

Р. Е. ПАНОЯН

ДЕЙСТВИЕ АЭТ ПРИ γ -ОБЛУЧЕНИИ СЕМЯН ЯЧМЕНЯ

Институт общей генетики АН СССР

Лаборатория индуцированного мутагенеза растений АН Арм. ССР

Введение

Воздействие ионизирующей радиации на живой организм вызывает в нем различные физические, химические, биохимические и биологические изменения, протекающие в разных направлениях [1, 2, 4, 6, 7]. В настоящее время установлено, что эффект ионизирующего излучения можно изменять посредством различных воздействий (физических и химических факторов) до, во время и после облучения. Результаты до- и послелучевого воздействия на организм модифицирующими факторами различны как по характеру, так и по степени, при этом может наблюдаться как защита, так и сенсбилизация, т. е. уменьшение или усиление эффекта лучевой реакции. Уменьшение радиационных повреждений получено на самых разнообразных объектах: на спорах грибов и бактерий, на вегетативных формах бактерий, дрожжевых клетках, на инфузориях, дрожифиле, клетках корешков растений, клетках млекопитающих в культуре ткани и в организме [2, 3, 5, 8, 9].

Радиационные изменения хромосом зависят от метаболизма клетки, организма в целом и от внешних факторов. Поэтому радиационное поражение разных клеточных структур может существенно повлиять на радиационное поражение хромосом. Стимуляция восстановления радиационных изменений хромосом и предотвращение их возникновения связано с повышением уровня обменных процессов в организме.

В настоящем сообщении приводятся данные о модификации радиационного поражения на уровне организма по показателю роста корешков и проростков растений. Целью работы является разработка методов контролирования индуцированного мутационного процесса с помощью химических протекторов. В задачу исследования входило изучение:

- 1) действия разных доз радиации на рост корешков и проростков семян ячменя;
- 2) действия химического протектора АЭТ на прорастание семян и рост корешков и проростков;
- 3) определение эффекта АЭТ при разных дозах облучения, при воздействии:
 - а) до облучения,
 - б) во время облучения,
 - в) после облучения.

Обработку семян в растворах АЭТ и в воде проводили в стеклянных пробирках, которые удобно использовать при облучении семян в растворе. В каждую пробирку помещали 500 семян и наливали 50 мл 10^{-2} или 10^{-3} моль раствора протектора или воды. Для равномерного смачивания семян свежим раствором и набухания их перемешивали во время обработки в растворе поворачиванием пробирки вверх и вниз.

По срокам замачивания семян опыт ставился в трех вариантах: обработка семян в растворе АЭТ в течение 2 часов до облучения; во время облучения; после облучения. Кроме этих вариантов в опыте был контроль.

После обработки раствор протектора выливали, семена 2—3 раза ополаскивали водой и раскладывали в отверстия сетки зародышем вниз. Сетки с семенами ставили на подносы с постоянным стоком воды. Подносы покрывали прозрачной целлофановой пленкой, которая обеспечивала влажную среду и не затемняла в первые 3—4 дня, после чего ее снимали.

Опыт был поставлен в теплице. Избегая неравномерного освещения солнечным светом, проростки со всех сторон прикрывали фильтровальной бумагой. Для равномерного освещения проростков использовали люминесцентные лампы дневного света.

Температура в теплице колебалась от 22 до 28°C, в подносах температура воды—от 16 до 20°C. В отдельные солнечные дни (особенно в первые три дня опыта) температура воздуха в теплице к 12—15 часам дня достигала 38—39°C, а температура воды в подносах—20—22°C.

В этом опыте было возможно измерять и длину корешков растений.

Результаты и обсуждение

а) Влияние γ -облучения на проращивание семян и рост проростков ячменя.

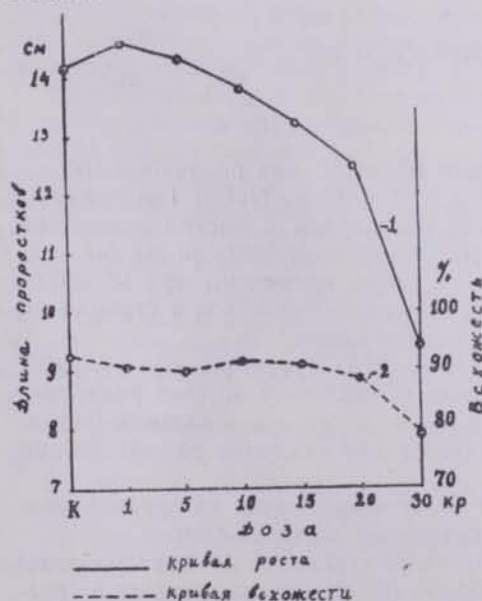


Рис. 1. Влияние γ -облучения на рост проростков и всхожесть семян ячменя.

Из данных, представленных в табл. 1 и на рис. 1, видно, что из семян, облученных дозой 1 кр, развились более высокие проростки ($14,56 \pm 0,11$ см), чем контрольные ($14,17 \pm 0,05$ см). Эффект радиостимуляции оказывается хотя и небольшим, но статистически достоверным ($R=3,25$).

При 10 кр и более высоких дозах, особенно 30 кр, наблюдается угнетение. Так, при дозе 10 кр проростки были длиной $13,82 \pm 0,09$ см, при дозе 15 кр— $13,19 \pm 0,09$ см, при дозе 20 кр— $12,52 \pm 0,11$ см, а при 30 кр— $9,43 \pm 0,14$ см.

Корешки прорастающих семян при самой высокой дозе—30 кр—достигли лишь длины 1,0—1,5 см, были очень плотными и не лежали горизонтально, часто приподнима-

ли семена от влажной подстилки, в результате чего семена высыхали и не давали ростков. Такой ненормальный рост корешков можно объяснить тем, что при высоких дозах облучения клетки корешков сильно поражаются и не могут делиться. Одновременно они, по-видимому, выделяют радиотоксины, которые, оставаясь в чашках, в свою очередь угнетают рост корешков.

По проценту прорастания семян, согласно данным табл. 1 и рис. 1, дозы от 1 до 20 кр не оказывают угнетающего действия, и только при дозе 30 кр эффект радиоугнетения оказывается достоверным. Так, процент прорастания семян при 1 кр равен $91,66 \pm 1,38$, а контроля— $93,70 \pm 1,21$ ($R=1,11$); при дозе 20 кр процент прорастания равен $89,30 \pm 1,54$ ($R=2,24$), а при дозе 30 кр— $79,30 \pm 2,09$ ($R=5,97$).

Таблица 1

Влияние γ -облучения на рост проростков и всхожесть семян ячменя

Доза облучения, кр	Процент прорастания	R	Длина проростков, см	R	Эффект облучения
0	$93,70 \pm 1,21$	0,00	$14,17 \pm 0,05$	0,00	—
1	$91,66 \pm 1,38$	1,11	$14,56 \pm 0,11$	3,25	Стимуляция
5	$90,30 \pm 1,47$	1,79	$14,31 \pm 0,08$	1,49	•
10	$92,00 \pm 1,35$	0,93	$13,82 \pm 0,09$	3,39	Угнетение
15	$91,30 \pm 1,42$	1,29	$13,19 \pm 0,09$	9,51	•
20	$89,30 \pm 1,54$	2,24	$12,52 \pm 0,11$	13,63	•
30	$79,30 \pm 2,09$	5,97	$9,43 \pm 0,14$	31,60	•

