

СОВМЕСТНОЕ ВЛИЯНИЕ РЕНТГЕНОБЛУЧЕНИЯ И ВЫСОКОЙ
ТЕМПЕРАТУРЫ НА СЕМЕНА ПШЕНИЦЫ

Комбинированное действие ионизирующих излучений с другими экстремальными воздействиями изучалось многими исследователями на разных биологических объектах. Эти исследования во многом способствуют расшифровке биологического действия ионизирующих излучений, а также выяснению различных физиологических, генетических и других вопросов.

Получены данные о влиянии низких, сверх низких, а также превышающих биологический максимум высоких температур. Наиболее ранние исследования по этому вопросу были проведены Промси и Древоном в 1912 г. (по И. М. Васильеву). Они установили, что повышение температуры от комнатной до 35°C ускоряет прорастание облученных семян фасоли и люпина.

Мери Рассел (M. A. Russel, 1937) показала, что у облученных проростков кукурузы повреждение при 36°C выявляется быстрее, чем при 24°C. Исследованиями Рик (Ch. M. Rick, 1940) выяснено, что облучение традесканции рентгеновскими лучами при 3°C дает больше хромосомных аберраций, чем облучение при температуре 33°C.

Имеется ряд исследований по изучению влияния супероптимальных температур на радиочувствительность организмов. Термическое воздействие на организмы, после ионизирующей радиации, увеличивает количество мутаций, хромосомных аберраций и других радиационных повреждений.

По данным К. В. Ватти (1963), путем дополнительного термического воздействия (37°C) изменяется генетический и биологический эффект облучения у имаго и личинок дрозофилы.

И. А. Захаров и С. Г. Инге-Вечтомов (1963) изучали действие рентгеновских лучей и высокой температуры на процесс кроссинговера у дрозофилы. Согласно их данным, температурный фактор и рентген-облучение при совместном их применении действуют независимо.

Влияние температурного фактора на эффект радиооблучения семян изучалось несколькими авторами (Caldecott, Smith, 1952; Gaul, 1957; Me Erloy, Swanson, 1951 и др.). Вероятным объяснением термического последствия считается допущение, что ионизирующие излучения, наряду с истинными повреждениями, обуславливают также появление полустабильных, потенциальных изменений, последние переходят в истинные повреждения дополнительным воздействием других агентов (в данном случае температурой).

По данным Н. И. Шапиро и Е. М. Протопоповой (1964), нагрев семян ячменя при температуре 85°C до облучения гамма-лучами сильно снижает выход хромосомных аберраций. По мнению этих авторов, температурное воздействие модифицирует кислородный эффект изменени-

ем проницаемости клеточных мембран для кислорода, или изменением концентраций кислорода в клетках. Прогрев же семян при температуре 90°C в течение 20—30 минут после облучения дозой 20—30 кр оставляет защитное действие (S. Wolff, A. M. Sicard, 1961). Вопрос о природе совместного влияния термического фактора и радиооблучения представляет значительный интерес, однако он изучен недостаточно, и поэтому для составления более обоснованных представлений в этом направлении необходимо дальнейшее накопление фактического материала.

Настоящее исследование проводилось исходя из указанных соображений.

Объектом опытов являлись семена пшеницы сортов: Украинка (Tr. aest. var. *erithrospermum* K.), Арташати 42 (Tr. aest. var. *turcicum* K.) и Эринацеум (Tr. *compactum* var. *erinaceum*). Семена Украинки и Эринацеум до облучения подвергались теплообработке в водяной бане и замоченном (в течение 12 часов) состоянии. Семена сорта Арташати 42 обрабатывались в сухом состоянии (в термостате), до и после облучения.

Термической обработке семена подвергались при температурах: 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80±1°C в водяной бане в течение 10±0,3 мин., а в термостате—15±0,5 мин.

Замоченные семена облучались дозами 0,5 и 1,5 кр, сухие семена—5 и 20 кр; облучение проводилось аппаратом РУМ-11, при 180 кв., 14 ма, без фильтра, при мощности дозы в 500 р/мин.

Семена проращивались в чашках Петри при температуре 20—25°C. Показателями роста были приняты: длина ростка, длина и количество корешков 10-дневных растений.

Семена сорта Арташати 42 были посеяны и в поле, учтены показатели роста и продуктивности растений.

Данные опытов показывают, что теплообработка семян перед облучением вызывает четко выраженный защитный эффект роста и продуктивности растений.

