

УДК 577.391.591.813.621.311.25

В. С. ПОГОСЯН, Э. А. АГАДЖАНЯН,  
Р. М. АРУТЮНЯН, В. А. ШЕВЧЕНКО

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ СЕМЯН В ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ *Plantago*, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ХРОНИЧЕСКОМУ ОБЛУЧЕНИЮ

### Сообщение 1. Действие хронического облучения на начальные стадии онтогенеза в первый и третий годы после аварии на Чернобыльской АЭС

Изучены всхожесть, энергия прорастания семян первой и третьей послеаварийной репродукции и активность деления меристематических клеток их корешков в трех природных популяциях *Plantago* (подорожник). Две из этих популяций росли в 30-километровой зоне контроля аварии на Чернобыльской АЭС, а одна контрольная, - вне пределов зоны в почве, свободной от радиоактивности. Выявлено, что способность семян к прорастанию не коррелирует с  $\beta$ -излучением семян, измеренным после их сбора. Семена двух репродукций достоверно различаются по энергии прорастания.

В собранных через 3 года после аварии семенах выявлено усиление гибели клеток зародыша, вследствие чего повышается процент нежизнеспособных семян.

**Введение.** Опасность возникновения аварийных ситуаций, сопровождающихся ионизирующим излучением, приводит к необходимости своевременной и адекватной оценки воздействия излучения на окружающую среду, особенно на генетическую стабильность и изменчивость природных популяций.

Экстраполяция результатов повреждения генетических структур от более высоких доз облучения к малым не всегда является точной, об этом говорят экспериментальные данные, свидетельствующие о более высокой поражаемости их при воздействии малыми дозами радиации [1]. Кроме того, данные генетической изменчивости некоторых дикорастущих растений в 30-километровой зоне контроля аварии Чернобыльской АЭС в зависимости от поглощенной дозы не однозначны [2,3]. Поэтому необходимо расширить круг исследований природных популяций растений с включением разных стадий их развития.

В настоящей работе представлены результаты анализа хронического облучения семян *Plantago* (подорожник), собранных в 30-километровой зоне контроля на Чернобыльской АЭС в 1986 и 1988 гг.

**Материал и методика.** В качестве объекта исследований была выбрана диплоидная форма ( $2n=12$ ) травянистых растений *Plantago lanceolata* L. (подорожник ланцетолистный) и *Plantago major* L. (подорожник большой).

Сбор семян с трех популяций указанных видов проводился летом 1986 и 1988 гг. При этом две (II и III) популяции находились в 30-километровой зоне контроля аварии Чернобыльской АЭС, а одна (I), служащая контролем, за пределами 30-километровой зоны в чистой от радиоактивных элементов почве. В каждой популяции семена собирались с разных участков (от 1 до 5), различающихся в основном по степени и составу радиоактивного загрязнения. Согласно данным дозиметрии значительный вклад в облучение биологических объектов большинства изучаемых участ-

ков вносили "горячие" частицы, которые являются излучателями  $\alpha$  - и  $\beta$  - частиц и  $\gamma$  - квантов.

До выхода из периода покоя семена хранились в комнатных условиях. Затем перед началом прорастания измерялась радиоактивность собранных семян при помощи радиометра РУП -1, являющегося  $\beta$  -датчиком, реагирующим также и на гамма-излучения. В таблице приведены результаты измерения.

*Радиоактивность семян подорожника перед началом прорастания  
(фон прибора - 20 Бк/мин/см<sup>2</sup>)*

Популяция	Участок	Мощность дозы, Бк/мин/см <sup>2</sup>
семена 1986 года		
I из 30-км зоны (контроль)	1	20
	2	20
	3	20
II в 30-км зоне	1	25
	2	1500
	3	700
	4	250
	5	160
III в 30-км зоне	1	110
	2	110
	3	130
	4	260
семена 1988 года		
I	1	20
II	1	42
III	1	39
	2	100

Для анализов сбора 1986г. было взято 768, 1755 и 1266 семян, а для сбора 1988г. - 678, 888, 926 семян. Опыты по учету всхожести семян и энергии прорастания (прорастание учитывалось в течение 14 суток) ставились в трех повторностях по 100 семян в каждой из них. Определялась также митотическая активность клеток в корневой меристеме прорастающих семян, вступивших в первый митоз. Для учета митотической активности в каждом корешке подсчитывали по 1000 клеток. Корешки длиной 0,5-0,8 см фиксировались в смеси этанола и уксусной кислоты (3:1) и окрашивались ацевокармином. Готовились временные препараты.

**Результаты и обсуждения.** Данные всхожести и энергии прорастания семян показали, что вид *Plantago major* L. более чувствителен к действию радиации, чем *Plantago lanceolata* L. Семена *Plantago major* L. как первого, так и третьего послеаварийного поколения имели очень низкую всхожесть (9-13%), а семена третьего поколения III популяции в основном были невсхожими. Более резистентным к действию радиации оказался вид *Plantago lanceolata* L., в популяции I которого всхожесть семян достигла 34-40% с энергией прорастания 24-29%. Что касается популяций II, III), находящихся в 30-километровой зоне, то в первый послеаварийный год во II популяции имелись участки №1 и №2, где всхожесть семян была выше, достигая 58-86% соответственно, с высокой энергией прорастания (рис. 1). В III популяции они превосходили контроль по всхожести на 16%, а по энергии прорастания - на 9% только семена, собранные с участка №2. Всхожесть семян, собранных с участка №1 популяции III, уступает контролю на 8%, а с участка №4 они оказались на уровне контроля. Аналогичная картина отмечается и при оценке энергии прорастания семян.

В третьем послеаварийном поколении наблюдается снижение как всхожести семян, так и соответственно энергии прорастания и идет в основном формирование нежизнеспособных семян, доля которых в некоторых случаях достигает до 100%.

Необходимо отметить, что у семян *Plantago lanceolata* L. первой и третьей послеаварийных репродукций в 30-километровой зоне нами не обнаружена связь между энергией прорастания, всхожестью семян и вариабельностью  $\beta$ -фона.



Рис. 1. Всхожесть и энергия прорастания семян двух видов *Plantago*. 1-5- номера участков, I, II, III- популяций; а- всхожесть, б- энергия прорастания вида *P. lanceolata* L., в- всхожесть, г- энергия прорастания вида *P. major* L.

Ранее аналогичное отсутствие корреляции было отмечено и между изменчивостью ряда количественных признаков и вариабельностью  $\gamma$ -фона в местах произрастания материнских растений того же вида первой и второй послеаварийных репродукций в 30-километровой зоне аварии Чернобыльской АЭС [2]. Однако у семян послеаварийной репродукции первого поколения, собранных с некоторых участков, нами наблюдалась как активация процесса прорастания за счет стимуляции действующих факторов, так и нарастания частоты гибели клеток зародыша, приводящей к частичной или полной непрорастаемости семян. Имеются данные [4-6], показывающие, что первым необратимым изменением в гибнущих облученных клетках является упорядоченная межнуклеосомная фрагментация ядерной ДНК, осуществляемая, по-видимому,  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  зависимой эндонуклеазой [7]. Отсюда следует, что гибель клеток - это их реакция на повреждающее воздействие. По-видимому, семена с более низкой способностью прорастания при формировании были сильнее повреждены физическими факторами, вследствие чего в них повысилась частота погибших клеток зародыша. Об этом свидетельствуют данные митотической активности клеток корешков (рис. 2).

У обоих изученных видов *Plantago* в контрольных вариантах митотическая активность меристематических клеток корешков достигает 6,0-6,9%. Между тем у семян первой послеаварийной репродукции, где отмечается активация процесса прорастания (II популяция, участки №1 и №2, III популяция, участок №2), митотическая активность меристематических клеток корешков уже достигает 7,1-8,6%. Отмеченная закономерность распространяется и на варианты третьей послеаварийной репродукции (рис. 2). Однако в то время, как в корешках семян первой послеаварийной репродукции стимуляция митотической активности осуществляется в основном за счет увеличения доли клеток, находящихся в профазе и телофазе, в третьей пос-

леаварийной репродукции стимуляция осуществляется за счет клеток, находящихся в мета-, ана- и телофазах.

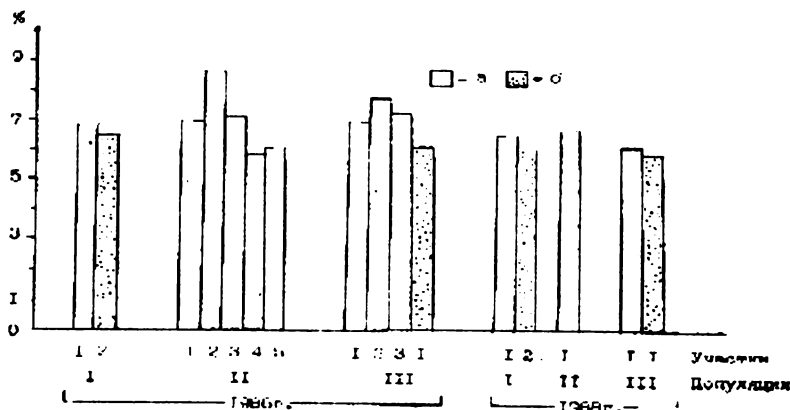


Рис. 2. Митотическая активность клеток корешков двух видов *Plantago*. 1-5- номера участков. I, II, III- популяции; а - *P. lanceolata* L., б - *P. major* L.

Следовательно, качество семян, процессы прорастания и рост корешков зависят от мощности экспозиционной дозы при сборе семян и не зависят от продолжительности обитания растений в условиях хронического облучения. Ранее к подобному же выводу пришли авторы работы [3], проводившие мониторинг природных популяций *Dactylis glomerata* L. в зоне аварии на Чернобыльской АЭС.

Таким образом, всхожесть и энергия прорастания семян двух видов *Plantago*, собранных на различных участках двух популяций в 30-километровой зоне контроля аварии ЧАЭС в зависимости от изученного вида, популяции и участка варьируют от 10 до 85%, причем не наблюдается корреляции между изучаемыми параметрами и мощностью дозы  $\beta$ -облучения семян в момент проращивания.

Научно-исследовательская лаборатория цитогенетики

Поступила 5.12.1996

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Oftedal P. Low dose - radiation effects; abolicistic model. - Тр. Радиобиологического совещания по исследованию механизма радиационно-индуцированного мутагенеза и репарации ДНК. Дубна: 1990, с. 11-31.
2. Фролова Н.П., Попова О.Н. Мониторинг семян хронически облучаемых природных популяций *Plantago lanceolata* L. Изменчивость в потомстве. - Радиобiol., 1990, т. 30, в. 4, с. 446-449.
3. Шерпунова В.И., Зайнуллин В.Г. Мониторинг природных популяций *Dactylis glomerata* L. в зоне аварии ЧАЭС. - Радиобiol., 1995, т.35, в. 5, с. 690-695.
4. Король Б.А., Нелинович П.А., Уманский С.Р. Механизмы деградации хроматина в тимocyтах облученных крыс. Сообщение 1. Характеристика образующихся продуктов. - Радиобiol., 1979, т 19, №6, с. 827-832.

5. Животовский Б.Д., Знобарев Н.Б., Воскобойников Г.В., Хапон К.П. Молекулярные механизмы интерфазной гибели лимфоидных клеток. Сообщение 2. Сравнительная характеристика продуктов пострадиационной деградации нуклеинового переваривания хроматина тимуса крыс. - радиобиол., 1980, т. 20, №4, с. 502-507.
6. Gohen J.J., Duke R.C. Glucocorticoid activation of a Calcium-dependent endonuclease in thymocyte nuclei leads to cell death. - J. Immunol., 1984, v. 132, p. 38-42.
7. Duke R.C., Chervenak R., Cohen J.J. Endogenous endonuclease induced DNA fragmentation: an early event in cell-mediated cytotoxicity. - Proc. Nat. Acad. Sci USA, 1983, v. 80, p. 6361-6365.

Վ.Ս. ՊՈՂՈՍՅԱՆ, Է.Ա. ԱՂԱՋԱՆՅԱՆ,  
Ռ.Ս. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Վ.Ա. ՇԵՂՉԵՆԿՈՒ

**ԽՐՈՆԻԿ ԾԱՌԱԿԱՅԹԱՀԱՐՄԱՆ ԵՆԹԱՐԿՎԱԾ PLANTAGO-Ի ԲՆԱԿԱՆ  
ՊՈՊՈՒԼՅԱՅԻՆՆԵՐԻ ՍԵՐՄԵՐԻ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ  
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ**

**Հաղորդում 1. Օնտոգենեզի սկզբնական փուլերի վրա խրոնիկ ճառագայթահարման ազդեցությունը Չեռնոբիլի ԱԷԿ-ի վթարից հետո առաջին և երրորդ տարիներին**

**Ամփոփում**

Ուսումնասիրվել են առաջին և երրորդ հետվթարային սերունդների սերմերի ծյունակությունը և ժյւնան արագությունը, ինչպես և նրանց արմատաձայրերի մերիսթեմատիկ բջիջների բաժանման ակտիվությունը Plantago-ի երեք բնական պոպուլյացիաներում, որոնցից երկուսը ռճել են Չեռնոբիլի ԱԷԿ-ի վթարի 30կմ-անոց ստուգիչ գոտում:

Պարզվել է, որ սերմերի ժյւնան ընդունակությունը չի կոռելյացվում հավաքից հետո չափված սերմերի  $\beta$ -ճառագայթահարման հետ: Փորձարկվող երկու սերունդների սերմերը ըստ ժյւնան արագության բավականին տարբերվում են միմյանցից:

Վթարից հետո երրորդ սերնդի սերմերում ակտիվանում է սաղմի բջիջների ոչնչացման պրոցեսը, որի հետևանքով բարձրանում է անկենսունակ սերմերի ձևավորման հաճախականությունը: