

Р. С. БАБАЯН

О ЗАЩИТНОМ ДЕЙСТВИИ КРАТКОВРЕМЕННОГО НАГРЕВА ПРИ РЕНТГЕНОБЛУЧЕНИИ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ

Термическое воздействие значительно изменяет эффект ионизирующих излучений на организмы. Имеется ряд исследований, в которых показано защитное действие супероптимальных температур при радиооблучении.

Механизм модифицирующего действия температуры, в частности защитного действия предшествующих облучению высоких температур, до настоящего времени не совсем ясен. Имеется ряд предположений о том, что температурный эффект сводится частично или полностью к кислородному эффекту (Caldecott, 1962; Шапиро, Протопопова, 1964; и др.). Однако существует ряд данных, трудно объяснимых с этой точки зрения. Например, данные опытов Фабержа (Faberge, 1954) с облученной пылью традесканции свидетельствуют о независимости температурного эффекта от кислородного.

Физиологическое состояние организмов, клеточный метаболизм зависят от температуры, и каждому изменению температуры сопутствуют изменения в физиологическо-структурном состоянии, в метаболизме организмов. Вместе с тем, известно, что физиологическое состояние в момент облучения играет большую роль в радиочувствительности.

Влияние супероптимальных температур на физиологическо-структурное состояние растительных организмов изучалось многими авторами.

Исследованиями Вебера (Weber H., Weber G., 1916), Насонова (1941, 1959), Александрова (1941, 1963, 1964), Альтергот (1960), Завадской (1963), Лютовой (1958), Библь (1965), Олейниковой (1963) и других установлено, что под влиянием высоких температур в растительных клетках происходит ряд структурных, физиологических и других изменений: замедление и остановка движения протоплазмы, усиление или угнетение дыхания, фотосинтеза, повышение проницаемости, вязкости протоплазмы и т. д. Многочисленные исследования В. Я. Александрова и других свидетельствуют о реактивном повышении устойчивости растений к разным повреждающим агентам под влиянием супероптимальных температур.

Разумеется, изменения, возникающие под воздействием температуры в организме, изменяют радиочувствительность последнего. В настоящем исследовании ставилась цель, изучить чувствительность семян к рентгенооблучению в связи с изменениями, вызванными термическими воздействиями.

Известно, что измененные (поврежденные) функции клеток и тканей после снятия повреждающего действия температуры (если она не была слишком высокой и не вызвала необратимых повреждений) в нормальных условиях с течением времени восстанавливаются, приближаясь к норме (Александров, 1963, 1964; Горбань, 1963 и др.).

Из этого следует, что клетки (организмы) в разное время после термических воздействий будут в различном физиологическом состоянии, поскольку репарация функций и структур у них идет постепенно и не синхронно.

Облучая семена в различное время после термических воздействий, можно выяснить, как изменяется радиочувствительность в процессе репарации термических повреждений.

Как показатель восстановления термических воздействий, нами изучалось восстановление проницаемости клеток для электролитов. Изменение проницаемости изучалось на наклюнувшихся семенах и у 10—15-дневных проростков пшеницы.

После теплообработки навески подопытного материала (1—10 г) размещались в стеклянные бюксы, куда затем по истечении определенного времени приливалась дистиллированная вода. После 30—60-минутного пребывания материала в воде определялось сопротивление диффузата. Определения проводились реохордным мостом (нуль индикатором служит осциллограф) и вольт-амперным методом, с миллиамперметром.

Изучались изменения чувствительности семян к рентгенооблучению в течение первых трех часов после термического воздействия.

Опыты проводились с семенами озимой пшеницы сорта Эритролеу-кон 12 (Tr. aest. var. *erithroleucon* Körn.).

Семена подвергались термическому воздействию в термостате в водной среде. Отклонение от заданной температуры составляло $\pm 0,5^\circ\text{C}$, время теплообработки—5—10 минут. Семена облучались сразу же и через 15, 30, 60, 90, 120 и 180 минут после теплообработки. Облучение проводилось аппаратом РУМ-11, при 185 кВ, 15 мА, мощность дозы 500 р/мин.

Семена проращивали в чашках Петри в комнатных условиях. Как показатели радиочувствительности учтены: длина ростка и наиболее длинного корня, сырой и сухой вес 10-дневных растений.

Известно, что о физиологическом состоянии растений, их устойчивости в разных неблагоприятных условиях в определенной степени можно судить по интенсивности экзосмоса электролитов (проницаемость для электролитов). Это доказано исследованиями Максимова (1931), Васильева (1957), Вильнер (1960), Олейниковой (1964) и др.

Как уже указывалось, интенсивность экзосмоса электролитов нами использована как показатель репарации изменений, вызванных термическим воздействием.

Опыты, проведенные с листьями пшеницы, показывают, что экзосмос электролитов после кратковременного (5—10-минутного) нагрева сильно повышается. Данные одного из этих опытов приведены в табл. 1.

Приведенные данные показывают, что экзосмос электролитов под действием температуры изменяется в широких пределах.

Уже под действием температуры в 30°C в течение 10 минут выход электролитов увеличивается на 40% по сравнению с контролем (по единицам удельной электропроводности). Под действием 50°C в течение 10 минут выход электролитов по сравнению с контролем увеличивается более чем в пять раз. Такая большая разница между контрольными и опытными вариантами свидетельствует о том, что под воздействием температуры в структурно-функциональном состоянии клеток растений происходят глубокие изменения.

Опыты с листьями и проросшими семенами пшеницы показывают, что после их кратковременного нагрева в нормальных условиях происходит восстановление интенсивности экзосмоса электролитов до уровня контрольных (не подвергшихся действию нагрева) растений. В зависи-

мости от температуры, времени и условий нагрева (воздушный или водяной термостат) проницаемость электролитов у растений восстанавливается до уровня контрольных в разное время.

Таблица 1

Влияние температуры 10-минутного нагрева на экзосмос электролитов из листьев пшеницы (нагрев в водяном термостате)

Температура обработки листьев, °C	Сопротивление диффузата в тысячах ом, через		
	30 минут	60 минут	90 минут
Контроль (20)	79,6	60,0	53,0
30	57,0	50,0	49,0
35	50,0	47,0	41,0
40	38,0	35,0	34,0
45	33,0	30,1	29,2
50	12,4	10,1	9,5

Представленные на рис. 1 данные показывают, что сразу же после снятия действия температуры, в нормальных условиях, происходит постепенное снижение проницаемости до уровня контроля.

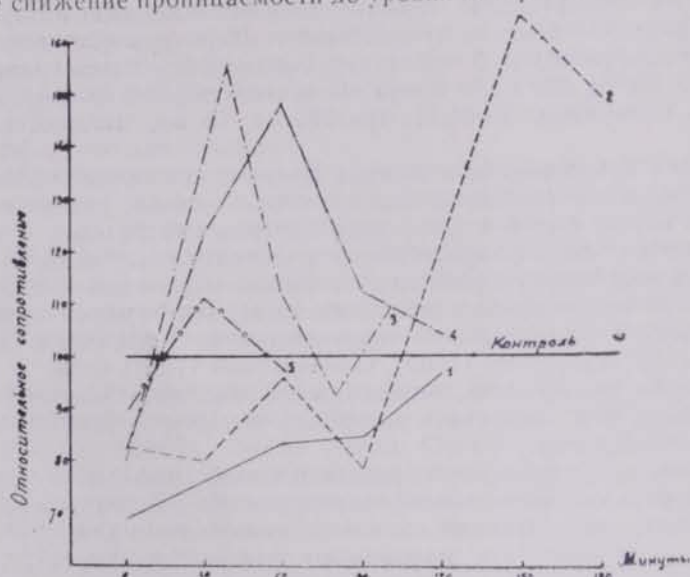


Рис. 1. Изменение интенсивности экзосмоса электролитов у листьев и проростков пшеницы после термических воздействий. 1—листья, теплообработка при 60°C, 15 минут, в воздушном термостате, 2—листья, теплообработка при 55°C, 10 минут, в водяном термостате, 3—листья, теплообработка при 50°C, 10 минут, в водяном термостате, 4—листья, теплообработка при 45°C, 5 минут, в водяном термостате, 5—проростки семян, теплообработка при 60°C, 30 минут, в воздушном термостате.

На основании этих данных можно заключить, что и общее физиологическо-структурное состояние клеток растений изменяется таким же образом. Это указывает и на то, что состояние растений в разное время после теплообработки значительно различно.

Такое различие в физиологическом состоянии семян находит свое выражение в различии их радиочувствительности. Об этом свидетельствуют данные опытов по облучению семян рентгеновскими лучами в разное время после термических воздействий.

Из приведенных в табл. 2 данных видно, что радиочувствительность семян (по указанным показателям начального роста) после термических воздействий, в зависимости от времени облучения, значительно изменяется.

Таблица 2

Радиочувствительность семян пшеницы, облученных в разное время после термических воздействий (включившие семена Эритролеукоп 12, облучение 2 кр)

Температура об- работки семян, °C	Сразу		Через 30 минут				Через 3 часа			
	длина ростка, см	длина корня, см	длина ростка, см	t	длина корня, см	t	длина ростка, см	t	длина корня см	t
Кон- троль	12,6±1,0	8,4±0,7	—	—	—	—	—	—	—	—
30	10,5±0,9	7,3±0,7	11,5±0,8	0,8	8,0±0,6	0,8	12,5±0,8	1,8	9,0±0,7	1,6
40	16,8±0,4	13,6±0,3	17,3±0,4	1,0	13,4±0,3	0,5	13,4±0,7	2,0	10,4±0,6	4,9
45	16,3±0,4	13,7±0,4	17,3±0,3	2,0	13,7±0,3	0,0	17,6±0,3	2,9	15,2±0,3	3,0
50	7,0±0,9	7,5±0,8	8,5±0,8	2,1	8,4±0,7	0,9	15,5±0,3	8,9	13,4±0,2	6,8

t 0,05 = 1,99; t 0,01 = 2,42

Длина 10-дневных ростков из семян, облученных сразу же после нагрева при 30°C, равна 10,5 см, длина корней—7,3 см; при облучении тех же семян через 30 минут длина ростков увеличивается на 1 см, длина корней—на 0,7 см; при облучении через 180 минут после теплообработки длина ростка и корней увеличивается на 2,0 и 1,7 см. В зависимости от времени облучения после термического воздействия длина ростка и корней изменяется таким же образом и от нагрева семян при 45°C.

Облучение семян сразу же после нагрева при 50°C, по сравнению с контролем, угнетает рост ростков и корней; через 30 минут наблюдается некоторое повышение радиоустойчивости, а через 180 минут радиоустойчивость резко повышается; в этом варианте длина ростка и корней больше, чем у контроля соответственно на 2,9 и 4,0 см.

Это наглядно видно на рис. 2, 3, 4, 5.

Изменение радиочувствительности в зависимости от времени после термического воздействия более детально изучалось при температурах 35 и 55°C. Соответствующие данные представлены в табл. 3 и 4.

Данные табл. 3 показывают, что после 5-минутного нагрева семян радиочувствительность значительно понижается, а затем постепенно повышается.

После нагрева семян при 55°C радиоустойчивость сначала снижается (в пределах 0—15—30 минут), а потом постепенно повышается.

Статистическая обработка данных опытов показывает, что различия между вариантами облучения в разное время после термических воздействий за отдельными исключениями, достоверны (Урбах, 1964).

Данные проведенных опытов показывают, что в зависимости от времени после термического воздействия чувствительность семян пшеницы к рентгенооблучению значительно изменяется за сравнительно короткий промежуток времени (в течение трех часов).

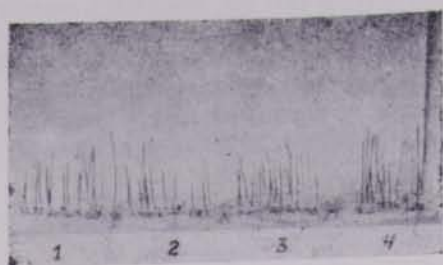


Рис. 2. 5-дневные проростки пшеницы Эритролеукон 12; семена обработаны при температуре 30°C в течение 10 минут. 1—контроль—облучение 2 кр без теплообработки, 2—облучение 2 кр сразу после теплообработки, 3—облучение 2 кр через 30 минут после теплообработки, 4—облучение 2 кр через 3 часа после теплообработки.

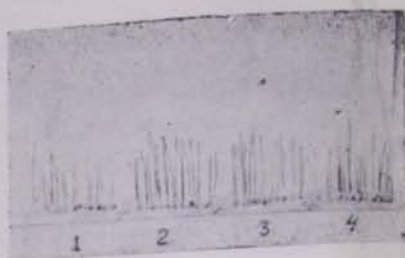


Рис. 3. 5-дневные проростки пшеницы Эритролеукон 12; семена обработаны при температуре 40°C в течение 10 минут. 1—контроль—облучение 2 кр, 2—облучение 2 кр сразу после теплообработки, 3—облучение 2 кр через 30 минут после теплообработки, 4—облучение 2 кр через 3 часа после теплообработки.

