Доклады Академии наук СССР
1955. Том 101, № 6

БИОФИЗИКА

С. Д. ЧИГИРЕВ

ВЛИЯНИЕ ГЛУБОКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ВО ВРЕМЯ ОБЛУЧЕНИЯ НА НАРУШЕНИЯ СИНТЕЗА ГЛЮТАТИОНА И АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЗЕРНАХ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРОРАСТАНИИ

(Представлено академиком В. А. Энгельгардтом 29 XI 1954)

Изучение первичного радиобиологического эффекта представляет большие трудности, так как он не может пока еще наблюдаться непосредственно. О первичном действии радиации на организм приходится судить косвенным путем по характеру развивающихся вторичных процессов после действия излучений при разных условиях.

В развитие исследований о влиянии условий среды на радиобиологический эффект, проводимых в лаборатории излучений Института биофизики АН СССР ([3]), в данной работе изучалось влияние глубокого охлаждения во время облучения сухих семян пшеницы на изменения синтетической активности в этих семенах при их последующем прорастании.

В качестве объекта исследования были взяты сухие семена пшеницы, так как они допускали необходимое охлаждение без заметного изменения жизненных функций.

Ионизирующие излучения при действии на организм вызывают в воде образование активных продуктов, которые могут окислять активные группы жизненно важных соединений, что в дальнейшем приводит к нарушениям обмена и физиологических процессов. Не исключается возможность непосредственного действия излучений, приводящего к окислению (при прямом выбивании электронов), необратимому изменению отдельных веществ и выключению их из нормального процесса обмена. Образование в водной среде при облучении H, OH, O_2H и H_2O_2 должно приводить к сдвигу в окислительно-восстановительных системах организма. Исходя из этого, в качестве биохимических тестов на изменение синтетической активности в семенах были избраны глютатион и аскорбиновая кислота.

Методика. Глютатион и аскорбиновая кислота определялись титрованием с иодатом и 2,6-дихлорфенолиндофенолом ([1]). Принцип метода состоит в том, что при титровании экстракта иодатом определяются суммарно аскорбиновая кислота и сульфгидрильные соединения. Из результатов суммарного титрования вычитаются результаты титрования аскорбиновой кислоты с 2,6-дихлорфенолиндофенолом. Полученная разность соответствует содержанию в экстракте сульфгидрильных соединений и может быть пересчитана на восстановленный глютатион ([2]).

Постановка опытов. Для каждого опыта приготовлялись четыре образца зерен пшеницы Эритроспермум 599 урожая 1952 г.: 1) Зерна, облученные при обычной температуре. Облучение проводилось рентгеновскими лучами при напряжении 160 кв, без фильтра, при защите образцов слоем картона. Интенсивность излучения составляла около 780 г/мин. Доза — около 32 000 г (как было установлено ранее ([3]), доза в 32 000 г для сухих зерен пшеницы соответствует дозе половинного угнетения при начальных стадиях развития проростков при прорастании).

2) Зерна, облученные при температуре —100—120°. Облучение проводилось той же дозой, и так же, как в первом случае. Охлаждение зерен во время облучения осуществлялось жидким азотом в приборе, позволявшем поддерживать низкую температуру зерен на протяжении всего облучения. 3) Зерна, подвергнутые действию низкой температуры без облучения. Образец находился при той же температуре и такое же время, как и образец 2 и являлся контролем к последнему. Оттаивание зерен производилось в обоих случаях при комнатной температуре на воздухе. 4) Исходное зерно, не облучавшееся и не подвергавшееся действию низкой температуры (контроль).

После соответствующей обработки (облучение, охлаждение) образцы зерен проращивались в затемненном термостате при температуре 22—24°. Отдельными опытами было установлено, что заметные различия в содержании глютатиона и аскорбиновой кислоты проявлялись на 2—3 день прорастания. Поэтому в опытах образцы для анализов отбирались на 3, 5, 6 и 7 дни прорастания. Одновременно с отбором проб для определения глютатиона и аскорбиновой кислоты отбирались пробы для определения сухого вещества. Для исследования брались целые проростки.

Результаты. Полученные средние данные (табл. 1) показывают, что при прорастании зерен пшеницы, облученных рентгеновскими лучами, проявляется ясно выраженный радиобиологический эффект. Эффект понижается, если во время облучения охлаждать зерна до температуры —120°. Этот результат хорошо согласуется с результатом наблюдения за развитием проростков пшеницы. Облучение при обычной температуре значительно угнетает развитие проростков, облучение же при низкой температуре дает заметно меньшее угнетение. После действия низкой температуры без облучения проростки развивались почти так же, как и контрольные.

Таблица 1

Средние данные по содержанию сухого вещества, глютатиона и аскорбиновой кислоты в проростках пшеничного зерна, облученного при разных условиях

День прорастания	Облучение при обычной температуре			Облучение при низкой температуре			Низкая температура без облучения			Контроль		
	Сух. вещ. в %	Глютатион в мг %	Аскорб. кисл. в мг %	Сух. вещ. в %	Глютатион в мг %	Аскорб. кисл. в мг %	Сух. вещ. в %	Глютатион в мг %	Аскорб. кисл. в мг %	Сух. вещ. в %	Глютатион в мг %	Аскорб. кисл. в мг %
3	46,7	73,7	12,5	44,1	85,2	15,6	37,8	106,1	22,2	38,1	104,4	26,6
5	37,4	100,3	22,5	33,3	135,1	27,5	28,3	157,6	41,2	26,5	156,1	39,7
6	35,5	97,7	28,2	30,7	118,2	42,4	24,7	176,0	55,2	24,3	173,5	48,1
7	34,6	104,4	27,7	28,4	114,2	39,3	22,8	204,1	60,1	22,2	205,7	53,0

Данные табл. 1 позволяют вычислить относительное угнетение расхода запасных веществ зерна и угнетение синтеза глютатиона и аскорбиновой кислоты при прорастании. Для этого разность между цифрами для группы «облучение при обычной температуре» и для контроля выражалась в процентах к контролю, а разность между значениями для групп «облучение при низкой температуре» и «низкая температура без облучения» выражалась в процентах к этой последней группе.

Для получения значений, характеризующих снижение радиобиологического эффекта при облучении в условиях глубокого охлаждения, разность между данными для групп «облучение при обычной температуре» и «облучение при низкой температуре» выражалась в процентах к величинам групп «облучение при обычной температуре» (табл. 2).

Таблица 2

День прорастания	Облучение при обычной температуре			Облучение при низкой температуре			Снижение эффекта облучения при глубоком охлаждении		
	Угнет. расхода запасн. веществ зерна	Угнет. синтеза		Угнет. расхода запасн. веществ зерна	Угнет. синтеза		Расход запасн. веществ зерна	Синтез	
		глютатиона	аскорб. кисл.		глютатиона	аскорб. кисл.		глютатиона	аскорб. кисл.
3	22,6	29,4	53,2	16,7	19,7	29,7	26,1	33,0	44,2
5	41,1	35,7	43,3	17,7	14,3	33,2	56,9	60,0	23,3
6	46,1	43,7	41,4	24,3	32,8	23,2	47,3	24,9	44,0
7	55,8	49,2	47,7	24,6	29,3	34,6	55,9	40,4	27,5

Отдельными опытами было показано, что если охлаждение проводить до или после облучения, то снижения эффекта облучения не происходит.

Полученные в работе данные позволяют сделать следующие выводы.

1. При прорастании в темноте зерен пшеницы, облученных рентгеновскими лучами, уменьшается скорость мобилизации запасных веществ зерна и угнетается синтез глютатиона и аскорбиновой кислоты. Облучение прорастающих зерен при глубоком охлаждении отражается на расходе запасных веществ и синтезе глютатиона и аскорбиновой кислоты в меньшей степени.

Следовательно, если облучение проводится в условиях глубокого охлаждения, то часть радиобиологического эффекта снимается, составляя в разные дни прорастания для расхода запасных веществ 26—57%, для синтеза глютатиона 33—61% и для синтеза аскорбиновой кислоты 23—44% по отношению к угнетению этих процессов при прорастании зерен, облученных при обычной температуре.

2. Снятие только части радиобиологического эффекта при глубоком охлаждении дает основания предполагать, что наряду с косвенным действием излучений, обусловливаемым химическими реакциями продуктов радиолиза воды с веществами организма и затухающим при —120°, возможно, имеет место и прямое действие излучений на жизненно важные вещества организма.

В заключение приношу сердечную благодарность проф. Я. Л. Шехтману за ценные советы в работе.

Институт биологической физики
Академии наук СССР

Поступило
3 VII 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] В. Кретович, Р. Токарева, И. Петрова и др., Биохимия, **12**, 6, 545 (1947). [2] В. Кретович, А. Бундель, Т. Дроздова, Биохимия, **13**, 4, 332 (1948). [3] Я. Л. Шехтман, ДАН, **102**, № 1 (1955).