Из данных табл. 1 видно, что у растений, полученных из замоченных семян Эринацеум, подвергнутых обработке при температуре 50°C, без облучения, длина ростка уменьшается, составляя 95,3% контроля, а у растений из тех же семян, но облученных дозой в 1,5 кр, длина ростка по сравнению с вариантом без теплообработки больше и составляет 192,1%.

При обработке температурой 55°C, без облучения, длина ростка резко уменьшается, доходя до 1,92 см, против 7,2 см в контроле, а у обработанных и облученных дозой 1,5 кр соответственно получается 2,8 и 2,3 см. Длина ростка уменьшается в первом случае на 73,6%, во втором—на 17,9%. Соответственно изменяется и длина корешков. Аналогичные данные получены и у сорта Украинка.

В табл. 2 и 3 приведены данные измерения длины ростка и суммарной длины корешков 10-дневных растений в зависимости от теплообработки и рентгенооблучения семян по сорту Арташати 42. Семена этого сорта, как уже указывалось, обработаны до и после рентгенооблучения в сухом состоянии.

Здесь тоже защитный эффект, предшествующий рентгенооблучению, выражен достаточно четко.

Так, при облучении сухих семян дозой в 20 кр длина ростка уменьшается по сравнению с контролем на 5,1 см, или на 31,0%, а при предварительной теплообработке при 60°C и той же дозе облучения разница составляет 0,2 см, или 1,2%. При 70°C соответственно—0,7 см, или 4,5%, при 80°C—0,3 см, или на 2,5%.

Таблица 1

Влияние теплообработки семян до рентгенооблучения на начальный рост растений
(семена замоченные, теплообработка в водной бане)

Температура обра- ботки семян, С°	Доза облучения, кр					
	0		0.5		1.5 кр	
	Длина, см					
	ростка	корешка	ростка	корешка	ростка	корешка
Сорт Эринаеум						
Контроль	7.20±0.28	6.90±0.21	7.94±0.33	6.96±0.31	2.79±0.21	1.50±0.13
45°	7.80±0.31	7.01±0.32	7.01±0.35	5.62±0.27	4.14±0.23	2.16±0.09
50°	6.85±0.29	6.25±0.31	—	—	5.16±0.17	3.34±0.12
55°	1.92±0.19	1.00±0.17	3.80±0.26	1.70±0.18	2.30±0.21	1.20±0.10
Сорт Украина						
Контроль	10.61±0.25	10.23±0.24	10.75±0.23	12.33±0.29	—	3.42±0.16
45°	10.83±0.27	10.70±0.24	11.48±0.31	11.71±0.32	—	4.07±0.17
50°	11.34±0.23	10.93±0.26	9.75±0.26	6.68±0.33	—	4.69±0.12
55°	6.11±0.21	2.24±0.12	7.90±0.29	4.67±0.26	—	3.35±0.14

Таблица 2

Влияние предшествующей и последующей рентгенооблучению теплообработки семян на рост 10-дневных растений пшеницы (семена сухие, сорт Арташати 42)

Температура обработки семян, С°	Длина ростка, см				
	0 кр	5 кр		20 кр	
	без облучения	Теплообработка		Теплообработка	
		до облучения	после облучения	до облучения	после облучения
Контроль	16,7±0,5	17,2±0,3	17,2±0,3	12,4±0,5	12,4±0,5
40°	16,8±0,4	15,9±0,1	17,1±0,4	10,4±0,5	9,0±0,4
50°	15,8±0,1	16,0±0,4	17,3±0,4	—	11,4±0,4
60°	15,6±0,4	16,7±0,1	17,2±0,5	15,4±0,3	10,8±0,5
70°	15,6±0,4	15,3±0,4	16,4±0,4	14,9±0,5	6,5±0,5
80°	11,5±0,6	13,3±0,5	13,5±0,5	11,2±0,7	7,6±0,6

Таблица 3

Влияние предшествующей и последующей рентгенооблучению теплообработки семян на рост корешков 10-дневных растений пшеницы (семена сухие, сорт Арташати 42)

Температура обработки семян, С°	Длина корешков, см				
	без облучения	5 кр		20 кр	
		Теплообработка		Теплообработка	
		до облучения	после облучения	до облучения	после облучения
Контроль	59,3±1,8	54,2±1,6	54,2±1,6	27,2±1,6	27,2±1,6
40°	60,4±1,9	50,7±1,2	55,7±1,5	21,7±1,7	17,5±0,9
50°	64,3±1,7	50,3±1,7	55,1±1,4	—	—
60°	59,9±1,6	45,4±1,2	53,8±1,5	37,5±2,2	24,9±1,8
70°	58,3±1,9	48,0±1,4	50,0±1,4	53,2±1,8	11,9±1,1
80°	49,9±1,7	47,5±1,6	50,5±1,3	27,8±2,2	16,0±1,3

Под влиянием предшествующей теплообработки общая длина корешков изменяется в большей степени, чем ростков. Так, при облучении дозой в 20 кр общая длина корешков уменьшается на 32,9 см, или на 57,2%, а при облучении после предварительной теплообработки при 60°С она уменьшается на 19,3 см, или на 23,3%, при теплообработке 70°С соответственно на 5,1 см, или на 9,5%.

Так же изменяется количество первичных корешков и длина наибольшего из них (табл. 4).

Защитное действие нагрева, предшествующего рентгенооблучению, отражается не только на начальном росте, но влияет на весь период вегетации (на прорастание, выживание, рост и продуктивность растений). В поздних стадиях роста различие между вариантами несколько сглаживается, но достоверные различия по указанным показателям между растениями из семян, облученных с предварительной теплообработкой и без теплообработки, сохраняются.

Данные опытов о выживаемости, росте и продуктивности растений приведены в табл. 5, 6, 7.

Полевые опыты ставились в двукратной повторности, было посеяно по 50 семян в каждом варианте. В таблицах приводятся средние дан-

Таблица 4

Влияние теплообработки семян пшеницы до и после рентгенооблучения на рост главного корешка и количество корешков (сорта Арташат 42)

Температура обработки семян, °С	Без облучения		Облучение 20 кр			
	длина корешков	кол-во корешков, шт	Теплообработка до облучения		Теплообработка после облучения	
			длина корешков, см	кол-во корешков, шт	длина корешков, см	кол-во корешков, шт
20°	17,97±0,39	4,74±0,08	9,15±0,35	3,70±0,13	9,15±0,35	3,70±0,13
40°	16,49±0,39	4,72±0,08	7,52±0,47	3,69±0,13	6,52±0,36	3,46±0,12
60°	16,85±0,38	4,62±0,09	12,04±0,64	4,32±0,11	8,90±0,47	4,10±0,14
70°	16,41±0,39	4,52±0,09	16,87±0,41	4,49±0,09	5,89±0,56	3,49±0,11
80°	14,95±0,45	4,52±0,10	11,15±0,51	3,85±0,15	3,94±0,26	3,37±0,15

Таблица 5

Совместное влияние термической обработки и рентгенооблучения семян пшеницы на прорастание и выживаемость растений

Температу- ра обработ- ки семян, С°	Без облуче- ния		Облучение 5 кр				Облучение 20 кр			
			Теплообработка							
			до облуче- ния		после облуче- ния		до облуче- ния		после облучения	
	% про- рос- ших	% вы- жив- ших	% про- рос- ших	% вы- жив- ших	% про- рос- ших	% вы- жив- ших	% про- рос- ших	% вы- жив- ших	% про- росших	% вы- живших
Контроль	78	69	83	68	83	68	59	41,5	59	41,5
40°	86	79	88	75	81	78	40	19,0	40	14,0
50°	83	77	86	71	81	78	60	41,0	49	38,0
60°	73	88	81	79	62	65	69	50,0	40	29,0
70°	75	85	80	71	89	83	73	77,0	38	10,0
80°	63	58	61	53	86	56	49	26,0	50	23,0

ные двух повторностей. Количество проросших семян (из посеянных) при облучении дозой в 20 кр составляет 59%, при облучении семян той же дозой с предварительным их нагревом оно значительно повышается, составляя при теплообработке температурой в 50°С—60%; 60°С—63%; 70°С—77%. Выживаемость растений из семян, облученных после предварительного нагрева, изменяется аналогичным образом.

Из данных табл. 6 и 7 видно, что рост и продуктивность растений больше при облучении семян с их предварительным нагревом. Так, продуктивное кушение при облучении семян дозой в 20 кр составляет 2,4, при облучении же с предварительным нагревом при 50°, 60° и 70° соответственно: 3,8; 3,4; 3,3. Высота и продуктивность растений изменяется почти таким же образом.

Данные, полученные из проведенных опытов, показывают, что предшествующий рентгенооблучению кратковременный нагрев семян пшеницы при температурах 50—70°С оказывает защитное действие от угнетающей дозы облучения (20 кр).

Таблица 5

Совместное влияние термической обработки и рентгенооблучения семян на рост растений пшеницы

Температура обработки семян, °C	Облучение 5 кр		Облучение 20 кр									
	Без облучения		Теплообработка									
	Кушение		до облучения		после облучения		до облучения		после облучения		после облучения	
	общее	прод.	высота, см	кушение	прод.	высота, см	кушение	прод.	высота, см	кушение	прод.	высота, см
Контроль	7,5	4,2	71,2	6,8	3,6	72,7	6,8	3,6	72,7	6,5	2,4	61,1
40°	6,2	3,4	69,3	6,6	3,6	—	5,2	3,3	64,0	4,8	2,0	55,8
50°	6,3	3,8	70,8	6,5	2,8	71,2	5,2	2,7	67,9	5,6	3,8	72,9
60°	6,7	3,0	73,3	6,3	3,3	73,0	5,6	3,1	66,1	7,9	3,4	71,7
70°	4,7	3,4	77,2	5,5	3,2	73,2	4,2	2,5	68,6	5,0	3,3	69,7
80°	5,0	3,0	69,3	6,4	3,3	69,0	6,9	2,9	66,4	7,6	2,8	61,2

Таблица 7

Совместное влияние термической обработки и рентгенооблучения семян на продуктивность пшеницы

Температура обработки семян, С°	Без облучения		5 кр				20 кр			
	Вес одного растения, г	Вес зерна с 1 растения, г	Теплообработка							
			до облучения		после облучения		до облучения		после облучения	
			Вес одного растения, г	вес зерна с 1 растения, г	Вес одного растения, г	вес зерна с 1 растения, г	Вес одного растения, г	вес зерна с 1 растения, г	Вес одного растения, г	вес зерна с 1 растения, г
Контроль	9,3	3,8	7,9	3,3	7,9	3,3	5,9	1,7	5,9	1,7
40°	8,2	3,2	10,5	4,0	6,5	2,5	5,0	1,2	4,8	1,2
50°	10,2	4,3	7,9	3,1	6,3	2,6	—	—	4,2	1,0
60°	10,5	3,7	9,2	3,9	7,0	2,8	7,2	2,5	—	—
70°	8,4	3,7	6,9	2,7	7,0	3,0	6,4	2,9	4,0	0,4
80°	7,1	3,1	8,4	3,5	7,3	3,1	9,1	2,5	—	—

Значительный интерес представляет тот факт, что нагрев сухих семян при 40°С до облучения усиливает угнетающее действие рентгенооблучения. Защитное действие наблюдается при 50—70°С.

Так, при нагреве до 40°С и облучении дозой в 20 кр длина ростков 10-дневных растений по сравнению с вариантом без нагрева уменьшается на 1,2 см, длина корней—на 4,7 см. Из приведенных в табл. 2—7 данных видно, что показатели роста и продуктивности у указанного варианта по сравнению с контролем значительно ниже. Это свидетельствует о том, что теплообработка семян температурой 40°С в продолжении 10 мин. перед облучением усиливает угнетающее действие рентгеновых лучей.

Теплообработка семян после рентгенооблучения угнетает рост и продуктивность растений (табл. 2—7).

Так, у растений, полученных из необработанных температурой семян и облученных дозой в 20 кр, длина ростка 10-дневных растений составляет 11,6 см, а при облучении той же дозой с последующей обработкой при температурах 40; 60; 70 и 80°С снижается, составляя соответственно 9,0; 10,3; 6,5; 7,6 см.

Общая длина корешков 10-дневных растений при облучении дозой в 20 кр составляет 27,2 см, при облучении же с последующей теплообработкой при указанных температурах снижается до 17,5; 24,9; 11,9 и 16,0 см.

Аналогичную картину представляют данные полевых опытов. Прорастаемость у обработанных температурой после рентгенооблучения (в 20 кр) семян ниже на 3—31%, выживаемость—на 9—19%.

Урожай зерна с одного растения в контрольном варианте составляет 1,7 г, в облученных же вариантах снижается до 1,2; 1,0; 0,4 г.

Совершенно различное влияние теплообработки на семена до и после их облучения на их радиочувствительность наблюдается при сопоставлении данных роста и продуктивности растений соответствующих вариантов.

Данные проведенных опытов показывают, что высокая температура (в пределах биологического максимума) является сильным модифици-

рующим фактором физиологического действия рентгенооблучения. Высокая температура в зависимости от времени воздействия (до или после рентгенооблучения) ослабляет или усиливает угнетающее действие рентгенооблучения. 5—15-минутное воздействие температуры при 45—50°C на наклюнувшиеся семена и при 50—70°C на сухие семена пшеницы оставляет защитное действие. Воздействие той же температуры после рентгенооблучения, наоборот, усиливает угнетающее действие облучения.

В наших опытах существенного изменения эффекта стимулирующих доз рентгенооблучения (0,5 кр при наклюнувшихся, 5 кр при сухих семенах) от предшествующего или последующего воздействия указанными температурами не наблюдалось.