б) Влияние АЭТ на прорастание семян и рост проростков ячменя

Из данных табл. 2 и рис. 2 видно, что разные концентрации протектора по-разному влияют на рост проростков при разных экспозициях—2, 4, 6 и 24-часовом замачивании. Самое сильное угнетение всхожести вызывает концентрация 10^{-1} моль АЭТ. При 2-часовом замачивании всхожесть составляет $75,0 \pm 2,16\%$, при 4-часовом— $73,0 \pm 2,04\%$, при 6-часовом— $71,0 \pm 2,26\%$ (а контроль— $94,0 \pm 1,18$; $98,0 \pm 0,70$ и $96,5 \pm 0,91$ соответственно). При 24-часовом замачивании не только концентрация АЭТ 10^{-1} моль угнетает прорастание семян, но и сама вода угнетает их всхожесть. Так, при 24-часовом замачивании у контроля процент прорастания равен $69,0 \pm 2,31$, а при 4-часовом— $98,0 \pm 0,70$ ($R=12,03$). При 24-часовом замачивании в 10^{-1} моль АЭТ процент прорастания семян составляет $57,0 \pm 2,47$ ($R=3,38$), по сравнению с контролем при 4-часовом замачивании $98,0 \pm 0,70$ ($R=12,00$). Остальные концентрации 10^{-2} моль

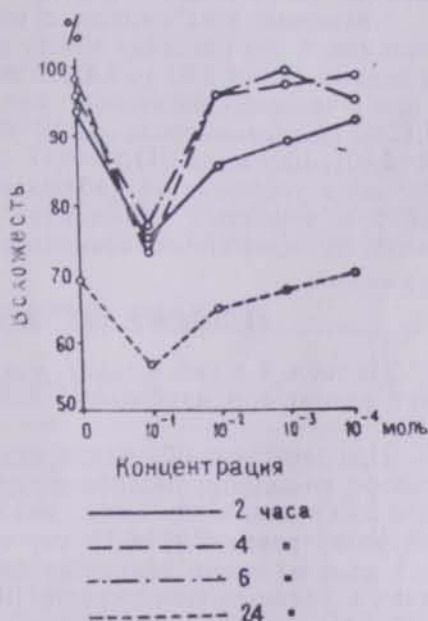


Рис. 2. Влияние разных концентраций АЭТ на всхожесть семян ячменя при различной длительности замачивания.

($65,6 \pm 2,38\%$), 10^{-3} моль ($67,5 \pm 2,37\%$) и 10^{-4} моль ($70,0 \pm 2,29\%$) по сравнению со своим 24-часовым контролем ($69,0 \pm 2,31\%$) не дают достоверных величин ($R=1,06$; 0,45 и 0,03 соответственно), а по сравнению с контролем при 4-часовом замачивании получается сильное угнетение: контроль— $98,0 \pm 0,70\%$, 10^{-1} моль— $73,0 \pm 2,04\%$ и 10^{-2} моль— $96 \pm 0,97\%$, 10^{-3} моль— $98,0 \pm 0,70\%$ и 10^{-4} моль— $98,0 \pm 0,60\%$. Эффект во всех случаях статистически достоверен.

Таблица 2

Влияние АЭТ на прорастание семян ячменя

Влияние АЭТ на прорастание семян ячменя									
Концентрация АЭТ, моль	Время замачивания, в часах								Сравнение данных 24- и 4-часовой обработки (R)
	2		4		6		24		
	всхож., %	R	всхож., %	R	всхож., %	R	всхож., %	R	
	всхож., %	R	всхож., %	R	всхож., %	R	всхож., %	R	
0	94,0±1,18	0,00	98,0±0,70	0,00	96,5±0,91	0,00	69,0±2,31	0,00	12,03
10 ⁻¹	75,0±2,16	7,72	73,0±2,04	11,62	71,0±2,26	10,50	57,0±2,47	3,38	12,00
10 ⁻²	86,5±1,55	3,81	96,0±0,97	2,85	96,0±0,97	0,39	65,6±2,38	1,06	13,10
10 ⁻³	89,5±1,53	2,33	98,0±0,70	0,00	99,0±0,50	2,40	67,5±2,37	0,45	12,50
10 ⁻⁴	92,0±1,35	1,10	98,0±0,60	0,55	95,5±1,32	0,39	70,0±2,29	0,03	11,30

Для проростков угнетающее действие разных концентраций АЭТ при 24-часовом замачивании семян по сравнению со своим контролем статистически не достоверно. Так, средняя длина проростков у контроля— $10,65 \pm 0,15$ см, а при концентрации 10^{-1} моль АЭТ $10,29 \pm 0,18$ см, 10^{-2} моль— $10,37 \pm 0,17$ см, 10^{-3} моль— $10,45 \pm 0,17$ см, 10^{-4} моль— $10,45 \pm 0,13$ см (R =соответственно 1,53; 1,23; 0,88 и 1,01) (табл. 3, рис. 3).

Сравнение этих данных с контролем при 4-часовом замачивании показывает, что различия между вариантами по высоте проростков резко падают (R =от 8,00 до 9,47). Угнетение роста проростков наблюдается и при 6-часовой экспозиции: при 10^{-1} моль длина проростков равна $11,17 \pm 0,12$ см, в контроле— $12,10 \pm 0,09$ ($R=6,20$), 10^{-2} моль— $11,25 \pm 0,15$ см ($R=5,00$), 10^{-3} моль— $11,20 \pm 0,17$ см ($R=4,73$) и лишь при концентрации 10^{-4} моль угнетения не наблюдается— $12,02 \pm 0,13$ см ($R=0,50$). Только при 2 и 4-часовых экспозициях угнетения не наблюдалось ни для одной из испытанных концентраций АЭТ.

в) Эффект АЭТ до и во время γ -облучения

Из табл. 4 и рис. 4 видно, что противолучевое действие АЭТ оказывает только при наибольшей использованной дозе—20 кр (см. рис. 5 и 6).

При этой дозе облучения разные экспозиции замачивания в протекторе по-разному модифицируют эффект γ -облучения. Так, если при дозе 20 кр длина корешков без обработки раствором протектора (у контроля) равна $2,27 \pm 0,13$ см, то при замачивании в растворе АЭТ 10^{-2} моль во время облучения составляет $5,87 \pm 0,10$ см, а при замачивании в растворе концентрации 10^{-3} моль АЭТ длина корешков равна $5,67 \pm 0,17$ см при статистически достоверных различиях.

Проростки несколько иначе реагируют на эти воздействия. Так, в той же дозе (20 кр) облучения и замачивания получились проростки

длиной—у контроля (только облучение) $7,98 \pm 0,15$ см, а при обработке концентрацией 10^{-2} моль АЭТ— $12,40 \pm 0,16$ см и при обработке концентрацией 10^{-3} моль АЭТ $10,60 \pm 0,15$ см, т. е. имеет место эффект противолучевой защиты (R —соответственно 20,18 и 11,91).

При замачивании семян в АЭТ за 2 часа до облучения корешки без обработки в растворах АЭТ (у контроля дозой 20 кр) достигли $2,27 \pm 0,13$ см длины, при обработке в растворе АЭТ 10^{-2} моль длина кореш-

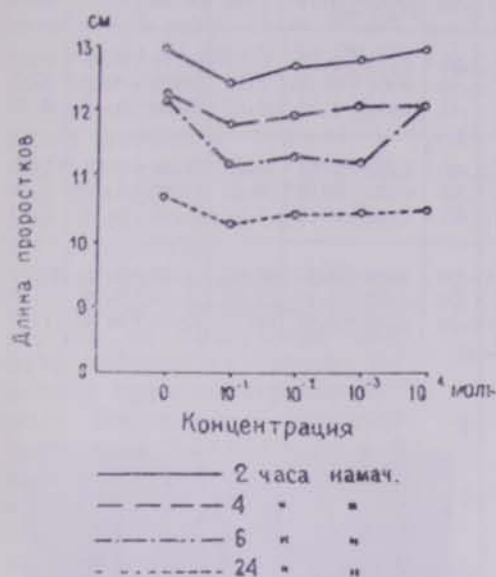


Рис. 3. Влияние разных концентраций АЭТ на рост проростков семян ячменя при различной длительности замачивания.

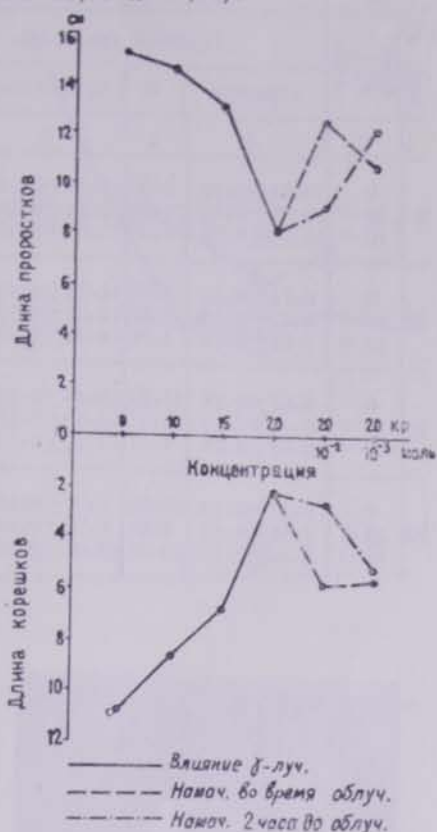


Рис. 4. Эффект АЭТ до и во время γ -облучения.

Таблица 3

Влияние АЭТ на рост проростков семян ячменя

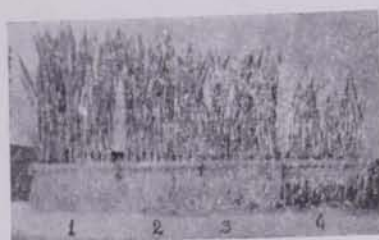
Концентрация АЭТ, <i>моль</i>	Время замачивания, в часах								Сравнительные дан- ные 24-и 4-часо- вой обработки (R)
	2		4		6		24		
	ср. длина, <i>см</i>	R	ср. длина, <i>см</i>	R	ср. длина, <i>см</i>	R	ср. длина, <i>см</i>	R	
0	12,93±0,15	0,00	12,25±0,14	0,00	12,10±0,09	0,00	10,65±0,15	0,00	8,00
10 ⁻¹	12,45±0,13	2,52	11,85±0,18	1,75	11,17±0,12	6,20	10,29±0,18	1,53	8,60
10 ⁻²	12,64±0,17	1,31	11,91±0,13	1,79	11,25±0,15	5,00	10,37±0,17	1,23	8,54
10 ⁻³	12,70±0,18	1,05	11,98±0,11	1,51	11,20±0,17	4,73	10,45±0,17	0,88	8,18
10 ⁻⁴	12,88±0,17	0,02	12,00±0,18	1,10	12,02±0,13	0,50	10,45±0,13	1,01	9,47

ков составила $2,88 \pm 0,15$ см, а при замачивании семян в растворе 10^{-3} моль АЭТ— $5,34 \pm 0,17$ см. Длина проростков в этой серии опыта составила: у контроля $7,98 \pm 0,15$ см, при замачивании в растворе 10^{-2} моль АЭТ— $8,96 \pm 0,19$ см, а в растворе 10^{-3} моль— $12,06 \pm 0,17$ см.

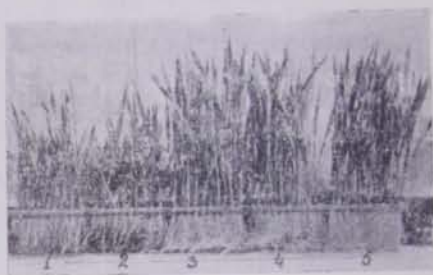
Таблица 4

Влияние АЭТ на рост проростков и корешков семян ячменя до и во время γ -облучения

Варианты		За 2 часа до облучения				Во время облучения			
Доза, кр	Конц. АЭТ, моль	Средняя длина, см				Средняя длина, см			
		корешки	R	проростки	R	корешки	R	проростки	R
		3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	10,84 $\pm$ 0,19	0,00	15,24 $\pm$ 0,14	0,00	10,84 $\pm$ 0,19	0,00	15,24 $\pm$ 0,14	0,00
	10 ⁻²	10,85 $\pm$ 0,12	0,04	15,92 $\pm$ 0,20	2,83	10,44 $\pm$ 0,14	1,66	15,17 $\pm$ 0,21	0,30
	10 ⁻³	10,70 $\pm$ 0,20	0,05	15,56 $\pm$ 0,17	1,45	10,82 $\pm$ 0,18	0,02	14,59 $\pm$ 0,19	2,71
10	0	8,73 $\pm$ 0,15	8,79	14,76 $\pm$ 0,16	2,28	8,73 $\pm$ 0,15	8,79	14,76 $\pm$ 0,16	2,28
	10 ⁻²	8,12 $\pm$ 0,14	3,05	14,37 $\pm$ 0,16	1,69	8,08 $\pm$ 0,15	2,95	14,22 $\pm$ 0,20	1,25
	10 ⁻³	7,79 $\pm$ 0,14	4,70	14,36 $\pm$ 0,23	1,43	8,85 $\pm$ 0,17	0,52	14,68 $\pm$ 0,18	0,30
15	0	6,61 $\pm$ 0,18	15,27	13,44 $\pm$ 0,11	18,00	6,61 $\pm$ 0,18	16,27	13,44 $\pm$ 0,11	1,00
	10 ⁻²	5,14 $\pm$ 0,15	6,12	13,05 $\pm$ 0,17	1,95	6,32 $\pm$ 0,15	1,43	13,00 $\pm$ 0,13	2,58
	10 ⁻³	5,61 $\pm$ 0,16	4,17	13,22 $\pm$ 0,11	1,37	6,81 $\pm$ 0,18	1,87	13,01 $\pm$ 0,18	2,11
20	0	2,27 $\pm$ 0,13	38,95	7,98 $\pm$ 0,15	41,30	2,27 $\pm$ 0,13	37,26	7,98 $\pm$ 0,15	36,80
	10 ⁻²	2,88 $\pm$ 0,15	8,08	8,96 $\pm$ 0,19	4,07	5,87 $\pm$ 0,10	22,50	12,40 $\pm$ 0,16	20,18
	10 ⁻³	5,34 $\pm$ 0,17	13,58	12,06 $\pm$ 0,17	18,14	5,67 $\pm$ 0,17	16,19	10,60 $\pm$ 0,15	11,91

Рис. 5. Влияние γ -облучения на рост корешков и проростков семян ячменя:

1—контроль, 2—семена, облученные дозой 10 кр, 3—семена, облученные дозой 15 кр, 4—семена, облученные дозой 20 кр.

Рис. 6. Действие АЭТ на рост корешков и проростков γ -облученных семян ячменя:

1—семена, замоченные в воде в течение 2 часов и облученные дозой 20 кр (в воде)—контроль, 2—семена, замоченные в 10⁻² моль растворе АЭТ в течение 2 часов и облученные дозой 20 кр в этом же растворе, 3—семена, замоченные в 10⁻³ моль растворе АЭТ в течение 2 часов и облученные дозой 20 кр в этом же растворе, 4—семена, замоченные в 10⁻² моль растворе АЭТ в процессе облучения дозой 20 кр, 5—семена, замоченные в 10⁻³ моль растворе АЭТ во время облучения дозой 20 кр.

Эффект АЭТ после γ -облучения

В этом опыте, как и в опыте с обработкой раствором АЭТ до и во время облучения, использованы те же условия для проращивания семян, те же концентрации (10^{-2} , 10^{-3} моль) АЭТ, а дозы γ -облучения взяты более высокие—20, 25 и 30 кр, учитывая тот факт, что защитный эффект протектора в предыдущих опытах был получен только при высокой дозе—20 кр.

Из табл. 5 и рис. 7 видно, что защитный эффект АЭТ после γ -облучения получился только при дозе 25 и 30 кр, а при дозе 20 кр его не было. Так, при дозе 25 кр и концентрации АЭТ 10^{-2} моль длина корешков была $4,61 \pm 0,08$ см; в контроле (облучение без АЭТ)— $3,82 \pm 0,08$ см, при концентрации 10^{-3} моль АЭТ— $4,95 \pm 0,09$.

Защитного эффекта АЭТ при дозе 20 кр у корешков и проростков не было, а при дозе 30 кр наблюдался только у корешков при концентрации 10^{-2} моль, где длина в контроле составляла $3,53 \pm 0,08$ см, а в варианте 10^{-2} моль АЭТ— $4,18 \pm 0,08$ см.

Суммируя данные табл. 4 и 5, можно сказать, что защитный эффект АЭТ получился во всех трех вариантах замачивания: до, во время и после облучения, однако при дозе 20 кр защитный эффект наблюдался при замачивании до и во время облучения, а после облучения защитный эффект АЭТ получился при дозах 25 и 30 кр. Поскольку при замачивании до и во время облучения в опыте дозы облучения в 25 и 30 кр не применялись, мы не можем конкретно сказать, будет ли при этих дозах защитный эффект; только судя по кривым рис. 4, можно предположить, что защитный эффект АЭТ при дозе 25 кр должен быть, а возможно, он имеется и при дозе 30 кр.

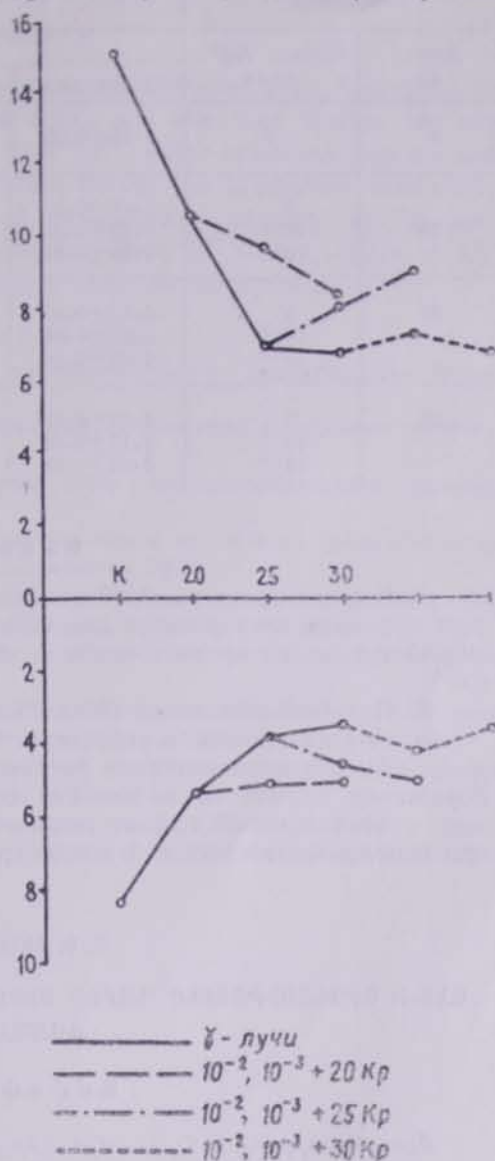


Рис. 7. Эффект АЭТ после γ -облучения.

Влияние АЭТ на рост проростков и корешков семян ячменя после γ -облучения

Варианты		Обработка в растворе АЭТ сразу после облучения (2 часа)			
Доза, кр	Концен. АЭТ, моль	Средняя длина, см			
		корешки	R	проростки	R
0	0	8.25 ± 0.08	0.00	14.93 ± 0.26	0.00
20	0	5.44 ± 0.07	28.10	10.39 ± 0.16	15.13
	10^{-2}	5.12 ± 0.10	2.66	9.66 ± 0.22	2.21
	10^{-3}	5.46 ± 0.07	0.02	9.52 ± 0.22	2.80
25	0	3.82 ± 0.08	40.29	6.79 ± 0.16	27.13
	10^{-2}	4.61 ± 0.08	7.20	8.08 ± 0.14	6.10
	10^{-3}	4.95 ± 0.09	9.42	8.76 ± 0.19	7.88
30	0	3.53 ± 0.08	40.30	6.61 ± 0.21	77.33
	10^{-2}	4.18 ± 0.08	5.90	7.23 ± 0.14	1.76
	10^{-3}	3.63 ± 0.08	0.90	6.65 ± 0.17	0.15

