

**ВЛИЯНИЕ ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ СЕМЯН НА ОНТОГЕНЕЗ
ЯЧМЕНЯ НА РАЗНОУДОБРЕННЫХ ФОНАХ
В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ**

*ГОЛОКОВСКАЯ И. Н., ЛЫСИКОВ В. Н., ПРОХОРОВА П. Г., САВОН А. С.,
СМИРНОВ А. Н., ХРИСТЕВА Л. А.*

Известно, что гамма-облучение семян вызывает в них глубокие изменения, которые проявляются на всем онтогенезе растения. Характер проявления этого воздействия определяется дозами облучения, причем малые — вызывают стимуляцию роста и развития растений (3), а большие — угнетение. Однако степень угнетения при одних и тех же дозах облучения у разных растений проявляется по-разному, что связано, с одной стороны, с их радиорезистентностью, с другой стороны — с наличием определенных внешних условий, которые могут модифицировать эффект облучения.

К числу факторов модификации относятся, с одной стороны, трудно регулируемые метеорологические условия, с другой — сравнительно легко поддающаяся регуляции — среда корневого питания.

В связи с вышеизложенным первой задачей нашей работы было: определить в полевых условиях степень ингибирования роста, развития и урожайности ячменя в зависимости от дозы облучения семян и возможность его снятия разными нормами и видами удобрений.

Установлено (2, 4), что под влиянием больших доз радиации очень сильно повреждается генетический аппарат клетки, что отрицательно сказывается на последующих поколениях.

Поэтому второй задачей наших исследований было установить последствие лучевых поражений и изучаемых удобрений на посевные качества семян ячменя в первом и втором поколениях.

Методика постановки опытов

Полевые опыты проводились с ячменем сорта Донецкий 4 в 1973—1975 гг. на опытном поле в учебно-опытном хозяйстве ДСХИ «Самарский».

Почва — чернозем обыкновенный, малогумусный, тяжелосуглинистый на лессе. Повторность пятикратная, агротехника общепринятая для данной зоны.

Удобрения вносили под предпосевную культивацию. В качестве гуминовых удобрений в опытах был использован гумофос, который вносился в двух дозах — 10 т/га и 20 т/га. Он был приготовлен на основе низинного торфа Замглайского месторождения. Гумофос содержал: азота, гидролизуемого в 0,5 нормальной H_2SO_4 , 0,48—0,6 процента, а фосфора — 0,25—1,1%. Минеральные удобрения вносились в виде аммиачной селитры и гранулированного суперфосфата.

Сухие семена облучались на установке ГУБЭ-4000 при мощности дозы в 1973 г. 800 р/мин., а в 1974—1975 гг. — 250 р/мин.

В соответствии с первой задачей, которая ставилась перед нашими исследованиями и были приняты дозы облучения. Стремясь получить ингибирование и опираясь на литературные данные, в 1973 г. испытывались дозы в 16 и 20 тыс. р.

Однако после учета урожая оказалось, что облучение 16 тыс. р. незначительно ингибировало опытную культуру. Облучение в дозе 20 тыс. р. уже существенно сказалось на снижении урожайности по сравнению с необлученным контролем на удобренном фоне.

Поэтому в 1974 г. облучение семян проводили дозой 20—24 тыс. р. Однако результаты 1974 г. не совпали с предыдущим годом, т. к. облучение в дозе 20 тыс. р. вызвало значительно большее угнетение, чем в предыдущем году. Поэтому в 1975 г. были испытаны дозы 16, 20 и 24 тыс. р.

Учет урожая — сплошной поделочный с пересчетом на стандартную влажность. Опыты сопровождалось фенологическими наблюдениями и биометрическими измерениями.

Для определения посевных качеств семян первого и второго поколения семена высевались в поле вручную на делянку 1 м² из расчета 100 зерен в 10-кратной повторности по единому фону.

Метеорологические условия в годы проведения опытов были следующие:

1973 г. характеризовался обильным выпадением осадков, поэтому вегетационный период ячменя проходил в благоприятных условиях;

1974 г. отмечался затяжной холодной весной, неравномерным выпадением осадков и невысокой температурой воздуха;

1975 г. был чрезвычайно неблагоприятный — он характеризовался, прежде всего, почвенной и воздушной засухой в наиболее критические периоды вегетации растений.

Результаты исследований

Результаты фенологических наблюдений показывают, что из изучаемых факторов наиболее сильное влияние на процесс развития растений оказывает предпосевное облучение зерна и меньше — удобрения. Это влияние начинается сразу со всходов. Так, было отмечено, что на вариантах с облучением появление всходов запаздывало в среднем на 3—4 дня по сравнению с контролем. Известно, что облучение семян в больших дозах снижает всхожесть и что потери в урожае от ингибирующих доз радиации в значительной степени зависят от густоты стояния. Поэтому во все годы опыта учету этого показателя придавалось большое значение.

Анализ густоты стояния ячменя по опыту 1973 г. показывает, что под влиянием облучения в испытываемых дозах количество растений на 1 м² уменьшается, однако в условиях этого года изреженность посевов была невысокой и даже облучение семян в дозе 20 тыс. р. не дало ЛД₅₀.

Следует отметить, что основное изреживание посева в этом опыте под влиянием облучения нужно отнести за счет неполных всходов, хотя и после появления их отмечалось некоторое выпадение растений. Влияние удобрений на этот показатель не было особенно заметным.

Данные опытов 1974—1975 гг. показывают, что под влиянием облучения семян количество всходов в эти годы резко уменьшалось, так, облучение в дозе 20 тыс. р. снизило густоту стояния в среднем на 60%, а при 24 тыс. р. — еще больше. Эти данные не совпадают с результатами предыдущего года.

Очевидно, на ингибирующий фактор облучения наложилось отрицательное влияние низких температур, которыми отличалась весна 1974 г., и недостаток влаги в 1975 г. Просмотр состояния прорастающих семян в почве показал, что почти все семена трогались в рост. Однако выйти на поверхность и, следовательно, дать всходы удалось немногим.

Облучение семян перед посевом сказалось и на дальнейших

фазах развития. Так, у растений из облученных семян кушение началось с опозданием на 4 дня. Опоздывало также и полное кушение. Примерно на такой же промежуток времени задерживалась и фаза выхода в трубку. Последующие фазы развития также начинались одновременно.

Обращает на себя внимание влияние облучения на наступление фаз спелости зерна. Облучение посевного материала в дозе 16 тыс. р. несколько ускорило наступление молочной спелости и не оказало особого влияния на восковую и полную спелость. В то же время облучение семян в дозе 20 и 24 тыс. р. существенно задержало молочную и восковую спелости. Отрицательно сказалось оно и на наступление полной спелости, что было особенно заметно в крайне неблагоприятном 1975 г.

Ускорение фаз развития под влиянием удобрений, становится заметным только в фазе колошения. Некоторые преимущества в этом плане имел гумофос.

Что же касается влияния удобрений на скорость формирования зерна, то оно было менее заметным по сравнению с фактором облучения посевного материала. Однако наступление фазы спелости несколько ускорялось под влиянием гумофоса.

В таблице 1 приводятся данные, характеризующие влияние доз облучения и удобрений на кустистость. Они показывают, что под влиянием облучения во все годы опытов коэффициент кустистости увеличивается. Причем это было особенно заметно в 1974 г., когда с увеличением дозы облучения увеличивалась как общая, так и продуктивная кустистость. Удобрения также повышали кустистость по сравнению с неудобренным вариантом, причем влияние минеральных и гуминовых удобрений на этот показатель мало различалось между собой.

Можно предполагать, что под влиянием облучения кустистость увеличивалась потому, что на этих вариантах посевы были изрежены и растением предоставлялась большая площадь питания.

Однако влияние удобрений на кустистость при облучении хотя и сказалось положительным образом, но не коррелирует с влиянием изучаемых доз удобрений на изреженность. Следовательно, повышение кустистости на вариантах с облучением нельзя отнести только за счет улучшения условий питания. Очевидно, здесь нужно искать причину в каких-то более глубоких биологических сдвигах. Эта мысль находит свое подтверждение в том, что максимальное влияние на коэффициент кустистости оказало сочетание облучения, высокого уровня минерального питания и внесения в почву физиологически активных веществ.

Приведем теперь урожайные данные по опытам 1973—1975 гг.

Данные табл. 2 показывают, что в 1973 г., который отличался достаточным количеством осадков, как гуминовые, так и минеральные удобрения достоверно повысили урожай нормально вегетирующего ячменя.

Увеличение доз как минеральных удобрений, так и гуминовых, также способствовало увеличению прибавок зерна, но по сравнению с первой дозой эти прибавки были гораздо ниже.

При посеве облученными семенами картина была следующей: облучение семян дозой в 16 тыс. р. дало снижение урожая на неудобренном фоне на 3,3 ц/га; однако это снижение находится в пределах математической достоверности, а урожай в процентах к необлученному контролю составляет 87,5% или, другими словами, степень угнетения составила всего 12,4%.

Действие удобрений на этом фоне было эффективным и урожай на этих делянках превышал контроль без удобрений и без облучения. Однако в связи с тем, что степень угнетения данной дозой радиации

Таблица 1

Влияние облучения и удобрений на кустистость ячменя (по опытам 1973—1975 гг.)

Доза облучения	1973 год				1974 год				1975 год							
	без облучения		20 т. ф.		без облучения		20 т. ф.		без облучения		20 т. ф.		24 т. ф.			
	кв/по	продуктивная	кв/по	продуктивная	кв/по	продуктивная	кв/по	продуктивная	кв/по	продуктивная	кв/по	продуктивная	кв/по	продуктивная		
Контроль (без удобрения)	1,6	1,5	1,4	1,3	1,69	1,60	2,75	2,59	3,11	2,96	1,14	1,02	1,85	1,60	1,69	1,36
Гумофос 10 т/га	1,5	1,4	2,0	1,8	2,24	2,05	3,16	2,96	3,55	3,43	1,12	1,04	1,75	1,58	2,19	1,58
Минеральные удобрения — 1 доза	1,4	1,4	1,9	1,2	2,46	2,36	3,20	2,96	3,6	3,36	1,17	1,03	1,81	1,50	1,72	1,49
Гумофос 20 т/га	1,9	1,8	2,1	1,7	2,48	2,40	3,32	3,10	3,4	3,26	1,10	0,95	1,87	1,59	1,96	1,50
Минеральные удобрения — 2 дозы	1,6	1,5	2,6	2,3	2,99	2,89	3,44	4,0	3,89	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 2

Влияние облучения семян и удобрений на урожай ячменя
(полевой опыт 1973 г.)

Дозы облучения Варианты удобрения	Без облучения		Облучение 16 тыс. р.			Облучение 20 тыс. р.		
	урожай, ц/га	% к контролю	урожай, ц/га	% к контролю		урожай, ц/га	% к контролю	
				необлуч. и удобр.	облучен. и удобр.		необлуч. и удобр.	облучен. и удобр.
Контроль (без удобрения)	26,8	100,0	23,5	87,6	100,0	16,3	60,8	100,0
Гумофос 10 т (N ₂₆ P ₃₀)	33,2	123,8	31,9	119,0	135,7	23,8	88,8	146,0
Минеральные удобрения N ₃₆ P ₃₀	36,8	137,3	33,9	126,5	144,2	26,3	98,1	161,3
Гумофос 20 т (N ₅₂ P ₆₀)	37,6	140,3	33,3	124,2	141,7	30,0	111,9	184,0
Минеральные удобрения N ₇₂ P ₆₀	39,9	148,8	34,6	129,1	147,2	32,4	120,9	198,7

t — теоретическое по Стьюденту — 2,3;

t — фактическое в сравнении с контролем — 5,3—9,65.

была невелика, ответить на вопрос о степени снятия радиационных повреждений при помощи удобрений затруднительно. Поэтому опыты с этой дозой в следующем году продолжены не были.

Опыты, в которых ячмень высевался семенами, облученными в дозе 20 тыс. р., дали гораздо более четкие результаты.

Как следует из этой же таблицы, степень угнетения по урожаю составила 39,2%, т. е. ее следует считать вполне достоверной и существенной. Действие удобрений на этом фоне было также существенным. Урожай как по гумофосу, так и по минеральным удобрениям достиг основного контроля (без облучения и без удобрения) и даже превысил его.

Результаты опыта 1974 г. (табл. 3) дают несколько иную картину. Урожай при посеве необлученными семенами был выше по сравнению с прошлым годом, но относительная прибавка как от гуминовых, так и от минеральных удобрений хотя и была математически достоверной, но ниже. Не эффектировало увеличение доз удобрений.

Что касается ингибирующего действия радиации, то в 1974 г. оно было гораздо более заметно и полностью математически достоверно для обеих доз облучения. Урожай, полученный без удобрений в 15,9 ц и соответственно 13,6 ц/га, значительно ниже необлученного контроля и говорит об угнетении при 20 тыс. р. примерно на 50%, а при 24 тыс. р. — на 60%. Гуминовые и минеральные удобрения в какой-то мере улучшают жизнедеятельность растений, что в конечном итоге реализовалось в повышении урожайности. Прибавка урожая от удобрений хотя математически и достоверна при обеих дозах облучения, однако получить урожай на уровне контроля не удалось. Интересно, что в абсолютном и относительном выражении эта прибавка выше при более высокой дозе облучения (24 тыс. р.). Здесь следует напомнить, что Д. М. Гродзинский (1) высказывает предположение, что максимальный эффект по снятию ингибирующего действия от различных веществ должен иметь место при сублетальных дозах облучения. Если сопоставить влияние этой дозы облучения семян на густоту стояния ячменя с урожаем, то нетрудно увидеть, что это предположение подтверждается вышеприведенными экспериментальными данными:

Важно отметить, что при этой дозе облучения математически достоверно было дополнительное повышение урожайности при увеличении нормы внесения гумофоса до 20 т/га, тогда как эта доза гумофоса была неоправдана при облучении меньшей дозой (20 тыс. р.) и в случае посева необлученными семенами.

Внесение в почву минеральных удобрений при посеве семенами, облученными в той же дозе, дало несколько иную картину. Математически недостоверным было повышение урожайности при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{44}P_{44}$, а при внесении $N_{88}P_{88}$ была получена дополнительная прибавка, которая оказалась математически достоверной по сравнению с контролем.

Внесение минеральных удобрений в первой норме при посеве ячменя семенами, облученными в 24 тыс. р., существенно повысило урожай, тогда как удвоенная норма удобрений оказалась явно неэффективной. Здесь следует подчеркнуть, что результаты 1974 года бесспорно нужно объяснить метеорологическими условиями весны и лета. Прохладная и влажная весна, большое количество осадков летом положительно сказалось на урожае нормально вегетирующего ячменя, тогда как холодная весна способствовала изреживанию посевов на вариантах с облучением, что повлекло за собой снижение урожайности. Результаты учета урожая 1975 года показывают, что в этом крайне неблагоприятном году урожай на необлученных вариантах был ниже обычного буквально в половину, а действие удобрений было недо-

Таблица 3

Влияние облучения семян и удобрений на урожай ячменя
(полевой опыт 1974 г.)

Доза облучения	Доза удобрения							
	без облучения		20 000р.			24 000р.		
	урожай, ц/га	% к контролю	урожай, ц/га	% к контролю		урожай, ц/га	% к контролю	
необлуч. и неудобр.				облуч. и неудобр.	необлуч. и неудобр.		облуч. и неудобр.	
Контроль	33,4	100,0	15,9	47,6	100	13,6	40,7	100
Гумофос 10 т/га ($N_{33}P_{44}$)	43,1	127,8	20,2	60,5	127,0	22,3	66,7	164,0
Минеральные удобрения $N_{44}P_{44}$	41,8	123,9	18,9	56,5	118,9	21,4	64,0	157,3
Гумофос 20 т/га ($N_{66}P_{44}$)	42,9	127,2	20,8	62,4	130,8	24,0	71,9	176,5
Минеральные удобрения $N_{88}P_{88}$	42,0	125,7	20,9	62,5	131,5	17,4	52,0	127,9

t — теоретическое по Стьюденту — 2,3;

t — фактическое — от 2,4 до 3,6 по сравнению с контролем при достоверности 95%.

