89 4,89±1,03
(0+15)+0 (1+15)+0	1,78±0,45 1,73±0,39	3,78±0,48 4,00±0,32	3,69±0,41 3,63±0,75	13,74±1,93 15,58±2,76	5,11±0,80 4,87±0,38

зателям статистически достоверная разница между вариантами опыта отсутствует ($t=0,42$, $n=37$, $P=0,05$). Анализируя интегральные показатели число и массу семян на одно растение можно отметить отсутствие разницы между контролем и вариантами, облученными в Р-поколении ($t=0,99$, $n=37$, $P=0,05$).

Таким образом, семена, полученные от растений после лучевого воздействия на исходные семена в дозах I+I5, 0+I5, I+0 в Р-поколении, не потеряли качества, предъявляемых к посевному материалу. Сохранив всхожесть, во время вегетационного периода они росли и развивались без каких-либо особенностей по сравнению с контролем и дали урожай, не отличающийся от контрольного варианта.

Следовательно, к моменту формирования урожая в Р-поколении происходит полная элиминация лучевых цитогенетических повреждений. В проводимых опытах не наблюдалось гибели растений. В F_1 -поколении растения развиваются из семян, не содержащих хромосомные мутации.

ВЫВОДЫ

1. Подтверждается радиозащитное действие предварительного облучения покоящихся семян гороха в дозе I Гр при последующем облучении этих же семян в набухшем состоянии в дозе I5 Гр.
2. Установлено, что семена первого поколения сохранили всхожесть, уровень хромосомных мутаций не отличается от контрольного варианта и во время вегетационного периода растения развивались без каких-либо особенностей по сравнению с контролем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куликов Н.В., Алъмиц Л.К., Позолотин А.А., Тарчевская С.В.
Изменение радиочувствительности растений в результате предварительного лучевого воздействия.- Радиобиология, 1971, т.II, вып.4, с.630-632
2. Куликов Н.В., Алъмиц Л.К., Шевченко В.А., Щиков П.И.
Изменение радиочувствительности семян гороха под влиянием малых доз радиации.- Радиобиология, 1981, т.21, вып. 3, с. 459-462
3. Алъмиц Л.К., Тарчевская С.В.
О возможности изменения лучевого поражения семян гороха стимулирующими дозами ионизирующей радиации.- В сб. : Модификация лучевого поражения семян растений, Свердловск, 1983, с.3-II

В.Н. ПОЗОЛОТИНА
ПОСТРАДАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В РОСТЕ И РАЗВИТИИ
у ТАРАХАСИУМ ОФИЦИНАЛЕ WIGG.

Необходимым условием для прогнозирования последствий радиационного воздействия на природные сообщества является знание радиочувствительности организмов, составляющих биоценозы (4,5). Одуванчик (*Taraxacum officinale* Wigg.) - повсеместно распространенное растение из семейства сложноцветных в радиобиологическом плане практически не изучен. На этом многолетнем объекте можно проследить отдаленные последствия облучения в течение ряда лет, а также влияние гамма-лучей на последующее поколение. По литературным данным известно, что облучение растений влияет на жизнеспособность потомков, хотя описанные эффекты неоднозначны (1, 3, 7).

Цель настоящей работы: изучить влияние предпосевного гамма-облучения семян на рост и развитие одуванчика в течение двух лет, сравнить размах изменчивости морфологических параметров у облученных и необлученных растений, оценить постлучевое воздействие на семена первого поколения (F_1).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Объектом исследования служили семена многолетнего травянистого растения одуванчика (*Taraxacum officinale* Wigg.), собранные из одной природной популяции. Облучение проводили на гамма-установке ^{60}Co типа "Исследователь" при мощности дозы 53,6 сГр/сек. Дозы предпосевного облучения семян: 40, 80, 120, 160, 200, 250 Гр. В каждом варианте было 3 повторности по 100 штук семян в каждой. Сразу после облучения семена высевали в ящики с почвой, через месяц выжившие проростки пересаживали в открытый грунт. Контрольные и облученные растения

выращивали на выравненном агрофоне, на площади питания, исключающей конкуренцию. Наблюдения проводили в течение двух сезонов, оценивая влияние радиации по критериям: всхожесть семян, выживаемость растений, число листьев и соцветий на каждом растении, диаметр листовой розетки и количество радиоморфозов. В конце первого сезона с облученных и контрольных растений собрали семена, их жизнеспособность оценили весной следующего года.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Предпосевное облучение вызвало достоверное снижение всхожести семян, что подтверждается результатами дисперсионного анализа (табл. I). Критической фазой в развитии растений была стадия формирования настоящих листьев, в этот период наблюдалась массовая гибель проростков, в дальнейшем отпад был незначительный. Выживаемость находится в обратнопропорциональной зависимости от дозы облучения. LD_{50} по выживаемости составила 160 Гр (табл. I). Облученные растения в течение всего сезона отставали от контроля по величине листьев. На рисунке I показаны вариационные кривые изменчивости этого признака у растений контрольного и опытных вариантов, в контроле распределение близко к нормальному гауссовому. Существенные отклонения появляются при облучении семян в дозах 80 Гр и выше, наблюдается отрицательная асимметрия, увеличивается размах изменчивости в сторону низких значений. При дозе облучения 200 Гр диапазон изменчивости очень узок, слабо выражена мода. Следовательно, облучение, помимо общего торможения роста листьев, существенно нарушает морфологическую структуру выборки.

По количеству листьев на одном растении зависимость от дозы облучения более сложная. При облучении в дозах 160 и 120 Гр

Таблица I
Влияние предпосевного облучения семян на морфогенез огуречника
в течение первого сезона

Доза, Гр	Всходежест %, 27 августа	Выживаето в диаметр листовой розетки, см	Число со- цветий, шт. на 1 раст.	Количество листьев на 1 растени		Нарушен- ние пластин- ки, %
				14 июля	27 августа	
0	51,0±3,9	31,0±0,8	33,5±0,7	57,3±0,9	2,3±0,2	12,9±0,4
40	46,0±4,5	27,0±0,1	34,7±0,8	55,8±1,3	2,2±0,2	13,4±0,4
80	40,5±2,2	24,0±1,3	32,6±0,9	52,3±1,3	2,0±0,2	12,8±0,4
120	36,5±4,5	18,6±1,3	30,2±0,9	50,5±1,5	1,8±0,2	13,4±0,5
160	34,0±5,0	16,3±3,3	25,3±1,2	45,5±1,8	1,6±0,2	11,2±C,5
200	35,0±7,8	9,6±5,0	17,6±1,0	39,5±1,9	0,7±0,2	9,3±0,6*
250	II,0±5,0	0,0	-	-	-	-
F, при F0,05=	4,7	45,1	57,8	21,7	4,9	t _{st=5,0} t _{0,05=4,4} 2,8
						- -

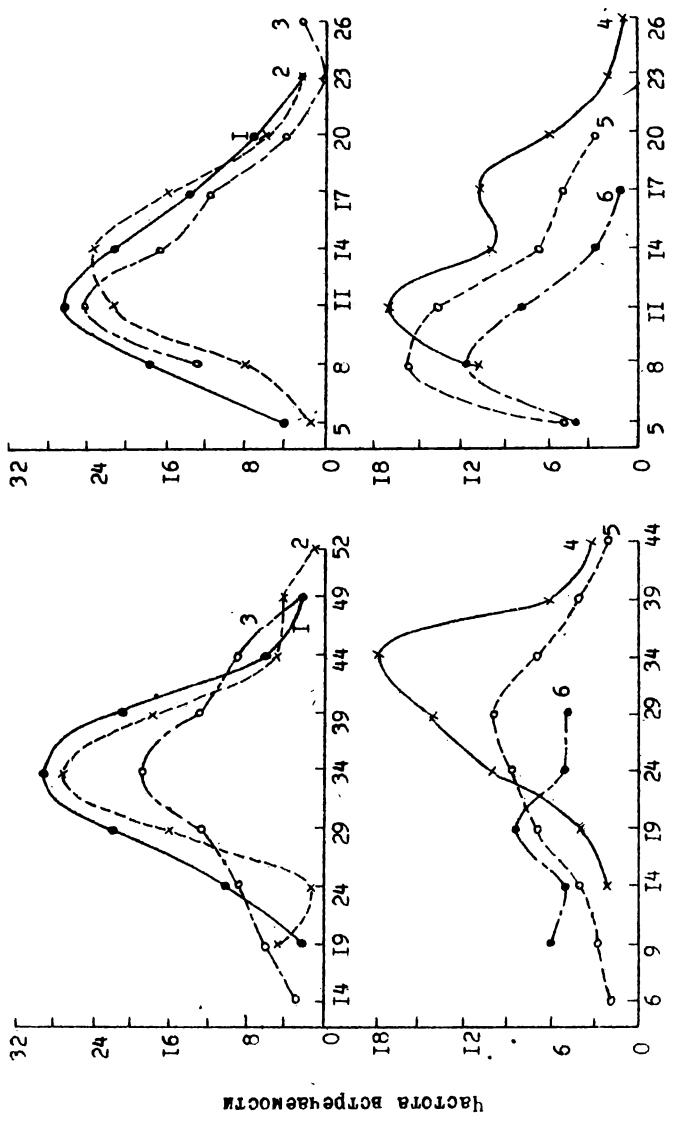


Рис. I. Вариационные кривые распределения морфологических признаков у одуванчика в зависимости от числа листьев на I растении, шт
от позы облучения: контроль-1, 40 Гр-2, 80 Гр-3, 120 Гр-4, 160 Гр-5, 200 Гр-6

количество листьев у растений увеличивается по сравнению с контролем (табл. I). Вариационные кривые распределения этого признака в указанных вариантах отличаются от контроля положительной асимметрией (рис. 1). Помимо количественных различий в формировании листевого аппарата облучение вызвало появление радиоморфозов. Число растений с нарушениями формы листа и синтеза хлорофилла возрастало с увеличением дозы облучения (табл. I). Радиоморфозы листьев были разнообразны: листья с асимметричной или односторонней листовой пластинкой, спирально закрученные вокруг своей оси, с морщинистой или уплотненной, шероховатой поверхностью. Подобные радиоморфозы описаны при облучении других видов растений (2). Предпосевное облучение оказывало достоверное влияние на формирование генеративных органов, с увеличением дозы число соцветий на растениях уменьшалось, многие из них были слабо развиты.

Таблица 2

Зависимость морфологических параметров от дозы

предпосевного облучения у одуванчика

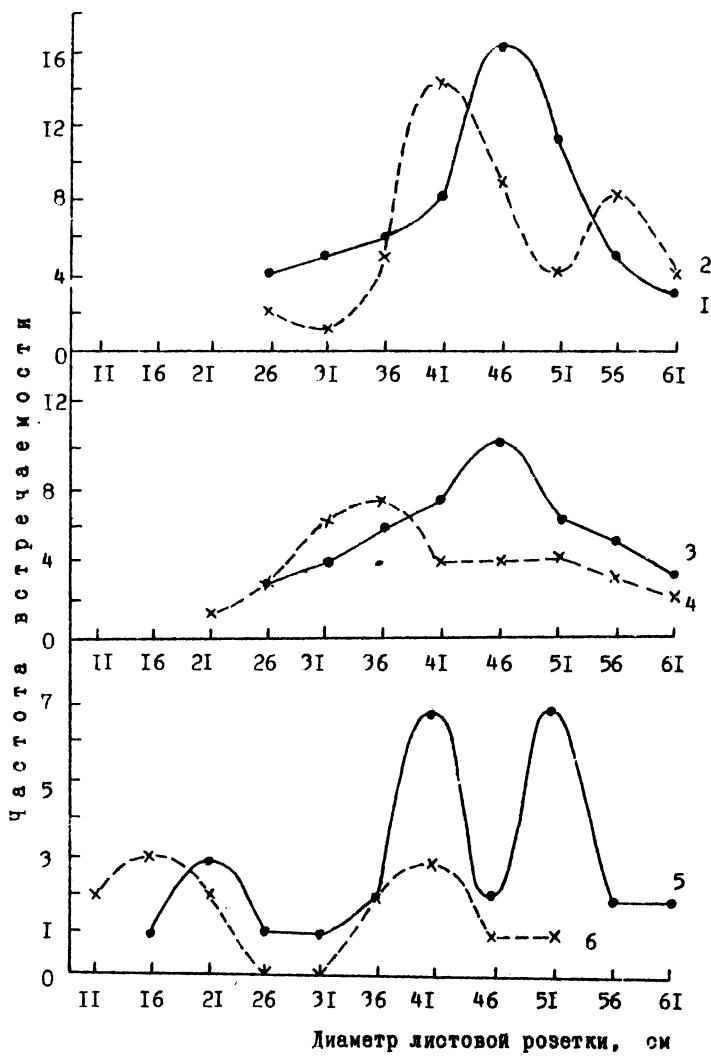
(второй вегетационный сезон)

Доза, Гр	Выживаемость, %	Размер листовой розетки, см	Число	Число	Размах изменчивости по числу листьев
			соцветий на 1 растение	листьев	
0	31,0±0,8	44,1±1,1	17,8±0,8	82,5±8,5	12-218
40	27,0±0,1	44,5±1,0	15,5±1,8	74,2±8,9	10-140
80	24,0±1,3	44,9±1,2	17,4±4,9	81,8±9,2	8-190
120	18,0±1,2	42,5±1,6	13,7±2,6	86,6±18,7	6-258
160	16,0±3,2	42,3±2,4	19,5±2,1	99,9±20,7	10-390
200	9,0±5,6	29,0±2,4	10,5±4,1	55,3±14,1	7-150

В конце первого вегетационного периода надземные побеги у

одуванчика погибают, т.е. завершается "малый цикл развития" (6). В почве сохраняются базальная часть с корнями и полностью сформированными почками возобновления. В начале мая из них вырастают новые листья и соцветия. В таблице 2 приведены данные измерения контрольных и облученных растений на 20 мая. Поскольку некоторые растения были повреждены мышами, их исключили при измерении морфологических параметров, но учитывали в общем числе выживаемости. По сравнению с данными прошлого года число выживших растений практически не изменилось. По диаметру листовой розетки достоверные различия с контролем выявляются в варианте с дозой облучения 200 Гр ($t_{st}=23,5$). Однако, сравнение вариантов по средним значениям параметра не дает правильного представления о происходящих в выборках изменениях. Значительно более информативен анализ вариационных кривых изменчивости признака (рис.2). В контроле распределение близко к нормальному, мода практически совпадает со средним значением. В опытных вариантах кривые распределения признака либо многогорбины (дозы 40, 160, 200 Гр), либо асимметричны (доза 200 Гр) и численность растений, соответствующих средним значениям признака, в реальной выборке в большинстве случаев очень мала.

Как и в предшествующем сезоне неоднозначна дозовая зависимость числа листьев на одном растении. При дозе 160 Гр, по-прежнему, у многих растений наблюдается торможение апикального доминирования и рост многочисленных, но слабых, узких листьев из боковых почек, резко возрастает размах изменчивости этого признака (табл.2). При дозе облучения 200 Гр растения и на второй год по всем показателям отстают от контроля. Растения с радиоморфозами встречаются в опытных вариантах значительно реже, чем в прошлом году, численность их не превышает 20%. Таким образом,



последствия предпосевного облучения семян проявляются у растений не только в первый, но и во второй вегетационный сезон и выражаются в нарушении морфологической структуры выборок, а также в общем торможении роста и развития растений (доза 200 Гр).

Таблица 3
Жизнеспособность семян первого поколения
в зависимости от дозы облучения родителей.

Доза, Гр	Энергия прорастания, %	Всходесть, %	Выживаемость, %
0	57,7 ± 4,0	76,3 ± 3,4	56,2 ± 5,9
40	53,2 ± 5,5	69,2 ± 3,7	54,5 ± 5,6
80	53,3 ± 3,9	71,4 ± 3,4	48,2 ± 4,9
120	64,7 ± 4,0	72,2 ± 3,6	55,9 ± 4,6
160	66,8 ± 4,5	73,3 ± 4,1	54,5 ± 4,3
200	0	0	0

Последствия лучевого воздействия на семена не ограничиваются изменениями в росте и развитии непосредственно облученных растений, они проявляются в следующем поколении F_1 . Для проверки посевных качеств F_1 семена собирали с 10 растений в каждом варианте и прорачивали их в чашках Петри в 5 повторностях по 100 семян в каждой. Показано, что при дозе облучения родительского поколения 200 Гр семена потомков полностью нежизнеспособны (табл.3). В остальных опытных вариантах семена по всем показателям не отличались от контроля.

ВЫВОДЫ

1. Установлены критические дозы гамма-облучения семян *Taxus cuspidata officinale* Wigg., LD_{100} по выживаемости растений составила 250 Гр.

2. Облучение семян в дозе 200 Гр вызвало снижение выживаемости

ности растений, стойкое подавление роста и развития в течение двух лет жизни, сформировавшиеся у этих растений семена первого поколения были полностью нежизнеспособны.

3. Показано, что при облучении семян в диапазоне доз 40–160 Гр нарушается морфологическая структура выборок растений, жизнеспособность семян первого поколения не отличается от контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Володин В.Г. Радиационный мутагенез у растений. Минск, 1975, 192 с.
2. Гудков И.Н. Клеточные механизмы пострадиационного восстановления растений. Киев: Наукова Думка, 1985, 224 с.
3. Куравская А.Н., Позолотина В.Н. Реакция на предпосевное гамма-облучение семян у *Tagetes erecta* в Р и F₁-поколениях. – В кн.: Действие ионизирующих излучений на растения. Свердловск, 1985, с. 12–22.
4. Плэтт Р.Б. Экологическое действие ионизирующей радиации на организмы, сообщества и экосистемы. – В кн.: Вопросы радиоэкологии. М.: Атомиздат, 1968, с. 31–56.
5. Тихомиров Ф.А. Действие ионизирующих излучений на экологические системы. М.: Атомиздат, 1972, 176 с.
6. Шенников А.П. Экология растений. М.: Сов. наука, 1950, 376 с.
7. Wosinska A. Wpływ różnych dawek promieni gamma ⁶⁰Co na kilka cech morfologicznych astra chinskiego (*Callistephus chinensis* Nees) w pokoleniu M₁ i M₂. – Acta agrobot., Warszawa, 1980, 33, N1, p. 5–29.

В.Н. ПОЗОЛОТИНА, А.Н. КУРАВСКАЯ
ОТДАЛЕННЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПРЕДПОСЕВНОГО ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ
СЕМЯН DAHLIA VARIABILIS L. В ПОКОЛЕНИЯХ Р, F₁, F₂

Проблема изучения отдаленных эффектов действия радиации на популяции растений является одной из важнейших в радиоэкологии. Однолетние растения существуют один вегетационный сезон, но последствия радиационного воздействия проявляются в следующих поколениях, которые несут в себе груз изменений, полученный от облученных родителей. В ряде работ показано влияние предпосевного облучения семян на рост и развитие последующих поколений (1, 2, 4, 5). Однако полученные результаты неоднозначны, иногда противоречивы, проблема нуждается в дальнейшей разработке.

В настоящей работе исследовано влияние предпосевного гамма-облучения семян на рост и развитие растений георгина (Р) и изучены отдаленные последствия этого воздействия в первом (F₁) и втором (F₂) поколениях, не подвергавшихся дополнительному облучению.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Объектом исследования служили растения георгина однолетнего (*Dahlia variabilis* L.) - представителя семейства сложноцветных. Как и все культурные растения исследуемый сорт "Дружные ребята" является многократным гибридом разных видов. Семена, полученные в Ботаническом саду УО АН СССР, облучали перед посевом на гамма установке типа "Исследователь" в дозах 50, 100, 250, 500, 750, 1000 Гр, при мощности дозы I Гр/сек. Из облученных и необлученных семян выращивали рассаду, которую в начале июня высаживали в грунт. Опыт ставили в 5 повторностях по 50 штук семян в каждой. В течение сезона наблюдали за ростом и развитием растений, оценивая эффекты по следующим показателям: энергия про-

растания, всхожесть семян, выживаемость растений на стадии формирования первых листьев и в конце сезона, измеряли высоту стебля, учитывали количество боковых ветвей, бутонов и соцветий. Для ограничения перекрестного опыления соцветия закрывали капроновыми колпачками. В сентябре во всех вариантах опыта с растений собирали зрелые семена.

На следующий год семена первого поколения F_1 из разных вариантов, не подвергая дополнительному облучению, высевали в почву и выращивали по описанной выше методике, регулярно измеряя морфологические параметры. На третий год семена второго поколения F_2 из разных вариантов вновь, не подвергая облучению, вырастили до стадии зрелых семян, оценивая рост и развитие по тому же комплексу критериев.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Избранные дозы предпосевного облучения не вызвали снижения энергии прорастания семян по сравнению с контролем, нет достоверных различий между вариантами и по всхожести семян (табл. I). Очевидно, эти критерии недостаточны для оценки реакции растений на облучение. Поражение проявляется позднее, когда начинается активный рост и дифференциация тканей. На стадии развития настоящих листьев произошел массовый отпад проростков в вариантах с облучением в дозах выше 100 Гр. LD_{100} по выживаемости через два месяца составила 1000 Гр. Выжившие облученные растения отставали в росте и развитии от контроля, причем, с увеличением дозы сильнее торзионился рост стебля и меньше формировались боковых побегов (табл. I). К концу сезона в результате восстановительных процессов на организменном уровне различия между растениями по высоте стебля стглачивались. Облученные растения зацвели на 10-12 дней позднее, чем контрольные. Подсчет

Таблица I
Влияние гамма-облучения семян на рост и развитие растений георгина

Показатели	Дозы облучения, Гр						1000
	0	50	100	250	500	750	
Энергия прорастания, %	6,0±0,8	7,5±1,4	3,5±0,5	1,0±0,3	3,0±1,1	4,5±1,6	1,0±0,2
Всходесть, %	71,0±3,6	78,0±2,8	63,0±2,8	60,0±3,6	62,6±4,4	62,0±5,3	62,0±2,5
Выживаемость через месяц, %	68,5±0,8	65,5±4,4	23,0±3,0	15,0±1,9	3,0±0,2	0,5±0,2	0
Выживаемость (сентябрь) %	31,5±2,2	31,0±0,2	15,0±1,9	15,0±1,1	0,5±0,2	0,3±0,2	-
Высота стебля, см (июнь)	12,8±0,4	13,1±0,8	11,7±0,4	9,5±0,3	4,7±0,3	5,0±1,0	-
Число боковых стеблей, шт. (июнь)	4,4±0,3	3,5±0,3	3,9±0,3	3,9±0,3	2,8±0,6	3,0±0,5	-
Число бутонов на 1 растение (сентябрь)	17,9±1,3	12,2±1,3	9,4±1,3	9,8±1,7	16,0±2,4	3,0±0,5	-
Число цветков на 1 раст. (сентябрь)	7,5±0,8	6,2±0,7	4,9±0,2	4,9±1,1	6,0±2,1	4,2±1,0	-

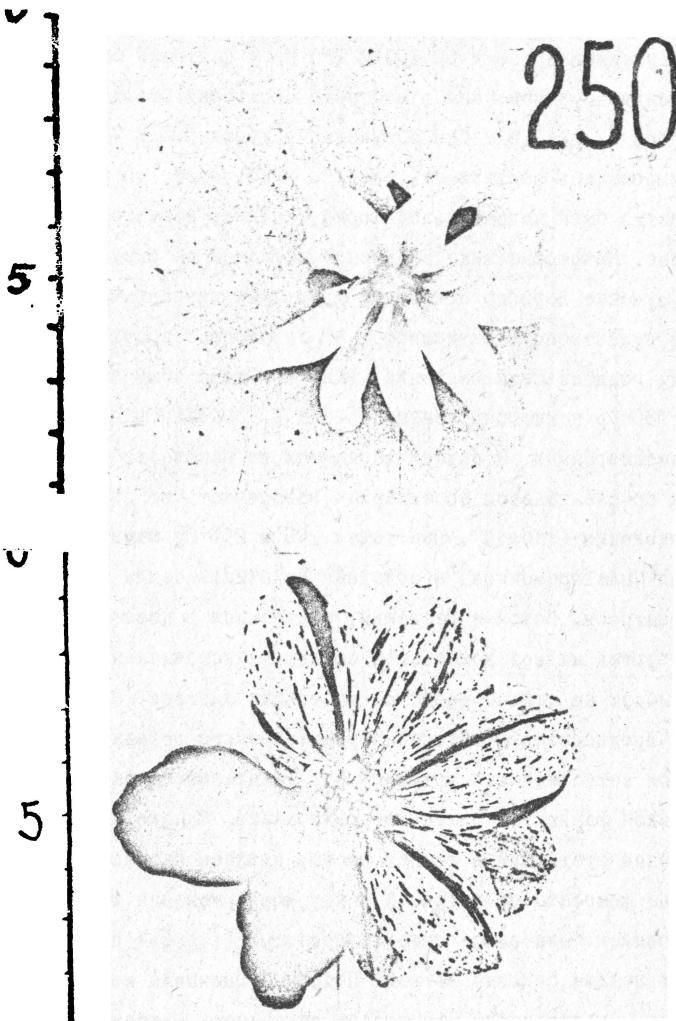


Рис. I Нарушения формы и окраски соцветий георгина
при облучении семян в дозе 250 Гр

бутонов и соцветий в разгар цветения показал, что в вариантах с облучением в дозах 50, 100 и 250 Гр у растений было достоверно меньше бутонов, чем в контроле (критерий Стьюдента от 3 до 4,6 при $t_{0,05}=2,8$). При облучении в дозах 500 и 750 Гр бутонов формировалась столько же, сколько в контроле, но большинство соцветий были неправильной формы, мелкие, неравномерно окрашенные. Некоторые виды нарушений показаны на рис. I.

Изучение первого поколения из разных вариантов опыта показало существенную зависимость их жизнеспособности от дозы облучения родительских растений. Так, при дозе облучения Р-поколения 750 Гр немногочисленные семена F_1 оказались полностью не-жизнеспособными. В других вариантах по всхожести семян на 15 день прослеживается достоверная зависимость от дозы облучения Р-поколения (табл.2). При дозах 100 и 250 Гр задержка прорастания была временной, абсолютная всхожесть семян не отличалась от контроля. Потомки растений, облученных в дозе 500 Гр характеризуются низкой всхожестью семян, немногочисленные проростки гибнут на стадии развития настоящих листьев. Следовательно, доза предпосевного облучения родительского поколения 500 Гр является летальной для потомков F_1 . Выживаемость растений в оставшихся вариантах опыта не различалась. Однако, облученные растения отставали в темпах роста, позднее наступали у них основные фенофазы развития. К концу июня растения из вариантов с облучением были вдвое ниже контрольных ($t_{st}=6,4$ при $t_{0,05}=4,3$), у них меньше боковых ветвей. Подобные значимые изменения количественных признаков у потомков облученных растений были показаны и на других видах растений (2,4).

На следующий сезон изучали особенности роста и развития второго поколения F_2 . Все семена этой генерации обладали пони-

Таблица 2
Зависимость некоторых морфологических параметров в F₁ и F₂-поколениях
от дозы облучения родительских растений

Показатели	F ₁ -поколение			F ₂ -поколение			
	0	100	250	500	0	100	250
Энергия прорастания, %	8,4±5,4	4,4±3,0	8,4±4,7	0	0,6±0,2	2,0±0,5	1,2±0,8
Всходесть на 15 день, %	61,2±6,4	47,6±11,4	40,0±11,8	7,3±2,8	40,0±4,2	40,0±6,6	44,6±5,0
Абсолютная всходесть, %	72,4±5,0	78,4±3,8	74,8±5,4	10,2±3,8	46,6±6,6	55,2±8,2	60,6±9,9
Выживаемость, % (сентябрь)	64,0±3,8	72,0±2,4	69,6±5,0	0	38,6±5,4	43,2±1,7	46,0±2,5
Лиана стеблей, см (июнь)	13,0±0,8	10,0±0,8	5,8±0,8	0	13,7±1,3	14,0±3,8	13,3±0,4
Число боковых стеблей на 1раст.	6,1±0,8	4,8±0,8	2,8±0,8	0	1,7±0,2	2,2±0,1	3,2±1,2
Число бутонов на 1 раст.	14,0±4,2	14,6±4,0	11,2±6,0	0	13,6±4,4	9,6±3,9	10,3±0,7
Число цветков на 1 раст. (сентябрь)	7,3±0,7	6,5±1,7	5,8±2,6	0	4,2±0,9	5,0±0,6	5,3±4,2

женной жизнеспособностью вследствие неблагоприятных погодных условий в период их формирования. Дополнительному лучевому воздействию семена не подвергались, дозы облучения, указанные в вариантах, относятся к Р-поколению. Из таблицы 2 видно, что по энергии прорастания, всхожести семян различий между контрольными и опытными вариантами не наблюдалось. Обработка результатов методом дисперсионного анализа показала отсутствие различий по абсолютной всхожести семян ($F = 3$, I при $F_{0,05} = 3,5$), а также по другим показателям, таким как выживаемость, высота стебля, число боковых стеблей, число бутонов и соцветий на одном растении (табл.2).

Таким образом, для родительского поколения георгина летальная доза предпосевного облучения составила по критерию выживаемости растений 1000 Гр. Действие радиации на морфогенез проявилось в замедлении темпов роста растений, задержке прохождения основных фенофаз развития. При формировании генеративных органов отмечали многочисленные отклонения в форме, окраске и величине соцветий по сравнению с контролем. С момента облучения на протяжении жизни родительского поколения проходит несколько критических стадий, т.е. этапов, представляющих собой препятствие для дальнейшего существования пораженного организма (3). Даже после облучения семян в больших дозах растения продолжают развиваться. Они погибают тогда, когда утраченная в результате облучения функция становится жизненно важной в очередной критическом периоде. Наиболее массовый отпад происходит на стадии формирования настоящих листьев у проростков. Численность растений, способных к дальнейшему развитию, уменьшается с ростом дозы облучения. Накопление определенного уровня повреждений может приводить к постепенной гибели растений.

и в более поздние периоды онтогенеза. Следующей критической стадией, на которой выявляются и элиминируются скрытые ранее повреждения, является стадия гамет. В процессе мейотического деления происходит исключение из размножения наиболее поврежденных половых клеток. Однако, эти барьеры на протяжении жизни Р-поколения не гарантируют полного исчезновения постлучевых повреждений в следующем поколении. Жизнеспособность растений F_1 находится в обратнопропорциональной зависимости от дозы облучения семян родительского поколения. Летальной для потомков оказалась доза облучения родителей 500 Гр. Отбор и элиминация неполнценных растений, а также дефектных гамет в первом поколении привел к тому, что в F_2 растения опытных вариантов не отличались существенно от контроля.

ВЫВОДЫ

1. Установлены дозы предпосевного гамма-облучения, подавляющие рост и развитие, нарушающие нормальный морфогенез растений георгина. LD_{100} по выживаемости составила 1000 Гр.

2. Установлена достоверная зависимость выживаемости растений первого поколения от дозы облучения родителей. Отставание в темпах роста и развития наблюдалось на всех стадиях онтогенеза. Доза 500 Гр, полученная Р-поколением, является летальной для F_1 .

3. Показано, что выборка освобождается от поврежденных облучением организмов в ряду поколений Р, F_1 и F_2 путем элиминации их в критические стадии онтогенеза.

ЛИТЕРАТУРА

- I. Анохина В.С., Федоров Г.А. Изменчивость в M_2 сортов желтого лопина под влиянием гамма-облучения. - В кн.: Экспериментальный мутагенез в интродукции, акклиматизации и

- селекции. Саранск, 1983, с. 48-54.
2. Пуравская А.Н., Позолотина В.Н. Реакция на предпосевное гамма-облучение семян у *Tagetes erecta* в Р и F₁ поколениях.- В кн.: Действие ионизирующих излучений на растения. Свердловск, 1985, с. 12-22.
3. Фриц-Ниггли Х. Радиобиология, ее основы и достижения. М.: Госатомиздат, 1961, 368 с.
4. Votava v., Votavová L., Černý J. Vliv chronického gama ozáření na hlavní kvantitativní znaky oživence řeza v generacích G₁ a G₂. - Genetika a šlechtění, 1984, v.20, N4, p. 301-310.
5. Wosinska A. Indukowanie promieniami gamma ⁶⁰Co zmienności modifikacyjnej i mutacji u astra chinkiego (*Calistphus chinensis* Nees). - Acta agrobot., 1982, v 35, N2, p. 285-301.

С.В.ТАРЧЕВСКАЯ, О.А.ПОРОЗОВА, Н.В.ЮДАШЕВА
ВЛИЯНИЕ ОДНОКРАТНОГО ПРЕДПОСЕВНОГО ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ГОРОХА В ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЯХ

В сельскохозяйственной практике для получения радиостимуляционных эффектов семена или вегетирующие растения облучают в относительно малых дозах; в радиоселекции для увеличения выхода мутантных форм используют большие дозы облучения. Учитывая жесткость фактора, в том и другом случае можно ожидать проявления отдаленных последствий действия ионизирующих излучений на растения. Поэтому изучение связей между радиоустойчивостью растений и их изменчивостью в последующих поколениях очень актуально.

Значительная часть радиобиологических исследований посвящена изучению влияния предпосевного облучения семян на развитие растений и их продуктивность в пределах одного-двух поколений. Ввиду слабой изученности вопроса представляет интерес получение данных о степени проявления радиационного последействия в течение более длительного интервала времени.

Целью настоящей работы является изучение роста и развития растений гороха на протяжении 5 пострадиационных поколений после однократного предпосевного гамма-облучения семян в разных дозах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Семена гороха сорта "Чишминский мелкосемянный" в воздушно-сухом состоянии были облучены перед посевом на гамма-установке "Игур-І" при мощности источника 1,6 сГр/сек в дозах 5, 25 и 100 Гр, после чего облученные (опыт) и необлученные (кон-

троль) семена гороха высевали по 10 штук в вегетационные сосуды с почвой. В течение вегетации проводили визуальные наблюдения за ростом и развитием растений, а в конце сезона при разборке опыта измеряли высоту растений, производили учет образовавшихся бобов и горошин, определяли массу 1000 семян. В дальнейшем семена каждого из соответствующих вариантов опыта урожая предыдущего года пересевали без радиационного воздействия в течение 5 лет. Анализ роста и развития вегетативных и генеративных органов растений разных репродукций (F_1 , F_2 , F_3 , F_4 и F_5) производили соответственно вышеуказанной схеме. Повторность в опытах 3-кратная. Полученные данные подвергнуты статистической обработке.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТА

Результаты эксперимента за 6 лет опыта приведены на рис. I в виде отклонений различных показателей в процентах от контроля. Данные первого года опыта (Р) показали, что в вариантах с дозой предпосевного облучения 5 и 25 Гр не наблюдалось отличий от контроля ни по одному из анализируемых показателей роста и развития растений. Семена, облученные в дозе 100 Гр, взошли на 2 суток позднее, и всхожесть их составила 80% от контроля. Растения этого варианта опыта по ростовым показателям отличались большой вариабельностью. Часть растений (около 55%) были низкорослыми – в 3 раза ниже, чем в контроле (рис. I, Р, За); листовые пластинки первых трех ярусов этих растений отличались морщинистостью, с хлороznыми пятнами – тип хлорофильной мутации *viridomaculata*, в единичных случаях отмечены растения с фенотипом *albina*, наиболее ущербном в сравнении с другими хлорофильными мутациями. Среди угнетенных растений в течение вегета-

ционного сезона наблюдался частичный отпад, оставшиеся растения не достигли генеративной стадии.

Другие растения в варианте с дозой предпосевного облучения 100 Гр или не отличались от контроля, или были выше, мощнее. Данные рис. I показывают, что высота растений этой группы (Р, Зб) на 30-40% превышает таковую в других вариантах опыта и в контроле ($t=6,3$ при $t_{0,01}=2,7$); масса 1000 семян выше, чем в контроле на 20%, что свидетельствует об образовании более крупных по размеру горошин в опытном варианте. Отмечено появление 2-х растений-гигантов, высота которых к концу сезона была в 1,5 раза, а количество бобов и горошин в 3 раза больше, чем в контроле; растения зацвели на неделю позднее и цвели до конца сезона. Возможно, что формирование растений, превышающих контроль по ростовым показателям связано с изреживанием посева и соответственным повышением эдафического пространства, что особенно важно при ограничении площади питания молодых растений (2). С другой стороны, превышение роста у отдельных растений после облучения в больших дозах отмечалось также В.Н.Савиным (5) и возможно связано с нарушением онтогенетических корреляций.

На 2-й год опыта растения F_1 в варианте с дозой предпосевного облучения 5 Гр не имели различий от контроля, кроме показателя семенной продуктивности ($t=2,2$ при $t_{0,05}=2,0$). При дозах предпосевного облучения 25 и 100 Гр отмечена стимуляция роста растений и особенно урожая; различия с контролем по высоте, числу бобов и горошин высоко достоверны (соответственно порядку перечисления показателей для варианта с дозой 25 Гр $t=3,1$; 3,2 при $t_{0,01}=2,6$ и 2,4 при $t_{0,05}=2,0$; при дозе 100 Гр

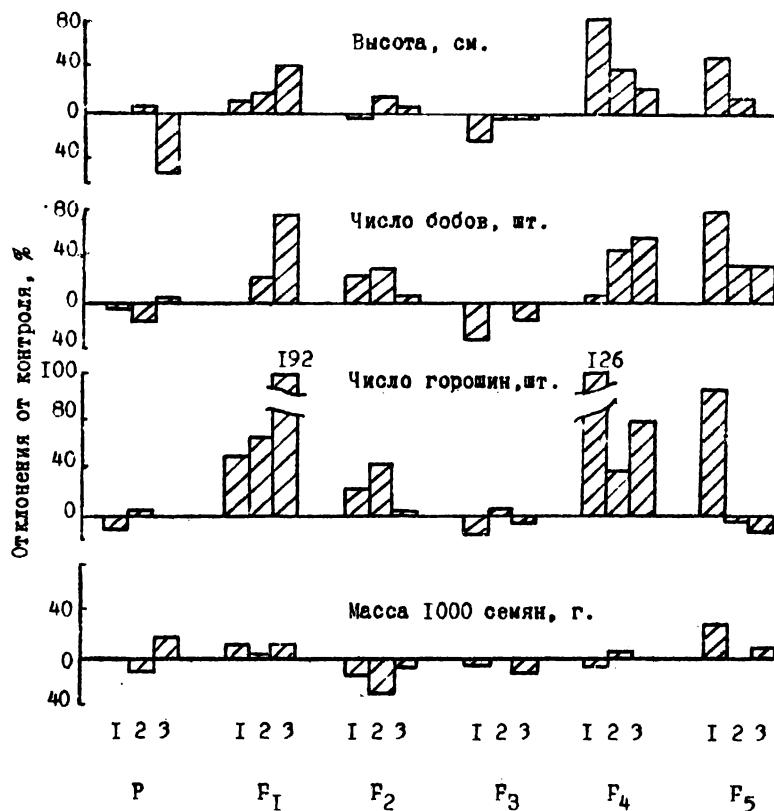


Рис. I. Отклонения в процентах от контроля различных показателей у растений гороха в разных поколениях.

По оси абсцисс – дозы предпосевного облучения семян:
1 – 5, 2 – 25 и 3 – 100 Гр.

$t = 6,3; 4,5$ и $4,9$ при $t_{0,01} = 2,7$). Показатель "масса 1000 семян", характеризующий качество семян, ни в одном из поколений не дает статистически достоверных различий от контроля. В работах Н.В. Тимофеева-Ресовского с сотрудниками также были получены

положительные отклонения от контроля по ряду показателей при пересеве в течение 2 лет семян гороха, пшеницы и ячменя и в течение 3 лет семян люцерны от стимулированных растений; у люцерны в F_2 и F_3 прибавка к урожаю отмечена даже в варианте, где в Р и F_1 наблюдалось некоторое угнетение в развитии растений (3, 6). Аналогичные результаты получены В.А.Рарохом в опытах на растениях гречихи (4).

Дальнейшие наблюдения показали, что растения F_3 по всем показателям не отличались от контроля. Отсутствие различий у растений опытных вариантов в этом поколении может быть объяснено нестабильностью температурных условий внешней среды в течение первого месяца после посева семян – от -5 до +30°С. На зависимость степени проявления радиационного эффекта от неблагоприятных погодных условий после посева семян в почву и выращивания растений указывает Е.С.Алексеева (1). В F_2 , F_4 и F_5 в вариантах с положительным отклонением от контроля по высоте растений, числу бобов и горошин различия с контролем высоко достоверны; незначительные отрицательные отклонения в F_5 по числу горошин в варианте с дозой облучения 100 Гр недостоверны ($t=1,0$ при $t_{0,05}=2,0$).

Таким образом, анализ данных вегетационного опыта показал, что после предпосевного облучения семян гороха в разных по биологическому действию дозах пострадиационный эффект в 5 последующих поколениях растений наблюдается в основном в виде стимуляции роста растений и урожая семян; снижение и полное отсутствие положительного эффекта может быть вызвано неблагоприятными условиями внешней среды при формировании молодых растений; отрицательного последействия предпосевного облучения семян не отмечено за все время опыта.

ВЫВОДЫ

1. Однократное гамма-облучение семян гороха сорта "Чишминский мелкосемянный" перед посевом в дозах 5, 25 и 100 Гр оказывает влияние на рост растений и урожай семян в последующих поколениях. В F_1 , F_2 , F_4 и F_5 установлена стимуляция роста и развития растений опытных вариантов; в F_3 отсутствие различий с контролем по основным показателям объясняется неблагоприятными температурными условиями внешней среды в период прорастания семян и формирования растений на ранних стадиях развития.

2. В пяти пострадиационных поколениях предпосевное облучение в дозах 5, 25 и 100 Гр не оказалось отрицательного влияния на качество семян, рост и развитие растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Е.С. Использование радиации в селекции гречихи.
- В кн.: Материалы I научно-практической конференции по применению изотопов и ионизирующих излучений в сельском хозяйстве. Кишинев, 1970, с.3.
2. Позолотина В.Н. Влияние предпосевного облучения семян на морфогенез сеянцев бересклета в условиях разного эдафического пространства. - В кн.: Модификация лучевого поражения семян растений. Свердловск, 1983, с.13-23.
3. Порядкова Н.А., Макаров Н.М., Куликов Н.В. Опыты по радиостимуляции культурных растений.- Тр. Института биологии УФАН СССР, вып. I3, 1960, с.19-33.
4. Рарох В.А. Влияние многократных гамма-облучений на мутационный процесс у гречихи.- В кн.: Чувствительность организмов к мутагенным факторам и возникновение мутаций. Вильнюс, 1982, с.54-55.
5. Савин В.Н. Действие ионизирующего излучения на целостный организм. М.: Энергоиздат, 1981, 120 с.

6. Тимофеев-Ресовский Н.В., Порядкова Н.А., Макаров Н.М.,
Преображенская Е.И. О действии слабых доз ионизирующих
излучений на рост и развитие растений.-Тр. Института
биологии УФАН СССР, вып.9, Свердловск, 1957, с.129-201.

П.И. ЮШКОВ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ РАДИОУСТОЙЧИВОСТЬ СЕМЯН И ПРОРОСТКОВ

BALIX PENTANDRA L.

Известно, что покоящиеся семена растений устойчивее к действию ионизирующих излучений, чем проростки (1,2). Однако в литературе мало данных о сравнительной радиоустойчивости семян и проростков древесных растений (7). В частности, отсутствуют сведения, характеризующие соотношение радиорезистентности семян и проростков у представителей рода *Balix*. Из большого числа видов ивы особый интерес представляет *Balix pentandra L.*, семена которой сохраняют жизнеспособность более продолжительное время (свыше одного года), чем у других видов (4,8). Это позволяет сравнить в одном опыте радиоустойчивость семян урожая двух лет и проростков из этих семян, а также оценить ее временную изменчивость.

В настоящей работе дается сравнительная оценка радиоустойчивости семян ивы пятитычинковой урожая двух смежных лет с двух деревьев и однодневных проростков из этих семян.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В опытах использовали семена *Balix pentandra L.*, собранные в 1983 и 1984 годах с двух деревьев. В предварительных экспериментах с семенами 1983 года было установлено, что семена с дерева 1 значительно чувствительнее к гамма-облучению семян с дерева 2. Воздушно-сухие семена урожая двух лет с обоих деревьев облучали гамма-квантами ^{60}Co на установке типа "Исследователь" в дозах 50, 100, 150 и 200 Гр при мощности дозы 57,0 сГр/сек. Семена высевали по 50 штук в чашки Петри на влажные бумажные фильтры и проращивали при температурных и световых условиях, описанных ранее (5). Однодневные проростки облучались

чали в чашках Петри в тех же дозах, что и семена. Радиоустойчивость семян оценивали по энергии прорастания и всхожести, а также по числу 35-дневных растений с корнями и листьями. Последний критерий использовали и для оценки радиационного поражения проростков. Контролем служили необлученные семена и проростки. Повторность в опытах четырехкратная. На рисунках приведены доверительные интервалы при $P=0,95$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Прорастание семян ивы во всех опытах началось через двое суток после посева.



Рис. I. Энергия прорастания (А) и всхожесть (Б) необлученных семян ивы пятитычинковой урожая 1983 г. (1) и 1984 г. (2). а-дерево 1, б-дерево 2.

На рисунке I видно, что энергия прорастания необлученных семян ивы с дерева 1 урожая 1983 года почти в два раза выше, чем у семян урожая 1984 года, и сходна с энергией прорастания семян обоих лет с дерева 2. Все необлученные семена имеют хорошую всхожесть 92-98 %. Почти у всех проростков из необлученных семян через 10-15 суток после посева наблюдали раскрытие семядолей. Темпы раскрытия семядолей у проростков дерева 1 1984 года были примерно на 30 % ниже, чем в других вариантах опыта (рис.2). Почти у всех необлученных растений

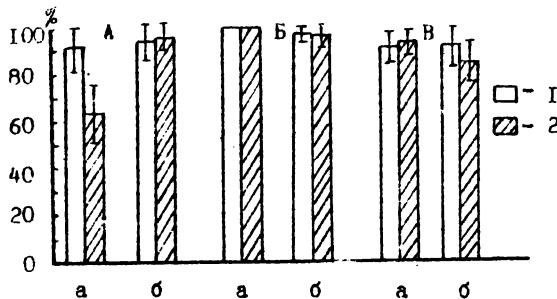


Рис.2. Морфогенез проростков ивы, развившихся из необлученных семян урожая 1983 (1) и 1984 (2) годов. А-число проростков с раскрытыми семядолями через 5 суток после посева, Б-число 35-дневных растений с корнями, В-число 35-дневных растений с листьями; а-дерево I, б-дерево 2 в 35-дневном возрасте имелись корни и листья.

На рисунках 3-5 представлены данные по радиоустойчивости семян урожая двух лет с обоих деревьев ивы. Семена с разных деревьев существенно различаются по дозовой зависимости энергии прорастания (рис.3). Так, доза облучения, снижающая энергию прорастания в два раза (D_{50}), у семян с дерева I урожая 1983 года составила 100 Гр, урожая 1984 года - 50 Гр. Гамма-облучение в интервале доз 50-200 Гр не оказало влияния на всхожесть семян с обоих деревьев урожая 1983 года. В 1984 году у семян с дерева I наблюдается снижение всхожести при дозах облучения 150 и 200 Гр.

Таким образом, семена урожая 1984 года обладают большей радиочувствительностью, чем семена урожая 1983 года. При этом у семян более "радиочувствительного" дерева I радиорезистентность снижается сильнее, чем у семян менее "радиочувствитель-

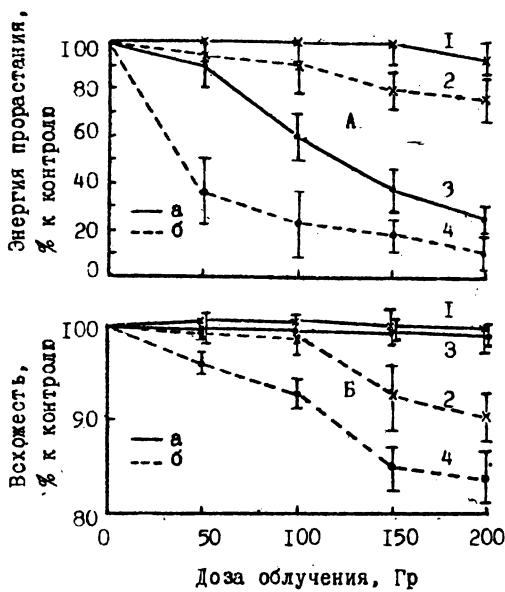


Рис.3. Зависимость энергии прорастания (А) и всхожести семян (Б) ивы урожая 1983 (а) и 1984 (б) годов от дозы гамма-облучения, I,2 - дерево 2, 3,4 - дерево I.

нного" дерева 2.

Облучение семян оказывает тормозящее действие на такой морфогенетический процесс у проростков ивы, как раскрытие семядолей. На рис. 4 видно, что облучение семян сильнее задерживает раскрытие семядолей у проростков, развившихся из семян дерева I, чем у проростков из семян дерева 2, причем, задержка раскрытия семядолей значительно больше у проростков из семян 1984 года. Сравнение рисунков Зи4 показывает, что изменение темпов раскрытия семядолей у проростков, вызванное гамма-облучением семян, сходно с изменением энергии прорастания.

Облучение семян вызвало торможение корнеобразования у части

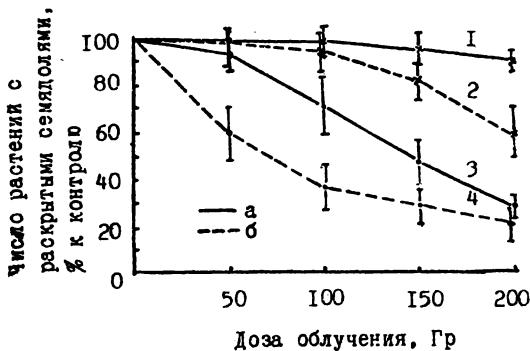


Рис.4. Зависимость раскрытия семядолей у 5-дневных проростков ивы от дозы гамма-облучения семян, год формирования семян: а-1983, б-1984. I,2 - дерево 2, 3,4 - дерево I.

проростков, появившихся из семян дерева I урожая обоих лет и из семян дерева 2 урожая 1984 года (рис. 5). Отметим, что торможение корнеобразования у потомков дерева I сильнее выражено при облучении семян урожая 1984 года. При облучении семян дерева 2 урожая 1983 года процесс корнеобразования не изменился по сравнению с контролем.

Анализ выявил высокую значимость влияния таких факторов, как: дозы гамма-облучения, год образования семян, разные материнские растения и их сочетаний на посевные качества семян ивы пятитычинковой (табл.). Обращает на себя внимание неоднаковая сила влияния одних и тех же факторов на энергию прорастания и образование листьев у молодых растений.

Данные, приведенные на рис. 6, характеризуют радиоустойчивость однодневных проростков ивы пятитычинковой. Критерий, используемый для оценки радиоустойчивости проростков - число 35-дневных растений с листьями, отражает их жизнеспособность,

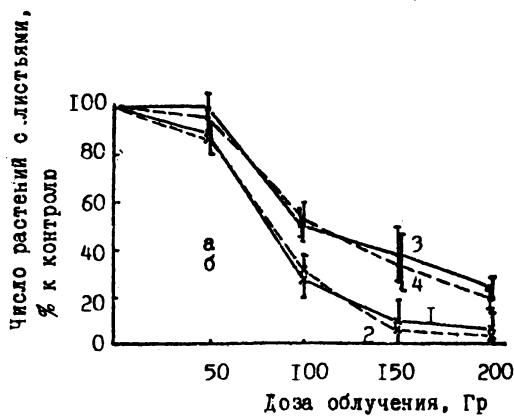
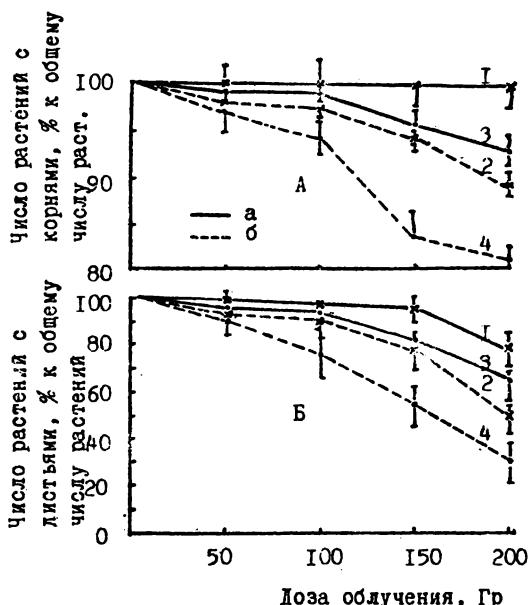


Таблица
Результаты дисперсионного анализа действия гамма-лучей
на семена (1) и проростки (2) ины пятитчинковой

Вариации	I			2			Гради.		
	Энергия прорастания	Число жизнеспособных растений	Число жизнеспособных растений	Г _{факт.}	Г ² _x , %	F _{факт}	Г ² _x , %	F _{факт}	Г ² _x , %
по фактору A	724,0	57,5	17,0	12,9	857,0	10,7	4,0	7,1	12,0
по фактору B	31,0	7,3	40,5	27,9	1,9	0,06	2,5	3,6	5,3
по фактору C	70,7	16,4	70,0	47,5	972,2	65,3	2,5	3,6	5,3
совместная AB	13,8	4,2	0	0	91,1	2,9	2,5	3,6	5,6
AC	39,7	9,3	4,2	2,9	284,0	8,9	2,5	3,6	5,6
BC	0	0	2,9	8,0	54,3	6,8	1,8	2,3	3,1
ABC	3,1	2,8	0,5	1,5	38,4	4,8	1,8	2,3	3,1

Примечание: фактор A - разные материнские деревья, B - год образования семян, C - доза гамма-облучения семян. Г²_x - показатель силы влияния (по Плохинскому). F_{факт.} - критерий Фишера фактический

так как проростки, не образовавшие листья в течение первого месяца жизни, погибают (5,6). На рисунке 6 видно, что растения, образовавшиеся из семян с дерева 2, более радиочувствительны, чем проростки из семян с дерева I. LD₅₀ по жизнеспособности 35-дневных растений составляет при облучении однодневных проростков из семян деревьев I и 2 соответственно 100 и 75 Гр. Проростки, появившиеся из семян одного и того же дерева, но урожая разных лет, не отличаются друг от друга по радиоустойчивости.

Дисперсионный анализ (3) подтвердил отсутствие достоверных различий радиоустойчивости проростков из семян урожая разных лет с одного и того же дерева и выявил существенное влияние на устойчивость проростков к облучению таких факторов; как доза гамма-облучения и разные материнские деревья, а также сочетания отдельных факторов.

Итак, опыты показали, что необлученные семена ивы пятитычинковой урожая двух смежных лет с обоих деревьев обладают высокими посевными качествами, но семена с первого дерева более радиочувствительны. Поскольку цветки одного и того же дерева в насаждении ивы в разные годы могут опыляться пыльцой разных деревьев, то можно предполагать, что различия в радиоустойчивости семян двух деревьев определяются в основном материнским генотипом. Реакция на облучение семян с каждого дерева, оцениваемая по их прорастанию, по темпам раскрытия семядолей и жизнеспособности проростков, изменяется от урожая к урожаю.

Однодневные проростки ивы оказались в два раза чувствительнее к гамма-облучению, чем воздушно-сухие семена. При этом у проростков-потомков разных деревьев ранг радиоустойчивости не соответствует таковому у семян, из которых они развились.

Из более радиоустойчивых семян появились менее радиоустойчивые проростки. Проростки-полусибы из семян урожая разных лет проявили одинаковую устойчивость к гамма-лучам, хотя исходные партии семян значительно различались по этому признаку. Необходимо продолжить изучение сравнительной радиоустойчивости семян и проростков ивы пятитычинковой у большего числа семей.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что радиоустойчивость семян с разных деревьев изменяется от урожая к урожаю, но при этом сохраняется ранг радиоустойчивости деревьев по признаку "радиоустойчивости семян".
2. Радиоустойчивость однодневных проростков ивы в два и более раз ниже радиоустойчивости воздушно-сухих семян.
3. Проростки из более радиоустойчивых семян чувствительнее к гамма-облучению, чем проростки из менее радиорезистентных семян.
4. Установлено, что однодневные проростки-полусибы из семян урожая двух лет имеют одинаковую радиоустойчивость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альшиц Л.К. О характере изменения радиочувствительности семян в процессе их набухания и прорастания.-Тр. Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Свердловск, 1975, вып. 95, с. 82-89.
2. Бреславец Л.П. Растение и лучи Рентгена. Н.-Л.: Изд. АН СССР, 1946, 196 с.
3. Плохинский Н.А. Биометрия. М.: Изд. Московского университета, 1970, 367 с.
4. Попцов А.В., Буч Т.Г. О факторах, способствующих сохранению всхожести семенами ивы.- Докл. АН СССР, 1952, т. 83, с. 489-492.

5. Щиков П.И. Влияние гамма-облучения семян *Salix pentandra* I на их всхожесть и морфогенез проростков.- В кн.: Действие ионизирующих излучений на растения. Свердловск, 1985, с. 48-60.
6. Щиков П.И., Чуева Т.А. Изменение радиоустойчивости семян *Salix pentandra* L. в зависимости от длительности их замачивания.- В кн.: Действие ионизирующих излучений на растения. Свердловск, 1985, с. 61-67.
7. Щиков П.И., Тарчевская С.В. Морфогенез сеянцев сооны обыкновенной и лиственницы Сукачева в условиях хронического гамма-облучения.- Тр. ИПГ, 1979, вып. 38, с. 124-129.
8. Junttila O. Seed germination and viability in five *Salix* species. - Astarte, 1976, v. 9, N1, p.19-24.

П.И. ЩКОВ

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОГО ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ И
СВЕТА НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН *SALIX PENTANDRA* L.

Свет оказывает многообразное влияние на семена растений (2, 3, 5). В радиоэкологическом отношении важно, что угнетающее действие больших доз ионизирующих излучений на прорастание семян может быть ослаблено или полностью снято светом (4-7, II, 15). Объектами исследований являются преимущественно культурные растения, у которых в отличие от дикорастущих, адаптивная реакция семян на свет может быть изменена вследствие селекции (3). Из дикорастущих растений в качестве объекта исследований представляют интерес ивы, прорастание семян которых светозависимо (II) и осуществляется в основном за счет растяжения клеток гипокотиля (1,8). Это дает возможность оценить роль света в стимуляции физиологических процессов, связанных с прорастанием у пораженных ионизирующей радиацией семян.

В данной работе рассматриваются результаты опытов по изучению влияния света и темноты на прорастание семян ивы пятитычинковой, подвергнутых гамма-облучению.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Семена *Salix pentandra* L. облучали в воздушно-сухом состоянии гамма-квантами ^{60}Co на установке типа "Исследователь" в дозах 150 и 200 Гр при мощности дозы 56,1 Гр/сек. Контролем служили необлученные семена. Сразу после облучения семена высевали по 50 штук в чашки Петри на влажные фильтры. Часть семян проращивали на свету (освещенность 3500 лк) при фотопериоде, равном 15 часам, температуре воздуха 27-29 $^{\circ}\text{C}$ днем и 18-20 $^{\circ}\text{C}$ ночь. Остальные семена помещали в светонепроницаемую камеру с тем же температурным режимом. Через 6 суток после посева часть

чашек с семенами и проростками перенесли из темноты на свет. Последствия предпосевного гамма-облучения семян и воздействия на них во время проращивания светом и темнотой оценивали по энергии прорастания (на четвертые сутки после посева) и всхожести. На рисунке приведены доверительные интервалы при $P=0,95$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке видно, что энергия прорастания облученных и необлученных семян на свету выше, чем в темноте. При этом стимуляция прорастания светом проявилась сильнее у облученных семян. Так энергия прорастания на свету превышает таковую в темноте у необлученных семян в 1,4 раза, а у облученных в 2,5 раза.

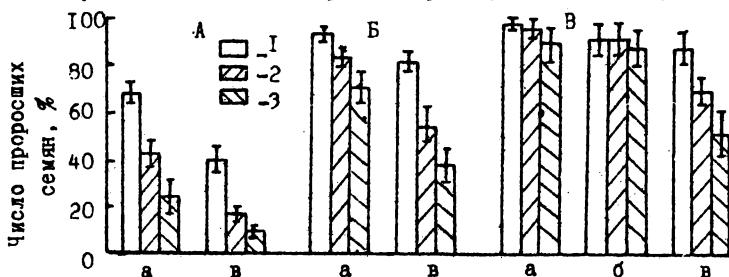


Рисунок. Зависимость прорастания семян ивы от дозы гамма-облучения и светового режима во время проращивания.

А-энергия прорастания, Б-всхожесть на 6 день, В-абсолютная всхожесть. Дозы облучения: I-контроль, 2-150 Гр, 3-200 Гр. Условия проращивания семян: а-30 суток свет (15 часов фотопериод), б-6 суток темнота+24 суток свет, в-30 суток темноты.

Через шесть суток после посева на свету проросли почти все семена в контроле (94%) и 70-80% облученных семян. За это же время в темноте проросло семян меньше, чем на свету, особенно задерживалось в темноте прорастание облученных семян. Так, если в контроле за 6 суток в отсутствии света проросло 82% семян,

то в вариантах опыта с облучением - 38-54%.

Учет проросших семян в конце месяца показал, что абсолютная всхожесть контрольных и облученных семян, находившихся на свету сразу после посева или первые 6 суток в темноте, а затем 24 суток на свету, практически одинакова. В контроле абсолютная всхожесть семян темнового варианта оказалась на 10% ниже абсолютной всхожести семян, проращиваемых на свету. У облученных семян, находившихся после посева постоянно в темноте, абсолютная всхожесть на 26-40% ниже, чем у семян, находившихся на свету.

Таким образом, опыты показали, что семена ивы пятитычинковой способны прорастать в темноте, однако, проращивание их на свету значительно повышает посевные качества, что проявляется в более высокой энергии прорастания и всхожести семян. Это согласуется с литературными данными (11). Предпосевное гамма-облучение повышает степень светозависимости прорастания семян ивы. Аналогичное явление наблюдалось в опытах с семенами сосны (7). Отметим также, что повышение фоточувствительности семян происходит и при некоторых стрессовых воздействиях нерадиационной природы (9). Следовательно, усиление светозависимости прорастания семян, вызываемое гамма-облучением, имеет неспецифический характер.

Так как прорастание семян ивы начинается с вытягивания гипокотиля (1), то, очевидно, свет стимулирует процессы растяжения клеток этого зародышевого органа. Стимулирующее действие света на прорастание семян осуществляется при участии фитохрома, который на свету способен переходить из неактивной формы в физиологически активную (3, 10, 13, 14). Показано, что растяжение гипокотиля контролируется фитохромом (3, 13). Видимо, торможение прорастания необлученных и облученных семян ивы

пятитычинковой в темноте связано с недостатком физиологически активной формы фитохрома.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что гамма-облучение в дозах 150 и 200 Гр воздушно-сухих семян ивы пятитычинковой снижает их энергию прорастания в темноте сильнее, чем на свету. Абсолютная всхожесть облученных семян ивы на свету выше, чем в темноте.

2. Показано, что с увеличением дозы предпосевного гамма-облучения возрастает степень светозависимости прорастания семян ивы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буч Т.Г. Сравнительное исследование биологических особенностей семян мать-и-мачехи, тополя и ивы.- Бюлл. Главного бот. сада. М.: Изд. АН СССР, 1961, вып. 41, с. 66-73.
2. Видавер У. Свет и прорастание семян.- В кн.: Физиология и биохимия покоя и прорастания семян. Пер. с англ. М.: "Колос", 1982, с. 211-225.
3. Куэнцов Е.Д., Сечняк Л.К., Киндрук Н.А., Слюсаренко О.К. Роль фитохрома в растениях. М.: Агропромиздат, 1986, 288 с.
4. Молков Б.Н., Савин В.Н. Влияние условий выращивания на изменение последействия гамма-лучей.- В кн.: Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных культур. М.: Изд. АН СССР, 1963, с. 54-56.
5. Овчаров К.Е. Физиологические основы всхожести семян. М.: Наука, 280 с.
6. Савин В.Н. Действие ионизирующей радиации на целостный репротипальный организм. М.: Энергоиздат, 1981, 120 с.
7. Юшков П.И. Модификация лучевого поражения семян сосны обыкновенной видимым светом.- В кн.: Модификация лучевого поражения семян. Свердловск, 1983, с. 48-60.

8. Шкок П.И. Влияние гамма-облучения семян *Salix pentandra* L. на их вхождость и морфогенез проростков. В кн.: Действие ионизирующих излучений на растения. Свердловск, 1985, с. 48-60.
9. Ekenari M. Light and seed dormancy. - In: Encyclopedia of Plant Physiology, ed. Ruhland W., Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1965, Bd. 15/2, p. 804-841.
10. Heiao A., Vidaver N. Phytochrom mediated germination response in γ -irradiation lettuce seeds. - Plant Physiology, 1974, v. 54, N1, p. 72-75.
11. Junnttila C. Seed germination and viability in five *Salix* species. - Astarte, 1976, v. 9, N1.
12. Kendrick R.E., Russel J.H. Photomanipulation of phytochrome in lettuce seeds. - Plant Physiology, 1975, v.56.
13. Mohr H. Der Einfluß monochromatischer Strahlung auf das Längewachstum des Hypocotyls und auf Anthocyanbildung bei Keimlingen von *Sinapis alba*. - Planta, 1957, v.49, s. 389-405.
14. Rollin P. Phytochrome control of seeds germination. - Phytochrome Proceedings of Symposium, Eretzia, 1971. London-New York, p. 229-254.
15. Stein G. Richter R. The effect x-ray irradiation in conjunction far red light on lettuce seeds. - Proceedings of Symposium "The effect ionizing radiation on seeds". Kannterring, IAEA, 1961, p. 197-199.

Т.А. ЧУЕВА, П.И. ЮШКОВ

ЗАВИСИМОСТЬ РАДИОУСТОЙЧИВОСТИ СЕМЯН *SALIX PENTANDRA L.*

ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИХ НАМАЧИВАНИЯ

Известно, что радиоустойчивость семян растений снижается при переходе их от покоящегося состояния к прорастанию (1,2). Однако семена разных видов растений различаются по биологии прорастания, по длительности отдельных фаз и общей продолжительности прорастания (3). Это обусловливает необходимость получения экспериментальным путем важной в радиоэкологическом отношении характеристики реакции прорастающих семян на действие ионизирующих излучений.

Ранее нами было установлено (6), что радиоустойчивость семян ивы пятитычинковой *Salix pentandra L.* через 24 часа после посева на влажный субстрат резко снижается по сравнению с такой же воздушно-сухих семян и сохраняется практически на этом уровне до начала прорастания. Однако остается неизвестным, через какое время после начала намачивания семян и какими темпами начинает изменяться их радиоустойчивость.

В настоящей работе показаны изменения влажности и радиоустойчивости семян ивы пятитычинковой в течение первых 24 часов после начала намачивания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В двух сериях опытов использовали свежие семена ивы пятитычинковой. В первой серии изучалась динамика поглощения воды семенами ивы. Для этого семена высевали в чашки Петри на влажные бумажные фильтры. Содержание воды в семенах определяли до посева и через 0,5, 1,0, 1,5, 2, 3, 6, 8, 12, 24 часа после посева. Во второй серии опытов семена этой же партии в воздушно-сухом состоянии, влажность 8%, а также через 0,5, 1,5, 3, 6, 12

и 24 часа после посева облучили гамма-квантами ^{60}Co на установке типа "Исследователь" в дозах 100, 150 и 200 Гр при мощности дозы 84,4 сГр/сек. Контролем служили необлученные семена. В этой серии опытов в каждую чашку Петри высевали по 50 штук семян. Повторность в опытах четырехкратная. Во всех опытах намачивание и прорацивание семян проводили при освещенности 3500 лк (длина дня 12 часов) и оптимальной температуре (27-29 $^{\circ}\text{C}$ днем и 18-20 $^{\circ}\text{C}$ ночь). Реакцию семян на гамма-облучение оценивали по энергии прорастания всхожести семян, а также по числу 30-дневных растений с листьями. Последний критерий отражает жизнеспособность молодых растений ивы, так как проростки, не образовавшие листьев в течение первых 30 суток, в дальнейшем погибают на стадии семядолей (6). На рисунках число растений с листьями выражено в процентах к общему числу растений и приведены величины доверительных интервалов при $P=0,95$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Опыты показали, что семена ивы интенсивно поглощают воду в первые 3 часа после попадания на влажный субстрат (рис. I).

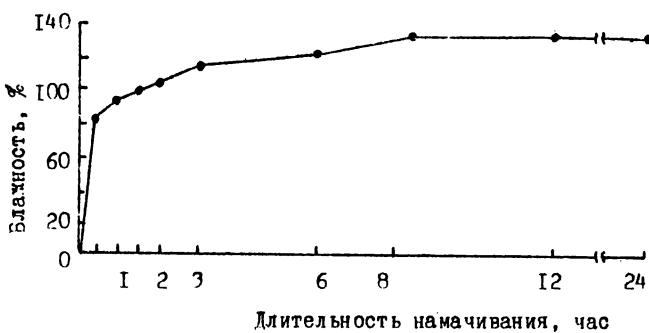


Рис. I. Динамика поглощения воды семенами
ивы пятитычинковой

К концу этого срока влажность семян составляла около 120%, а через 8 часов после посева она достигала 135% и до конца первых суток сохранялась на этом уровне.

На рис. 2 представлены данные о влиянии гамма-облучения воздушно-сухих и набухающих семян на их прорастание. Видно, что энергия прорастания семян, облученных в дозах 100-200 Гр в воздушно-сухом состоянии, не отличается от таковой в контроле.

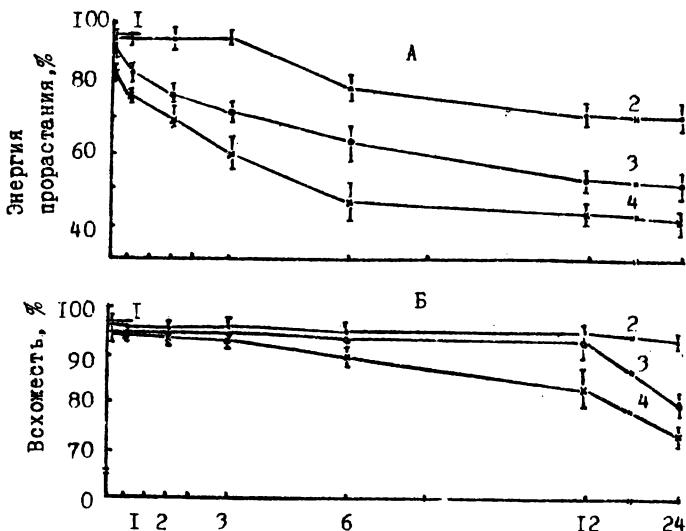


Рис. 2. Влияние гамма-облучения покоящихся и набухающих семян ивы на их энергию прорастания (А) и всхожесть (Б). I-контроль, 2-100 Гр, 3-150 Гр, 4-200 Гр. У семян, облученных после посева, энергия прорастания зависит от дозы облучения и длительности предрадиационного намачивания. Так, облучение в дозе 100 Гр в первые 3 часа после

посева не влияет на энергию прорастания семян. Однако воздействие этой дозой на семена через 6 и более часов набухания тормозит прорастание семян. Гамма-облучение семян в дозах 150 и 200 Гр до и после посева достоверно снижает энергию прорастания. При этом облучение семян после 30-минутного набухания оказывает более сильное тормозящее действие на прорастание, чем облучение воздушно-сухих семян. С увеличением длительности предрадиационного намачивания семян до 6 часов усиливается задержка радиацией их прорастания. Облучение семян спустя 12 и 24 часа после посева вызывает такое же снижение энергии прорастания, как и облучение через 6 часов набухания. На рисунке 2 видно, что облучение в дозе 100 Гр воздушно-сухих и набухших семян не влияет на их всхожесть. При облучении семян в дозе 150 Гр до намачивания и через 0,5-12 часов после посева всхожесть не отличается от контроля. Облучение семян в этой дозе спустя 24 часа после начала намачивания достоверно снижает всхожесть. Еще более сильное угнетающее действие на всхожесть оказывает гамма-облучение в дозе 200 Гр, эффект наблюдается при облучении через 6-24 часа после посева.

На рисунке 3 приведены данные о действии гамма-облучения семян ивы до и после посева на образование листьев у проростков. Видно, что облучение в дозе 100 Гр семян в воздушно-сухом состоянии и через 0,5-6 часов набухания не влияет на число 30-дневных растений с листьями. Облучение семян в этой дозе через 12 и 24 часа после посева снижает на 23-35 % число растений с листьями по сравнению с таковым при предпосевном облучении. Гамма-облучение воздушно-сухих семян в дозах 150 и 200 Гр вызывает снижение числа растений с листьями по сравнению с контролем на 40 и 55 %. Такое же угнетение образования листьев

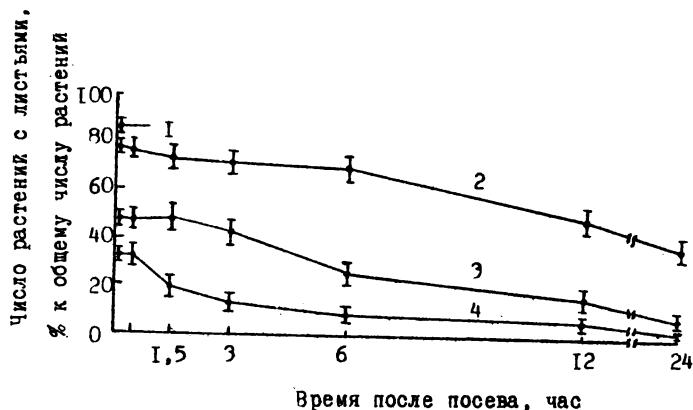


Рис. 3. Влияние гамма-облучения покоящихся и набухающих семян ивы на образование листьев у проростков.
I - контроль, 2-100 Гр, 3-150 Гр, 4-200 Гр.

ев у проростков вызывает обработка семян дозой 150 Гр через 0,5-3 часа и дозой 200 Гр через 0,5 часа после посева. Облучение семян в этих дозах через более продолжительное время набухания сильнее угнетает образование листьев у проростков. Наибольшее снижение числа растений с листьями наблюдается при облучении семян через 24 часа намачивания. Доза, снижающая вдвое число 30-дневных растений с листьями, при облучении воздушно-сухих семян составляет 150 Гр, а при облучении через 24 часа после посева - 100 Гр.

Итак, опыты показали, что у семян ивы пятитычинковой через 30 минут после начала их намачивания при оптимальных температурных условиях повышается чувствительность к гамма-облучению. Это проявляется в большей задержке прорастания семян, чем та, которую вызывает облучение воздушно-сухих семян. В это время влажность семян ивы составляет 80%. Наиболее существенное возрастание радиочувствительности набухающих семян происходит в течение первых 6 часов после посева. Через 8 часов

набухания влажность семян достигает 135 % и остается на данном уровне до конца первых суток пребывания семян на влажном субстрате. Радиоустойчивость семян в течение этого периода продолжает постепенно снижаться. Однако, как показано нами ранее (6), в дальнейшем с 24 до 48 часов, то есть до начала прорастания, радиоустойчивость семян ивы не изменяется.

Гамма-облучение семян ивы в воздушно-сухом и набухшем состоянии вызывает как торможение их прорастания, которое осуществляется у ивы за счет растяжения клеток гипокотиля, так и подавление образования листьев, связанного с пролиферативной деятельностью меристемы эпикотиля. Известно, что гамма-облучение семян ивы пятитычинковой приводит к более сильному угнетению листообразования, чем прорастания (5). Однако, снижение радиоустойчивости семян во время их набухания начинается по критерию "энергия прорастания" через 30 минут после начала намачивания, а по критерию "число 30-дневных проростков с листьями" – через 1,5 часа после начала намачивания. Возможно, это отражает различия во времени активации процессов растяжения клеток гипокотиля и процессов подготовки к делению клеток эпикотиля.

Хотя повышение радиочувствительности набухающих семян ивы пятитычинковой происходит в основном в период быстрого прорастания их влажности, прямая связь между уровнем содержания воды в набухающих семенах и их радиочувствительностью отсутствует. Подобная связь не обнаружена и в опытах с семенами гороха (1). Показано, что снижение радиорезистентности семян в период их набухания определяется, главным образом, изменением состояния ДНК в клетках зародыша (4).

ВЫВОДЫ

1. Радиоустойчивость семян ивы пятитычинковой в набухшем состоянии ниже, чем в воздушно-сухом. Доза гамма-излучения, вызывающая снижение в два раза числа жизнеспособных растений, составляет при предпосевном облучении 150 Гр, при облучении семян через 24 часа намачивания - 100 Гр.

2. У семян ивы пятитычинковой через 30 минут после начала их намачивания повышается чувствительность к гамма-облучению, что проявляется в доотверной задержке прорастания. Наиболее быстрое повышение радиочувствительности семян происходит в первые 6 часов после посева их на влажный субстрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альшиц Л.К. О характере изменения радиочувствительности семян в процессе их набухания и прорастания.- Тр. Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР, Свердловск, 1975, вып. 75, с. 82-89.
2. Бреславец Л.П. Растение и лучи Рентгена. М.: Изд. АН СССР, 1946, 196 с.
3. Попцов А.В., Некрасов В.И., Иванова И.А. Очерки по семено-ведению. М.: Изд. Наука, 1961, II2 с.
4. Савин В.Н., Архипов М.В. К вопросу о механизме радиочувствительности семян высокой влажности.- Докл. АН СССР, 1975, т. 210, № 1, с. 213-222.
5. Щиков П.И. Влияние гамма-облучения семян *Salix pentandra* L. на их прорастание и морфогенез проростков.- В кн.: Действие ионизирующих излучений на растения. Свердловск, 1985, с. 48-60.
6. Щиков П.И., Чуева Т.А. Изменение радиоустойчивости семян *Salix pentandra* L. в зависимости от длительности их

намачивания. В кн.: Действие ионизирующих излучений на растения. Свердловск, 1985, с. 61-67.

Т.А. ЧУЕВА
РАДИОУСТОЙЧИВОСТЬ СЕМЯН *SALIX PENTANDRA* L.
РАЗНОЙ ВЛАЖНОСТИ

Известно, что радиочувствительность семян зависит от содержания в них воды во время облучения. Наибольшей радиочувствительностью обладают семена низкой влажности 1-4%, наименее - воздушно-сухие 5-14%. С дальнейшим повышением влажности радиочувствительность семян, как правило, возрастает (1,3,5,7,10,11,12). Однако у семян разных видов растений изменение влажности в одних и тех же пределах может неодинаково отражаться на их радиочувствительности (6). В связи с этим представляется интересным изучение зависимости радиоустойчивости семян от их влажности у ивы пятитычинковой *Salix pentandra* L. Способность семян этого вида ивы достигать высокого уровня влажности (8) даёт возможность изучать их радиочувствительность при более широком диапазоне влажности, чем сделано в опытах с семенами других видов растений.

В настоящей работе приведены данные, характеризующие влияние гамма-облучения семян ивы пятитычинковой разной влажности на их всхожесть.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В опытах использовали семена ивы пятитычинковой следующих уровней влажности: 2,5,7,10,20,30 и 60%. Влажность семян определяемого уровня достигалась путём выдерживания их в экскикаторе над силикагелем (влажность 2%), над раствором серной кислоты определённых концентраций (5-30%) и над водой (60%) в термостате при температуре 20⁰С. Через трое суток после достижения определённой влажности семена поместили в полизтиленовые пакеты, которые сразу герметизировали.

Семена в пакетах облучали гамма-квантами ^{60}Co на установке типа "Исследователь" в дозе 200 Гр при мощности дозы 48,6 сГр/с. После облучения проводили определение влажности семян. Контрольным служили необлучённые семена. Сразу после облучения семена высевали по 50 штук в чашки Петри на влажные бумажные фильтры. Семена проращивали на рассеянном естественном свете при дополнительном люминесцентном освещении (общая освещённость 3500 лк) и температуре воздуха 26–29°C днём и 10–20°C ночью. Повторность в опытах четырёхкратная. Радиочувствительность оценивали по абсолютной всхожести. На рисунке приведены доверительные интервалы при $P=0,95$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке видно, что всхожесть необлучённых семян не зависела от влажности перед посевом и составила около 94%.

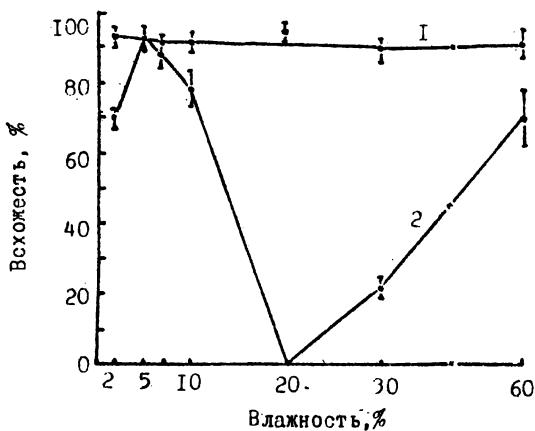


Рис. Влияние гамма-облучения семян ивы пятичекиновой разной влажности на всхожесть. I-контроль; 2-доза облучения 200 Гр

Облучение семян влажности 2% в дозе 200 Гр снизило их всхожесть на 22%.

С повышением влажности до 5 и 7% устойчивость семян к облучению возрастает и всхожесть их не отличается от контроля. Облучение семян влажности 10% вызвало достоверное снижение всхожести на 10% по сравнению с таковой у необлученных семян. Семена влажности 20%, подвергнутые облучению в дозе 200 Гр, полностью утратили способность прорастать. С повышением влажности семян до 30 и 60% повреждающее действие гамма-облучения уменьшается. Так, облучение семян влажности 60% понизило их всхожесть только на 10% по сравнению с контролем.

Таким образом, зависимость радиочувствительности семян ивы пятитычинковой от их влажности в диапазоне от 2 до 60% имеет волнобразный характер. Наибольшей радиочувствительностью обладают семена влажности 20%, а с увеличением влажности до 60% и с уменьшением до 5% радиоустойчивость повышается. Снижение влажности семян до 2% вновь вызывает возрастание их радиочувствительности, но в значительно меньшей степени, чем при 20 и 30%.

Поскольку прорастание семян ивы связано не с появлением корешка, а с вытягиванием гипокотиля с семядолями (2,4), то установленное в опытах изменение радиоустойчивости семян в зависимости от их влажности фактически отражает разную степень нарушения процессов растяжения клеток, за счёт которого происходит удлинение гипокотиля зародыша семени. Обращает на себя внимание резкое снижение радиоустойчивости семян ивы при влажности 20% и возрастание её с повышением влажности до 30 и 60%. Отметим, что последнее не наблюдалось в опытах с семенами других растений (5,6).

ВЫВОДЫ

Изучено влияние гамма-облучения семян ивы пятитычинковой разной влажности в дозе 200 Гр на их всхожесть. Показано, что зависимость радиочувствительности семян ивы от их влажности

имеет волнообразный характер. Наибольшей радиочувствительностью обладают семена влажности 20%, с увеличением влажности до 60% и уменьшением до 5% радиочувствительность семян понижается. Снижение влажности до 2% вновь приводит к возрастанию радиочувствительности семян, но в меньшей степени, чем при влажности 20%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алълиц Л.К. О характере изменения радиочувствительности семян в процессе их набухания и прорастания.-Тр. Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Свердловск, 1975, вып. 95, с. 82-89.
2. Буч Т.Г. Сравнительное исследование биологических особенностей семян ильи-и-мачехи, тополя и ивы.-Бюлл. Главного ботан. сада. М.Изд. АН СССР 1961, вып. 41, с. 66-73.
3. Порозова О.А. Радиочувствительность семян сосны в зависимости от их влажности и сроков хранения после облучения.- Экология, 1983, с. 79-82.
4. Попцов А.В., Буч Т.Г. О факторах, способствующих сохранению всхожести семян ивы.-Докл. АН СССР, 1952, т. 83, № 3, с. 489-492.
5. Порядкова Н.А. О механизме влияния влажности на цитогенетические эффекты облучения семян.-Тр. Ин-та биологии УФАН СССР, 1965, вып. 44, с. 79-96.
6. Савин В.Н. Действие ионизирующего излучения на целостный растительный организм. М.: Энергоиздат, 1981, с. 120
7. Тарчевская С.В., Юшков П.И., Каширо Ю.П. Зависимость всхожести семян сосны от условий пострадиационного хранения.-Бюлл. Радиоустойчивость семян растений и её изменчивость. Свердловск, 1980, с. 19-34.
8. Чуева Т.А., Юшков П.И. Зависимость радиоустойчивости семян *Salix pentandra* L. от продолжительности их намачивания.

Статья в настоящем препринте.

9. Фесенко Э.В. Влияние влажности на процессы пострадиационного восстановления при облучении покоящихся семян гороха. Автореф. канд.дисс., Л. 1967.
10. Caldecott R.S. Effect of hydration on X-ray sensitivity in Hordeum. - Rad. Res., 1955, n. 3, p. 316-330.
11. Curtis H.J., Delihas N., Caldecott R.S., Konzak C.T. Modification of radiation damage in dormant seeds by storage. - Rad. Res., 1958, n. 8, p. 526-534.
12. Ohba K. Radiation sensitivity of nine seeds of different water content. - Hereditas, 1961, 47, -2, p. 283-294.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Альшиц Л.К., Куликов Н.В. Цитогенетический эффект действия малых доз ионизирующей радиации на семена растений.	3
2. Позолотина В.Н. Пострадиационные изменения в росте и развитии у <i>Taraxacum</i> <i>officinale</i> Wigg.	9
3. Позолотина В.Н., Журавская А.Н. Отдаленные последствия предпосевного гамма-облучения семян <i>Dahlia variabilis</i> L. в поколения P, F_1, F_2 .	18
4. Тарчевская С.В., Порозова О.А., Йлдашева Н.В. Влияние однократного предпосевного гамма- облучения на развитие растений и посевые качества семян гороха в последующих поколениях.	27
5. Йлков П.И. Сравнительная радиоустойчивость семян и проростков <i>Salix pentandra</i> L.	34
6. Йлков П.И. Влияние предпосевного гамма-облу- чения и света на прорастание семян <i>Salix</i> <i>pentandra</i> L.	44
7. Чуева Т.А.. Йлков П.И. Зависимость радиоус- тойчивости семян <i>Salix pentandra</i> L. от продолжительности их намачивания.	49
8. Чуева Т.А. Радиоустойчивость семян <i>Salix</i> <i>pentandra</i> L. разной влажности.	57

ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ
НА СЕМЕНА И ВЕГЕТИРУЮЩИЕ РАСТЕНИЯ

Препринт

Рекомендовано к изданию Ученым советом
Института экологии растений и животных
и РИСО УрО АН СССР

Ответственный за выпуск - В.Н. Позолотина

Подписано к печати 16.12.87 НС 34167 Формат 60x84/16
Бумага типографская. Печать офсетная.
Усл.печ.л. 3,0. Уч.изд.л. 2,5. Тираж 200. Цена 25 коп.
Заказ 3048

Институт экологии растений и животных УрО АН СССР,
Свердловск, 8 Марта, 202.
Цех № 4 п/о "Полиграфист", Свердловск, Тургенева, 20.