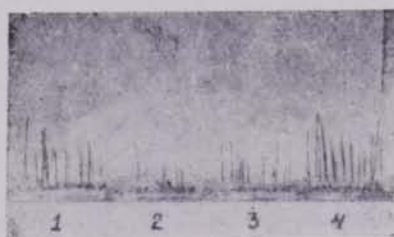


Рис. 4. 5-дневные проростки пшеницы Эритролеукон 12; семена обработаны при температуре 50°C в течение 10 минут. 1—контроль—облучение 2 кр, 2—облучение 2 кр сразу после теплообработки, 3—облучение 2 кр через 30 минут после теплообработки, 4—облучение 2 кр через 3 часа после теплообработки.

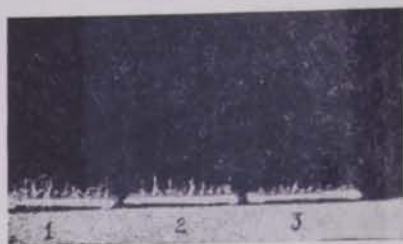


Рис. 5. 5-дневные проростки пшеницы Эритролеукон 12; семена обработаны при температуре 55°C в течение 10 минут. 1—облучение 2 кр сразу после теплообработки, 2—облучение 2 кр через 30 минут после теплообработки, 3—облучение 2 кр через 3 часа после теплообработки.

Таблица 5

Изменение радиочувствительности семян пшеницы в зависимости от времени после гермического воздействия при 35°C (наклонившие семена, Эритролеукон 12).

Вариант	Длина ростка, см	Критерий значимости разницы (t)	Длина корешка, см	Критерий значимости разницы (t)	Сырой вес 100 растений	
					г	%
Контроль, облученный 1,5 кр	10,7±1,10	2,31	4,9±0,62	1,00	18,35	100
Теплообработка, облуч. 1,5 кр сразу	13,8±0,95	—	5,7±0,65	—	20,27	110,5
Теплообработка, облуч. 1,5 кр через 30 минут	8,6±0,95	3,80	3,4±0,48	2,80	16,90	92,1
Теплообработка, облуч. 1,5 кр через 60 минут	8,7±0,84	4,00	3,5±0,55	2,64	18,87	102,8
Теплообработка, облуч. 1,5 кр через 120 минут	8,5±0,84	4,10	3,3±0,45	3,00	17,77	96,8
Теплообработка, облуч. 1,5 кр через 180 минут	6,5±0,78	5,90	2,1±0,21	5,27	14,65	79,8

Таблица 4

Изменение радиочувствительности семян пшеницы в зависимости от времени после термического воздействия при 55°C в течение 5 минут (заклюнувшие семена, сорт Эритролеуков 12, облучение 2 кр).

Варианты	Длина ростка, см	t вариантов		Длина корешка, см	t вариантов		Вес 100 рас- тений	
		1	2		1	2	г	%
Облучение сразу же по- сле тепло обработки	7,8±0,7	—	3,6	5,9±0,5	—	2,2	17,30	100
Облучение через 15 ми- нут	5,6±0,6	3,6	—	3,97±0,7	2,2	—	14,87	85,9
Облучение через 30 ми- нут	6,9±0,9	0,8	1,7	5,1±0,7	0,9	1,3	17,10	98,9
Облучение через 60 ми- нут	10,3±0,9	2,2	4,9	6,8±0,5	1,1	3,6	19,07	110,2
Облучение через 90 ми- нут	10,1±0,9	2,0	4,7	7,1±0,7	2,1	3,1	20,40	117,9
Облучение через 120 ми- нут	11,1±1,1	2,5	2,5	7,9±0,6	2,5	4,6	22,07	127,6
Облучение через 180 ми- нут	11,1±0,8	3,0	6,0	9,2±0,6	6,0	6,2	23,37	135,1

t_{0,05} = 1,99; t_{0,01} = 2,42; t = 80

Сопоставление данных об изменении проницаемости для электролитов и об изменении чувствительности к рентгенооблучению после термических воздействий показывает некоторую их сопряженность. Это прежде всего выражается в том, что и чувствительность к рентгенооблучению и проницаемость электролитов после термических воздействий значительно изменяются. Изменения проницаемости и радиочувствительности являются направленными процессами (повышение проницаемости, повышение или понижение радиочувствительности). В обоих случаях эти изменения, особенно при воздействии сравнительно высокими температурами, протекают по-разному.

Разумеется, четкой параллельности между указанными параметрами нет, и не следует ожидать, поскольку проницаемость для электролитов является лишь одним из многих показателей физиологическо-структурного состояния клеток. Известно, что разные параметры этого состояния под воздействием температуры изменяются по-разному и в нормальных условиях восстанавливаются несинхронно.

Изменение радиочувствительности после воздействия разных температур в различной степени и различных направлений указывает на сложную связь изменений физиологическо-структурного состояния и радиочувствительности.

Գ. Ս. ՔԱՐԱՅԱՆ

ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ՀԱՌԱԿԱՅԹԱԶԱՐԲԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ ՅՈՐԵՆԻ ՍԵՐՄԵՐԻ
ԿԱՐՃԱՏԵԼ ՏԱՔԱՅՄԱՆ ՊԱՇՏՊԱՆԻՉ ԱԶԳԵՅՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա. Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Ուսումնասիրվել է ցորենի սերմերի ճառագայթազգայնության փոփոխումը՝ չերմաչին վնասվածքի վերականգնման ընթացքում:

Որպես չերմաչին վնասվածքի ցուցանիշ, ուսումնասիրվել է էլեկտրոլիտների նկատմամբ բջիջների թափանցիկության փոփոխումը:

էլեկտրոլիտների թափանցելիությունը, որը շեշտակի բարձրանում է ջերմային ազդեցությունից անմիջապես հետո, ժամանակի ընթացքում աստիճանաբար վերականգնվում է: Փորձերի ավարտները ցույց են տալիս, որ թափանցելիության փոփոխմանը հետևում է ռենտգենյան ճառագայթազարման նկատմամբ դիմացկունության փոփոխումը: Նրանք հանդես են գալիս որպես փոխադարձ պայմանավորված պրոցեսներ: Երևան է գալիս սերմերի ֆիզիոլոգիական-կառուցվածքային վիճակի և ճառագայթազդեցության միջև գոյություն ունեցող բարդ կապը:

R. S. BABAYAN

CONCERNING THE PROTECTIVE EFFECT OF THE SHORT-TERM HEATING OF WHEAT SEEDS UNDER IRRADIATION.

Summary

The change occurring in the irradiation sensibility of wheat seeds during the restoration of the thermal injury was studied.

As an index of the thermal injury, studies were mainly concerned on the change of penetrability of cells in relation to electrolytes. The penetrability of electrolytes increasing sharply just after the thermal effect, is gradually restored. The data obtained show that the change of penetrability is followed by that of stability in relation to irradiation. These changes take place as mutually connected processes. They show the complex relation existing between the physiological-structural state and irradiation sensibility of seeds.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров В. Я. и Фельдман Н. Л. Бот. журнал, т. 43, № 2, 1958.
2. Александров В. Я. Труды БИН. сер. IV, «Эксперим. бот.», т. 16, 1963.
3. Александров В. Я. В сб. «Клетка и температура среды», Изд. «Наука», 1964.
4. Александров В. Я. Там же.
5. Альтергоф В. Ф. В сб.: «Физиология устойчивости растений», изд. АН СССР, 1960.
6. Библь Р. Цитологические основы экологии растений, Изд. «Мир», 1965.
7. Горбань И. С. В сб. «Клетка и температура среды», изд. «Наука», 1964.
8. Завадская И. Г. Цитология, т. V, № 2, 1963.
9. Лютова М. И. «Бот. журнал», т. XI, III, № 2, 1958.
10. Насонов Д. Н., Александров В. Я. Реакция живого вещества на внешние воздействия, «Изд. АН СССР», 1940.
11. Насонов Д. Н. Цитология, т. I, № 6, 1959.
12. Олейникова Т. В. В сб. «Цитологические основы приспособления растений к факторам среды», изд. «Наука», 1964.
13. Урбах В. Ю. «Биометрические методы», изд. «Наука», 1964.
14. Шаниро Н. И., Протопопова Е. М. Радиобиология, т. 2, вып. 3, 1962.
15. Шаниро Н. И. В кн. «Основы радиационной биологии», изд. «Наука», 1964.
16. Caldecott R., Effects of ionizing Radiations on seeds, IAEA, Vienna, I, 1962.
17. Faberge A. C., Radiation Res., I, 1954.
18. Weber H., Weber G., Ber. dtsch. bot. Ges., 34, 1916.