верным. При облучении семян в 20 000 р. ингибирование по урожаю составило 54,5%, а действие удобрений было математически недоказуемым. Однако с увеличением дозы облучения до 24 тыс. р. снижалась урожайность по сравнению с необлученным контролем до 65%, математически достоверно было действие 20 т/га гумофоса и минеральных удобрений. Однако довести урожай до необлученного контроля при помощи удобрений не представилось возможным.

Как уже говорилось выше, решающей причиной снижения урожая при предпосевном облучении семян, особенно высокими дозами, является изреженность посевов. В связи с этим в схему опыта 1975 г. были включены варианты с увеличенной нормой высева.

Анализ данных табл. 4 показывает, что даже в таком засушливом году, каким был 1975 год, можно добиться заметного восстановления урожая, пострадавшего от облучения, путем повышения густоты стояния.

Особенно эффективной оказалась удвоенная норма высева, причем в этом случае математически достоверную прибавку урожая получили от внесения минеральных удобрений в одной дозе и гумофоса — 10 т/га. В то же время увеличение нормы удобрения себя не оправдало.

Для того, чтобы сравнить относительную эффективность азота, внесенного в виде гуминовых и минеральных удобрений (поскольку они не были выравнены по азоту), приведем данные пересчета урожая ячменя на 1 кг азота (табл. 5). Они показывают, что облучение семян перед посевом ингибирующими дозами снижает эффективность единицы азота по сравнению с необлученным вариантом. Однако очень важно отметить, что увеличение дозы облучения с 20 до 24 тыс. р., которую можно рассматривать как сублетальную, не только не снизило эффективность единицы азота, а даже несколько ее повысило. Эффективной чертой которых является присутствие в них физиологически активных форм гумусовых веществ, была выше, чем от минеральных.

Таблица 4

Влияние облучения на урожай ячменя при разных дозах удобрений и нормах высева семян (опыт 1975 г.)

Дозы облучения и нормы высева	Без облучения		20 тыс. р.		24 тыс. р.		24 тыс. р.			
	одна норма высева						1,5 нормы высева		2 нормы высева	
	ц/га	% к контролю	ц/га	% к необлуч. не-удобр. контролю	ц/га	% к необлуч. не-удобр. контролю	ц/га	% к необлуч. не-удобр. контролю	ц/га	% к необлуч. не-удобр. контролю
Контроль	15,6	100,0	7,1	45,5	5,5	35,3	5,3	34,0	10,1	64,7
Гумофос 10 т/га (N ₂₃ P ₅₂)	17,2	110,3	8,5	54,8	7,1	45,5	8,1	51,9	12,9	82,7
Минеральные удобрения (N ₂₃ P ₅₂)	17,0	109,0	6,8	43,6	7,8	50,0	7,3	46,8	12,3	78,8
Гумофос 20 т/га (N ₄₆ P ₁₀₄)	17,7	113,5	7,3	46,8	8,1	51,9	10,0	64,1	12,9	82,7

t — теоретическое — 2,3;

t — фактическое в сравнении с контролем — от 0,32 до 6,52.

Представляют интерес и данные, характеризующие содержание протеина в зерне ячменя (табл. 6).

Они показывают, что под влиянием облучения повышается содержание сырого протеина. Причем с увеличением дозы облучения посевного материала до 24 тыс. рентген это влияние было более заметным. Внесение гуминовых и минеральных удобрений на контроле без облучения не оказало существенного влияния на этот показатель. При облучении семян в 20 тыс. р. процент протеина под влиянием всех удобрений повысился, но еще больше увеличилось количество протеина на

Таблица 5

Урожай зерна в пересчете на 1 кг азота при внесении разных видов удобрений и предпосевном облучении семян (полевые опыты 1973—1975 гг.)

расчетная доза NP	Гумофос			расчетная доза NP	Минеральные удобрения		
	кг зерна на 1 кг N				кг зерна на 1 кг N		
	без облучения	20 т. р.	24 т. р.		без облучения	20 т. р.	24 т. р.
1973 год							
N ₂₆ P ₃₀	127,0	92,0	—	N ₃₆ P ₃₀	102,0	73,0	—
N ₅₂ P ₆₀	72,0	58,0	—	N ₇₂ P ₆₀	55,0	45,0	—
1974 год							
N ₃₃ P ₄₄	130,6	61,2	67,6	N ₄₄ P ₄₄	95,0	42,9	48,6
N ₆₆ P ₄₄	65,0	31,5	36,3	N ₈₈ P ₈₈	47,7	23,7	19,7
1975 год							
N ₂₃ P ₅₂	74,7	37,0	30,8	N ₂₃ P ₅₂	73,9	29,5	33,9
N ₄₆ P ₁₀₄	38,5	29,5	17,6	N ₄₆ P ₁₀₄	—	—	—

Таблица 6

Влияние удобрений и облучения на содержание сырого протеина в зерне ячменя (% на а.с.в., среднее за 1973—1974 гг.)

Дозы облучения	Дозы облучения, в тыс. рентген		
	0	20	24 *
Варианты удобрения			
Контроль	12,25	13,21	14,15
Гумофос 10 т/га	12,62	14,12	15,46
NP — 1 доза	11,72	14,87	14,51
Гумофос 20 т/га	12,90	14,15	15,12
NP — 2 дозы	12,24	15,60	13,78

* Данные только за 1974 год.

варианте, где посев ячменя был произведен семенами, облученными в дозе 24 тыс. р. В этом случае наиболее четко сказалось влияние гуминовых удобрений, тогда как минеральные удобрения в повышенной дозе внесения даже несколько снизили процент протеина против не-удобренного контроля.

Теперь перейдем к рассмотрению результатов полевых опытов, в которых изучалось последствие предпосевного облучения семян и фона выращивания материнских растений на жизнедеятельность первого поколения. В табл. 7 приводятся данные о последствии изучаемых факторов на общую кустистость. Они показывают, что облучение семян перед посевом повышает общую кустистость не только у материнских растений, а это действие сохраняется у растений первого поколения. Оптимальной с этой точки зрения была доза облучения 20 тыс. рентген.

Что же касается последствия удобрений, которые вносились под материнские растения, то их влияние на кустистость в первом поколении было несущественным. Здесь же нужно отметить, что если изреженность посевов в вариантах с материнскими растениями резко увеличивалась под влиянием облучения, то в первом поколении по сравнению с контролем эта разница была весьма незначительной. Последствие же удобрений на этот показатель в первом поколении сильно нивелировалось.

Не менее интересными являются данные (табл. 8), характеризующие влияние последствий условий выращивания материнских растений на количество колосоносных стеблей. Они показывают, что в противоположность прямому действию облучения, когда количество колосоносных стеблей под влиянием облучения семян падает, в первом поколении при 20 тыс. р. оно достоверно увеличивается и достигает максимума в удобренных вариантах, особенно гумофосом.

При облучении посевного материала, из которого выращивались материнские растения в дозе 24 тыс. р., количество колосоносных стеблей равнялось контрольным.

Таблица 7

Влияние облучения и удобрений на общую кустистость ячменя
(по полевым опытам 1974 и 1975 гг.)

Схема опыта под материнские растения (1974 г.)	Материнские растения (1974 г.)			I поколение (1975 г.)			
	Доза облучения	без облучения	20 т. р.	24 т. р.	без облучения	20 т. р.	24 т. р.
Удобрения							
Без удобрений		1,7	2,8	3,1	2,7	3,8	3,0
Гумофос 10 т/га		2,2	3,2	3,6	2,8	3,8	3,1
Минеральные удобрения							
1 доза		2,5	3,2	3,6	2,7	3,3	3,0
Гумофос 20 т/га		2,2	3,3	3,4	2,7	3,1	2,8
Минеральные удобрения							
2 дозы		3,0	3,6	4,0	2,7	3,3	3,0

Таблица 8

Последствие облучения и удобрений на количество колосоносных стеблей в I-ом поколении (полевой опыт 1975 г.)

Схема внесения удобрений под материнские растения (1974 г.)	0		20 т. р.		24 т. р.	
	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%
Без удобрений	178	100,0	211	118,5	177	99,4
Гумофос 10 т/га	185	103,9	226	126,9	179	100,5
Минеральные удобрения						
1 доза	164	92,1	207	116,2	176	98,8
Гумофос 20 т/га	183	102,8	218	122,4	183	102,8
Минеральные удобрения						
2 дозы	168	94,3	209	117,4	201	112,0

В табл. 9 приводятся данные по влиянию изучаемых факторов на урожайность материнских растений и первого поколения. Они показывают, что если облучение семян перед посевом дозой 20 тыс. рентген снизило урожайность ячменя на неудобренном контроле примерно на половину, то в первом поколении по этому варианту урожай увеличился по сравнению со своим неудобренным контролем на 25%.

Внесение удобрений, особенно гуминовых, повысило этот процент до 40—47. Из этих данных напрашивается вывод, что высокие дозы радиации, существенно ингибирующие материнские растения, оказываются стимуляционными для растений первого поколения. Этот вывод очень важен, однако окончательно его можно будет сделать только после повторения опыта. Облучение материнских семян в дозе 24 тыс. р. хотя и не дало дополнительного стимуляционного эффекта в первом поколении, но зато позволило получить вполне полноценные семена, урожайность которых существенно не отличалась от необлучен-

Последствие облучения и удобрений на урожай семян ячменя 1-го поколения (по полевым опытам 1974 и 1975 гг.)

Схема опыта под материнские растения (1974 г.)	Урожайность материнских растений			Урожай 1-го поколения							
	без облучения	20 тыс. р.	24 тыс. р.	без облучения		20 тыс. р.		24 тыс. р.			
Доза облучения	в % к необлученному и необудобренному контролю			г/м ²	в % к необлуч. и необудобр. контролю	г/м ²	в % к необлуч. и необудобр. контролю	г/м ²	в % к необлуч. и необудобр. контролю		
Варианты удобрения											
Без удобрений	100	47,6	40,7	104,1	100	130,3	125	125	94,7	91,0	91,0
Гумофос 10 т/га	127,8	60,5	66,7	102,6	98,5	153,1	147	149,1	119,0	114,0	116,0
Минеральные удобрения — 1 доза	123,9	56,5	64,0	95,4	91,3	146,0	140	153,0	96,6	92,0	101,2
Гумофос 20 т/га	127,2	62,4	71,9	121,3	116,0	145,8	140	120,2	109,5	105,0	90,3
Минеральные удобрения — 2 дозы	125,7	62,5	52,0	97,4	93,2	138,1	132	141,8	116,2	111,0	119,3

Примечание: † — теоретическое — 2,3;
‡ — фактическое — от 2,4 до 3,6

Влияние облучений и удобрений на физиологическое состояние пыльцы
(по полевым опытам 1973—1974 гг.)

Схема внесения удобрений под материнские растения	Стерильность пыльцы в %					
	материнские растения			растения первого поколения		
	без облучения	16 тыс. р.	20 тыс. р.	без облучения	16 тыс. р.	20 тыс. р.
Без удобрений	10,4±0,94	18,5±1,22	24,3±1,3	6,9±0,80	7,7±0,84	8,7±0,80
Гумофос 10 т/га	4,4±0,64	5,7±0,73	10,5±0,97	4,5±0,65	5,4±0,71	6,1±0,75
Минеральные удобрения — 1 доза	9,9±0,94	9,1±0,90	12,0±1,02	6,2±0,76	6,4±0,77	6,8±0,70
Гумофос 20 т/га	5,9±0,75	8,3±0,80	9,4±0,9	5,6±0,72	5,3±0,70	4,9±0,60
Минеральные удобрения — 2 дозы	8,1±0,80	12,5±1,04	14,0±1,09	6,1±0,75	6,8±0,70	7,6±0,83

ного контроля. Некоторый дополнительный эффект был отмечен в варианте с внесением гумофоса 10 т/га. Данные второго опыта, который был начат в 1973 году и продолжался в 1974—75 гг. показывают, что при посеве материнских растений на неудобренном фоне семенами, облученными как в дозе 16 тыс. р., так и в 20 тыс. р., урожай ячменя первого поколения был равен с необлученным контролем. Достоверным было положительное последствие условий питания материнских растений при облучении зерна 16 тыс. р., когда урожай в лучших вариантах достиг 116—119% по сравнению с неудобренным и необлученным контролем. Математически недостоверным было действие минеральных удобрений в двойной дозе. При дозе облучения в 20 тыс. р. действие удобрений под материнские растения было достоверным при внесении гумофоса 10 т/га и минеральных удобрений из расчета $N_{26}P_{30}$.

В опыте 1975 года по одному фону были посеяны семена первого поколения, полученного в 1974 году от материнских растений, которые подвергались действию изучаемых факторов в 1974 году. Результаты этих опытов показали, что семена второго поколения были вполне жизнедеятельны, однако стимуляционные эффекты, вызванные условиями выращивания материнских растений, прослеживались гораздо слабее, чем в первом поколении. Однако утверждать, что во втором поколении стимуляционные эффекты закономерно падают, нельзя, так как этот опыт проводился в 1975 году, отличающимся очень большой засухой.

Не менее интересными являются данные, характеризующие влияние облучения посевного материала и условий выращивания материнских растений на физиологическое состояние пыльцы. Эти данные приведены в таблице 10. Они показывают, что облучение семян как в дозе 16 тыс. р., и особенно в 20 тыс. р. повышает процент стерильной пыльцы у материнских растений. Внесение удобрений, особенно гуминовых, существенно увеличивает фертильность пыльцы. У растений первого поколения большого различия по этим показателям не наблюдалось. Пыльца была в значительной степени фертильна, а процент стерильных зерен приближался по всем вариантам к необлученному контролю.

Выводы

1. Облучение семян в одной и той же дозе при посеве на черноземной почве обуславливают ингибирование роста и развития растений не в одинаковой степени в зависимости от метеорологических условий года.

2. Доза облучения семян 20 тыс. р. при благоприятном течении весны вызывает угнетение, которое можно оценить как ИД₅₀. В случае же неблагоприятной весны (низкие температуры, повышенная влажность почвы или засуха) эта же доза вызывает гибель растений при всходах, причем, судя по густоте стояния, она может быть оценена как ЛД₅₀. Оставшиеся растения сперва заметно отстают в росте и развитии, но под конец вегетации сравниваются с контролем, однако угнетение в начальном периоде вызывает падение урожая.

3. Внесение удобрений, особенно гуминовых, способствует снижению лучевых поражений у растений, что находит свое отражение в их продуктивности. В этих случаях увеличивается продуктивная кустистость, улучшается структура урожая и качество зерна. Некоторого снятия ингибирующего действия на урожай от облучения можно добиться и путем увеличения нормы посева семян.

4. Облучение семян перед посевом высокими дозами радиации, ингибирующими материнские растения, вызывало некоторый стимуляционный эффект у растений первого поколения. Условия питания материнских растений оказало влияние на уменьшение последствия луче-

вых поражений, что было особенно заметно на таких показателях, как стерильность пыльцы, и меньше — урожай. Удобрения, содержащие физиологически активные гумусовые вещества, имели некоторые преимущества в указанном плане над минеральными. Этот вывод можно будет считать окончательным только после многократного воспроизведения полученных данных.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Гродзинский Д. М., Гудков И. Н. Защита растений от лучевого поражения. М., Атомиздат, 1973.
2. Кузин А. М. Молекулярная биология клеточного ядра. М., Атомиздат, 1973.
3. Кузин А. М., Березина Н. М., Каушанский Д. А., Лысиков В. Н. и др. Предпосевное γ -облучение семян сельскохозяйственных культур. М., Атомиздат, 1974.
4. Окада Ш. Радиационная биохимия клетки. М., «Мир», 1974.

Проблемная лаборатория по гуминовым удобрениям
Днепропетровского сельскохозяйственного института.