Ռ. Ս. ԲԱԲԱՅԱՆ

ՌԵՆՏԳԵՆՆԱԿԱՆ ՀԱՌԱԳԱՅԹԱԶՈՐՄԱՆ ԵՎ ԲԱՐՁՐ ԶԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ՀԱՄԱՏԵՂ ԱԶԳԵՅՈՒԹՅՈՒՆԸ ՅՈՐԵՆԻ ՍԵՐՄԵՐԻ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրվել է ցորենի Ուկրաինկա, Արտաշատի—42 և Էրինացեում սորտերի սերմերի վրա ռենտգենյան ճառագայթաճարման և բարձր ջերմաստիճանի տակ 10—15 րոպե պահելու համատեղ ազդեցությունը:

Կիրառվել են ռենտգենյան ճառագայթաճարման խթանիչ (500 ռենտգեն՝ ծլել սկսած սերմերի, 5000 ռենտգեն՝ չոր սերմերի դեպքում) և ձնշող (1500 ռենտգեն՝ ծլել սկսած սերմերի, 20.000 ռենտգեն՝ չոր սերմերի դեպքում) դոզաներ:

Կատարված հետազոտությունները ցույց են տվել, որ ճառագայթաճարմանը նախորդող ջերմամշակումը 50—70°-ի տակ (չոր սերմերի դեպքում) և 45—50°-ի տակ (նախօրոք թրջված սերմերի դեպքում) թողնում է պաշտպանիչ ազդեցություն աճի և պտղաբերության վրա:

Չոր սերմերի նախապես կատարված ջերմամշակումը 40°-ի տակ ուժեղացնում է ռենտգենյան ճառագայթաճարման ձնշող ազդեցությունը:

Ճառագայթաճարման հետո կատարված ջերմամշակումը, ի տարբերություն նախորդող ջերմամշակման, բոլոր դեպքերում աճի և պտղաբերության վրա թողնում է ձնշող ազդեցություն:

Աճին խթանող դոզայով (1500—5000 ռենտգեն) ճառագայթաճարելիս նախորդող կամ հաջորդող ջերմամշակումից ազդեցության փոփոխություն չի նկատվել:

R. S. BABAYAN

JOINT EFFECT OF X-RAYS AND HIGH TEMPERATURE ON WHFAT SEEDS.

Summary

Wheat seeds of Ukrainka, Artashat42 and Erinaceum species have been studied when treating them for 10—15 minutes under the joint ef-

fect of both X-rays and biological, superoptimal temperatures. Dry and sprouting seeds have been treated with both stimulant and suppressive X-rays doses

Studies have shown that pre-irradiation thermal treatment of 50—80°C for dry seeds and 45—50°C for seeds previously wetted has a protective effect on growth and fruit bearing. Earlier treatment of dry seeds with a temperature of 40°C increases the suppressive effect of X-rays. Thermal treatment after irradiation, unlike that of the preceding one, has always a suppressive effect on growth and fruit bearing. No change of effect is observed from either the preceding or succeeding thermal treatment when 1500 and 5000 X-rays growth stimulant doses were applied.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бак З., Александер П., Основы радиобиологии, М. Изд. АН СССР, 1963.
2. Бабаян Р. С. ДАН АрмССР, т. XL, № 1, 1965.
3. Березина Н. М. Предпосевное облучение семян, М., Атомиздат, 1964.
4. Васильев И. М. Действие ионизирующих излучений на растения, М., Изд. АН СССР, 1962.
5. Ватти К. В. В сб.: «Первичные механизмы биологического действия ионизирующих излучений», М., Изд. АН СССР, 1963.
6. Захаров И. А. и Инге-Вечтомов С. Г. Там же.
7. Шапиро Н. И., Бочарова Е. М. и Белицина Н. В. ДАН СССР, т. 126, № 1, 1959.
8. Шапиро Н. И. и Бочарова Е. М. ДАН СССР, т. 133, № 2, 1960.
9. Шапиро Н. И., Протопопова Е. М. «Радиобиология», т. IV, вып. 2, 1964.
10. Caldecott R. Smith L. *Genetics*, 37, 1952.
11. Gaul H. *Pflanzenzücht*, 38, 1957.
12. Mc. Erloy M. D. Swanson C. P. *Quart. Rev. Biol.*, 26, 1951.
13. Rick Ch. M. *Genetics* 25, 5, 1940.
14. Russel M. A. *Plant. Physiol.*, 12, 1, 1937.
15. Wolff S. Sicard A. M. In *Effects of Ioniz. rad. on seeds*, IAEA, Vienna, 1961.