

УДК 577.591.813.621.311.25

Биология

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

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СЕМЯН В ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ *PLANTAGO*, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ХРОНИЧЕСКОМУ ОБЛУЧЕНИЮ

Сообщение 2. Анализ частоты хромосомных нарушений в первый и третий годы после аварии на Чернобыльской АЭС

Приводятся результаты цитогенетического анализа семян двух видов *Plantago* первой и третьей послеаварийных репродукций, сформировавшиеся в 30-километровой зоне аварии на Чернобыльской АЭС. Обнаружено повышение процента хромосомных перестроек и ряд нарушений хромосом, частота которых на некоторых участках у вида *P. lanceolata* L. превосходит спонтанный уровень в 2 раза, а у *P. major* L. - в 14 раз.

В современных экологических исследованиях широкое развитие приобретают цитогенетические методы анализа природных растительных популяций, произрастающих в условиях различных типов загрязнений, в том числе радиоактивных. Учет хромосомных нарушений в ана-, телофазах митоза позволяет получить сведения о санитарном состоянии территории, загрязнении почвы, о ее мутагенности. В районах аварии атомных электростанций, где происходит выброс радионуклидов в окружающую среду, генетические эффекты хронического облучения исследуются на природных популяциях растений в естественных условиях. Изучается уровень аберраций хромосом в анафазах первого митоза корневой меристемы проростков, а у объектов с малочисленным набором хромосом - и в метафазах первого митоза. Есть данные, что в 30-километровой зоне контроля аварии на Чернобыльской АЭС в природных популяциях *Strepis tectorum* в первый год после аварии при мощности дозы 5-10 мР/ч (по γ -излучению) максимальная частота клеток с аберрациями составляла 10-15%. Во второй год на участках с мощностью дозы облучения от 20 до 0,02-0,03 мР/ч она составила 1,4-2,2% [1].

Возникает необходимость проведения цитогенетических исследований природных популяций также и других видов. С этой целью нами были выбраны в контрольной зоне аварии на Чернобыльской АЭС широко распространенные виды *Plantago*, у которых изучалась частота хромосомных нарушений в меристематических клетках корешков первой и третьей послеаварийных репродукций.

Материал и методика. Объектом исследований служила диплоидная форма ($2n=12$) травянистого растения *Plantago lanceolata* L. (подорожник ланцетолистный) и *Plantago major* L. (подорожник большой).

В конце июля - начале августа 1986 и 1988 гг. семена собирали с нескольких участков трех популяций, две из которых (II, III) находились в 30-километровой зоне контроля аварии на Чернобыльской АЭС, а одна (I), служащая контролем, за пределами 30-километровой зоны. Методика работ более подробно описана ранее [2], где представлены данные этих же популяций при учете всхожести семян, энергии прорастания и митотической активности меристематических клеток корешков семян первой и третьей послеаварийных репродукций.

Для цитогенетического анализа семена трех популяций, собранных с разных участков, проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге при 22-24°C в трех повторностях. Корешки длиной 0,5-0,8 см фиксировали в смеси этанола и уксусной кислоты (3:1). Хромосомные нарушения анализировали на давленных ацетокарминовых препаратах, для каждого варианта подсчитывали 500-3545 ана-, телофаз.

Результаты и обсуждения. Данные по частоте клеток с перестройками хромосом в корневой меристеме проростков двух видов *Plantago* исследуемых популяций в первый и третий годы после аварии представлены на рис. 1. Цитогенетический анализ контрольной популяции (1) показал, что хромосомные перестройки у вида *P. lanceolata* L. в естественных условиях максимально достигают 0,78 ± 0,12, а у *P. major* L. - 0,1 ± 0,01%. Начиная с первого года после аварии, в зависимости от исследуемых участков у *P. lanceolata* L. во II популяции частота хромосомных перестроек повышается в 1,24-2,09 раз и только на участках №1 и №4 она держится на уровне контроля. На таком же уровне, даже чуть ниже сохраняется частота хромосомных перестроек и в III популяции (рис. 1). Однако в третий послеаварийный год у того же вида как во II, так и в III популяциях частота хромосомных перестроек увеличивается, превосходя контроль в 1,1-1,9 раз.

Вид *P. major* L., являясь наиболее чувствительным к действию радиации, начиная с первого года после аварии, имеет наиболее высокий процент отклонений. У данного вида по сравнению со спонтанным уровнем частота хромосомных перестроек в первый год после аварии повышается в 5,7 раз, а в третий год - в 14,1 раз (рис. 1).