Выводы

1. Водные растворы АЭТ оказывают противолучевое действие на рост корешков и проростков (листьев) прорастающих семян ячменя при обработке до, во время и после γ -облучения только большими дозами Co^{60} .

2. При больших дозах (20 и 25 кр) γ -облучения:

- а) рост корешков угнетается более сильно, чем проростков;
- б) при использовании раствора АЭТ у корешков радиационное поражение снимается в большей степени, чем у проростков;
- в) защитный эффект снижается и у корешков и у проростков при использовании высокой концентрации АЭТ (10^{-2} моль).

Թ. Ե. ՓԱՆՈՅԱՆ

ԱԷՏ-Ի ԱԶԴԵՅՈՒԹՅՈՒՆԸ ԳԱՐՈՒ ՍԵՐՄԵՐԻ ԳԱՄՄԱ ՀԱՌԱԳԱՅԹԱՀԱՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ա մ փ ր փ ու լ մ

Ուսումնասիրվել է S, B-ամինոէթիլիդոտիրոնի (ԱԷՏ) և զամմա ճառագայթների ազդեցությունը գարու ծիլերի վրա:

Պարզվել է, որ ճառագայթաճարմից առաջ և հետո, ինչպես նաև ճառագայթաճարման ընթացքում գարու սերմերի մշակումը ԱԷՏ-ի ջրային լուծույթներով թողնում է հակաճառագայթային ազդեցություն:

Պարզվել է նաև, որ 20—25 կիրոննտգեն զամմա ճառագայթաճարման ժամանակ արմատիկների աճը ավելի է ճնշվում, քան տերևներինը: Բարձր դոզաներով ճառագայթաճարման դեպքում ԱԷՏ-ի լուծույթի ազդեցությունը արմատիկների վրա ավելի ուժեղ է արտահայտվում, քան տերևների վրա:

EFFECT OF AET ON BARLEY SEEDS UNDER IRRADIATION.

Summary

Studies on the effect of S, β -aminoethylthiourea and X-rays on the sprouts of barley have shown that before and after and during the irradiation treatment of barley seeds with AET water solutions has an anti-irradiation effect. It was also seen that during the irradiation with a 20—25 kX-ray dose, the suppression of growth was stronger in the small roots than in the sprouts. With a higher dose of X-rays, effect of AET solution on the small roots is stronger than on the sprouts.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амирагова М. И. и др. Первичные радиобиологические процессы, 46, Изд-во «Атомиздат», 1964.
2. Бак З., Александер П. Основы радиобиологии. Издательство иностранной литературы, 427; М., 1963.
3. Березина Н. М. Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных растений, «Атомиздат», 1964.
4. Васильев И. М. Действие ионизирующих излучений на растения (физиологические исследования). Итоги науки, I, Радиобиология, 1957.
5. Граевский Э. Я. Защита от излучения и пострadiационное восстановление. Сб.: «Основы радиационной биологии», 283, изд. «Наука», 1964.
6. Дубинин Н. П. Молекулярная генетика и действие излучений на наследственность, «Атомиздат», 1963.
7. Лоренц Э. и Александер П. Механизмы защитного и сенсibilизирующего действия. В сб.: «Механизмы радиобиологического эффекта», 205, «Атомиздат», 1962.
8. Романцев Е. Ф. Защита организма от действия ионизирующей радиации при помощи химических соединений. Итоги науки, I, Радиобиология, 1957.
9. Wright E. X. Химическая защита на клеточном уровне. В сб.: «Радиационные эффекты в физике, химии и биологии». Перевод с английского, 316, изд. «Атомиздат», 1965.