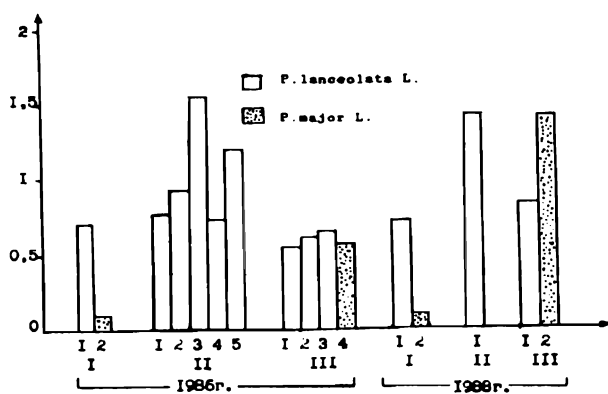


Рис. 1. Частота перестроек хромосом у двух видов *Plantago*. 1-5 - номера участков, I, II, III - популяций.

Во второй популяции у *P. lanceolata* L. в первый год после аварии частота хромосомных перестроек повышается не только за счет увеличения числа тех типов перестроек, которые присущи данному объекту, а также за счет расширения их спектра. Наряду с делециями типа одиночных фрагментов, процент которых среди общих перестроек составляет от 27,3 ± 1,37 до 44,4 ± 5,85, образуются также парные фрагменты 4,34 ± 0,92 - 9,09 ± 0,88%. Среди транслокаций, помимо одиночных мостов, наблюдаются и парные мосты, частота которых достигает от 3,84 ± 0,75 до 11,1 ± 3,70%. В III популяции процент парных фрагментов достигает 6,25 ± 1,56 - 22,2 ± 4,89, а парных мостов - 8,33 ± 2,40 - 12,5 ± 2,13%. Следует указать, что у вида *P. lanceolata* L. особенно во II популяции повышение процента перестроек в зависимости от дозы β-излучений семян происходит не прямолинейно, а имеет как бы волнообразный характер. Между тем у вида *P. major* L. наоборот - прямолинейно, и особенно в III популяции в третий послеаварийный год оно коррелирует с дозой β-излучением семян. Возможно, это явление связано с видовой спецификой. Возмож-

но, в этом процессе играют существенную роль также механизмы образования структурных нарушений хромосом.

На данном этапе выяснение молекулярной природы структурных изменений хромосом является одним из основных вопросов радиобиологии, так как это объясняет пусковые механизмы повреждающего действия радиации на клетку. Показано [3], что цитогенетическое повреждение возникает в клетке при одинаковом и достаточно высоком уровне первоначальных повреждений ДНК (47% однонитевой ДНК). Этот уровень повреждения соответствует облучению в дозе 10 Гр. Есть данные [4], показывающие, что при указанной дозе средний выход повреждения ДНК на аберрантную клетку составляет 3500-10000 разрывов. Следовательно, на одну структурную перестройку хромосом в клетке приходится около 100 нерепарируемых повреждений ДНК. Такое несоответствие вытекает из современных представлений о структурной организации хромосом. Нарушение структурной целостности хромосом должно быть связано с нарушением ее каркасной структуры. То есть не с повреждениями ДНК в петлевых участках, а с повреждением ДНК, лежащей в основании петель и связанной с так называемой "якорной" ДНК. Эта ДНК составляет 1-2% от общего количества ядерной ДНК [5]. Пока нет еще достаточных сведений о структурной организации якорной ДНК. На данном этапе такого рода исследования начинают расширяться, они будут способствовать пониманию молекулярных основ действия радиации на клетку, особенно на хромосому.

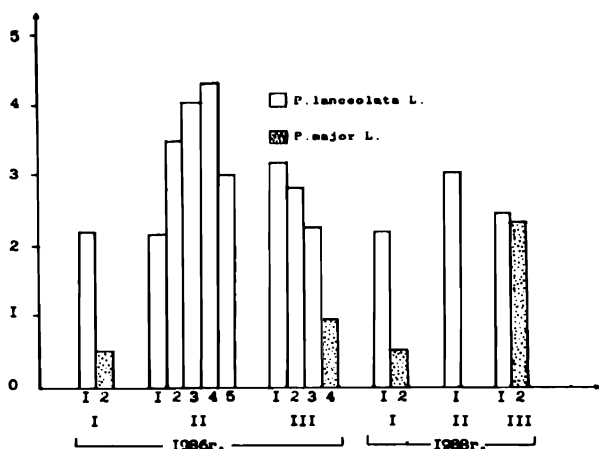


Рис. 2. Частота нарушений хромосом у двух видов *Plantago*. 1-5 - номеров участков, I, II, III - популяций.

Надо указать, что у изучаемых двух видов *Plantago*, растущих в 30-километровой зоне контроля аварии на Чернобыльской АЭС, помимо хромосомных перестроек, в делящихся клетках корешков обнаружен и ряд хромосомных нарушений, среди которых в ана-, телофазах определенный процент составляют отстающие и опережающие хромосомы и мультиполярные клетки. В контрольной популяции (I) также обнаружены хромосомные нарушения в виде отстающих и опережающих хромосом, процент которых у вида *P. lanceolata* L. в среднем достигает $2,16 \pm 0,2$, а у вида *P. major* L. - $0,5 \pm 0,03$ (рис. 2). В популяциях, находящихся в 30-километровой зоне контроля аварии на Чернобыльской АЭС (II, III), за исключением №1 участка II, №3 участка III популяций, в первый год после аварии, по сравнению с I популяцией, частота хромосомных нарушений повышается у вида *P. lanceolata* L. от 1,3 до 2,06 раз, а у вида *P. major* L. - 2,3 раза. Высокая частота хромосомных нарушений сохраняется и в третий год после аварии. При этом у вида *P. lanceolata* L. она превосходит контроль в 1,1-1,4 раза, а у *P. major* L. - 4,5 раз. Как видно на рис. 2, в меристематических клетках корешков частота хромосомных нарушений так же, как и

хромосомных перестроек (рис.1), не коррелирует с мощностью дозы β -излучения семян в момент их проращивания.

Очевидно, на сформировавшиеся семена растений двух видов *Plantago*, произрастающих в 30-километровой зоне контроля аварии на Чернобыльской АЭС, действие ионизирующего излучения проявилось непосредственно после острого облучения в год аварии (1986г.), когда поглощенные дозы радиации в зоне достигли ощутимых величин и сохранили свое влияние в последующих поколениях (даже в третьей послеаварийной репродукции).

Научно-исследовательская лаборатория цитогенетики ЕГУ

Поступила 25.03.1997

ЛИТЕРАТУРА

1. Шевченко В.В., Гринин Л.И. Цитогенетические эффекты в природных популяциях *Crepis tectorum*, подвергающихся хроническому облучению в районе Чернобыльской АЭС. Индукция aberrации хромосом в течение первых 2 лет после аварии. - Радиобиол., 1990, т. 30, вып. 6, с. 728-733.
2. Погосян В.С., Агаджанян Э.А., Арутюнян Р.М., Шевченко В.А. Изменчивость семян в природных популяциях *Plantago*, подвергающихся хроническому облучению. Сообщение 1. Выявление действия хронического облучения на начальные стадии онтогенеза в первый и третий годы после аварии на Чернобыльской АЭС. - Уч. записки ЕГУ, 1997, №1.
3. Гавасси Е.Э., Заичкина С.И., Розанова О.М. Роль различных повреждений ДНК в формировании радиационных повреждений хромосом. - Радиобиол., 1986, т. 26, в. 5, с. 616-625.
4. Ahnstrom G. DNA repair, chromosome alterations and chromatin Structure. Amsterdam: Elsevier Biomedical, 1982, p. 351-357.
5. Agutter R.C., Richardson J.C.W., J. Cell. Sci., 1980, p. 395-435.

Վ.Ս. ՊՈՂՈՍՅԱՆ, Է.Ա. ԱՂԱԶԱՆՅԱՆ, Ռ.Մ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Վ.Ա. ՇԵՎՉԵՆԿՈ

ԽՐՈՆԻԿ ԾԱՌԱԳԱՅԹԱՀԱՐԱՄԱՆ ԵՆԹԱՐԿՎԱԾ PLANTAGO-Ի ԲՆԱԿԱՆ ՊՈՊՈՒԼՅԱՑԻԱՆԵՐԻ ՍԵՐՄԵՐԻ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Հաղորդում 2. Զրոնոսումային խախտումների հաճախականության անալիզը Չեռնոբիլի ԱԷԿ-ի վթարից հետո առաջին և երրորդ տարիներին

Ա մ փ ո փ ո մ

Բերված են Չեռնոբիլի ԱԷԿ-ի վթարի 30 կմ-ոց գոտում աճող *Plantago*-ի երկու տեսակների առաջին և երրորդ հետվթարային սերունդների բջջագենետիկական անալիզի տվյալները:

Արձանագրվել է զրոնոսումային խաթարումների և մի շարք զրոնոսումային խախտումների հաճախականության բարձրացում: Դրանք որոշ տեղամասերում գերազանցում են սպունտան մակարդակը. *P. lanceolata* տեսակի դեպքում՝ 2 անգամ, իսկ *P. major*-ի դեպքում՝ 14 անգամ: