

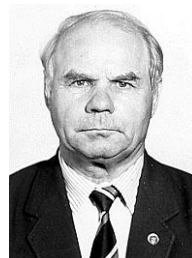
УДК 630\*165.43:539.16.04

***А.В. Скок, И.Н. Глазун, Е.Н. Самошкин***

Скок Анна Витальевна родилась в 1978 г., окончила в 2000 г. Брянскую государственную инженерно-технологическую академию, аспирант кафедры дендрологии, селекции и озеленения БГИТА. Имеет 13 печатных трудов в области исследования влияния ионизирующего излучения на репродуктивную способность сосны обыкновенной.



Самошкин Егор Никитич родился в 1934 г., окончил в 1960 г. Всесоюзный заочный лесотехнический институт, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой дендрологии, селекции и озеленения Брянской государственной инженерно-технологической академии, академик РАЕН. Имеет около 190 научных работ по генетике, селекции и экологии древесных растений.



### **ВЛИЯНИЕ ХРОНИЧЕСКОГО ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ФАЗ МИТОЗА И ХРОМОСОМНЫЕ НАРУШЕНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ\***

Показано, что с увеличением мощности экспозиционной дозы растет митотическая активность клеток, количество клеток с мостами, с одновременным выходом и отставанием хромосом.

*Ключевые слова:* радиоактивное загрязнение, МЭД, фазы митоза, нарушения анафазы, индуцированные мутации.

Известно [2], что радиоустойчивость клеточных ультраструктур, от которых зависят митоз, мейоз и оплодотворение, крайне слаба. Поэтому даже незначительное повышение уровня ионизирующей радиации способствует активации мутационного процесса. Митотическая активность, продолжительность фаз митоза и хромосомные нарушения у сосны в условиях хронического ионизирующего излучения изучены недостаточно.

Пробные площади (ПП) расположены в насаждениях с мощностью экспозиционной дозы (МЭД), равной 41,8; 133,3; 185,6; 239,7 и 705,0 мкР/ч (Красногорский сельский лесхоз и Красногорское лесничество Клинцовско-

---

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке в форме гранта (ТО2 – 11.1 – 120 на 2003 – 2004 гг.) Министерства образования РФ.

го опытного лесхоза Брянской области), контролем служили насаждения с естественным радиационным фоном ( $MЭД = 10 \text{ мкР/ч}$ ) Учебно-опытного лесхоза Брянской государственной инженерно-технологической академии.

С 10 ... 15 модельных деревьев каждой ПП были получены семена, которые проращивали на влажной фильтровальной бумаге в термостате при  $t = + 25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Корешки проростков длиной 0,5 ... 1,0 см фиксировали в смеси 96 %-го этилового спирта и ледяной уксусной кислоты (3 : 1), после чего хранили в холодильнике при  $t = +4 \text{ }^\circ\text{C}$ . Фиксацию корешков проростков проводили в 9 ч утра, окрашивали в растворе ацетокармина путем трехкратного доведения раствора на водяной бане до легкого кипения. В перерывах между нагреваниями раствор с корешками охлаждали до комнатной температуры. Мацерацию корешков выполняли в сильном растворе хлоралгидрата

(5 г вещества на 2,5 мл дистиллированной воды) в течение 3 ч и в 18 %-м растворе соляной кислоты – 5 мин. Корешки промывали дистиллированной водой и готовили временные, «давленные», препараты, которые изучали под микроскопом МБИ-6. Для каждого модельного дерева просматривали по 20 препаратов, на которых учитывали общее число клеток, в том числе делящихся; вычисляли митотический индекс (МИ) – процент делящихся клеток от общего количества, а также число патологических митозов (ПМ) – процент митозов с патологиями, которое отражает степень влияния ионизирующего излучения. МИ и ПМ включены в шкалу критериев цитогенетиче-

ского мониторинга [1]. Количественные показатели обработаны статистически [3].

Анализ показал (см. таблицу), что МИ в корешках проростков сосны увеличивается от минимального значения МЭД (10 мкР/ч – контроль) до 239,7 мкР/ч, т. е. повышение МЭД активизирует скорость деления клеток. МИ существенно превосходит контроль при МЭД, равном 133,3; 185,6 и 239,7 мкР/ч:  $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$  ( $P = 95,0 \%$ ). На ПП с самой высокой (705,0 мкР/ч) и самой низкой (41,8 мкР/ч) МЭД различие МИ с контролем недостоверно. По-видимому, увеличение уровня загрязнения (выше 705,0 мкР/ч) приведет к ингибированию митотической активности в корешках проростков.

Ионизирующее излучение изменило продолжительность отдельных фаз митоза. С ростом МЭД (41,8; 133,3; 185,6; 239,7 мкР/ч) увеличивается в сравнении с контролем количество клеток в профазе (максимум при МЭД = 185,6 мкР/ч, рост в 2 раза,  $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$  при  $P = 99,9 \%$ ), т. е. продолжительность профазы достоверно увеличена. При самой высокой (705,0 мкР/ч) и низкой (41,8 мкР/ч) МЭД количество клеток в профазе также выше контроля, но различие недостоверно, т. е. продолжительность профазы не изменена. Существенно уменьшено в сравнении с МЭД = 185,6 мкР/ч количество клеток в профазе при МЭД = 41,8 мкР/ч ( $P = 99,9 \%$ ) и МЭД = 705,0 мкР/ч ( $P = 95 \%$ ).

Не отмечено существенного влияния МЭД на количество клеток в стадии метафазы, кроме ПП с наиболее высокой (705,0 мкР/ч) МЭД, где

оно, а следовательно, и продолжительность фазы достоверно увеличены ( $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$  при  $P = 95 \%$ ).

Рост радиационного фона связан с уменьшением количества клеток с анафазами. Максимум их отмечен в контроле, минимум при МЭД = 185,6 мкР/ч ( $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$  при  $P = 99 \%$ ). Существенно меньше контроля количество таких клеток в вариантах с самой высокой МЭД = 705,0 и 239,7 мкР/ч ( $P = 99,9 \%$ ), 41,8 мкР/ч ( $P = 99,0 \%$ ). При МЭД = 41,8 мкР/ч оно существенно выше, чем при МЭД = 185,6 и 239,7 мкР/ч ( $P = 95,0 \%$ ). Уменьшение или увеличение количества клеток в стадии анафазы свидетельствует об изменении ее продолжительности.

Радиационный фон не оказал достоверного влияния на количество клеток в стадии телофазы ( $t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$ ), т. е. не изменил ее продолжительности. В целом радиационное загрязнение нарушило темп деления клеток сосны и продолжительность профазы, метафазы и анафазы. С ростом МЭД (41,8; 133,3; 185,6 мкР/ч) увеличивается число ПМ, наибольшее – при МЭД = 133,3 мкР/ч; при высокой МЭД (705,0 и 239,7 мкР/ч) оно, наоборот, снижено.

Отмечены различные хромосомные аномалии в стадии анафазы: мосты, фрагменты, выход хромосом вперед, их отставание, одновременный выход и отставание. С увеличением загрязнения растет количество анафаз с мостами: при МЭД = 133,3 мкР/ч – в 5,2, МЭД = 705,0 – в 3,5, МЭД = 239,7 – в 3,2, МЭД = 185,6 – примерно в 2,0 раза. Достоверно различие с контролем при МЭД = 133,3 мкР/ч ( $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ ,  $P = 95 \%$ ). Весьма любопытно, что анафазы с фрагментами единичны и только в одном варианте (МЭД = 239,7 мкР/ч). Количество анафаз с выходом хромосом вперед существенно увеличено при МЭД=133,3 и уменьшено при МЭД=239,7 мкР/ч ( $P = 95,0 \%$ ). Интересным является факт, что при малых МЭД (41,8 и 133,3 мкР/ч) достоверно увеличено, а при самых высоких (239,7 и 705,0 мкР/ч), наоборот, снижено количество анафаз с отставанием хромосом ( $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ ,  $P = 95 \%$ ). В варианте с минимальной МЭД (41,8 мкР/ч) количество таких клеток выше, чем при высоких МЭД (705,0 и 185,6 мкР/ч,  $P = 99,9 \%$ ; 239,7 мкР/ч,  $P = 99,0 \%$ ). Наибольшее количество клеток с одновременным выходом и отставанием хромосом встречается при максимальной МЭД (705,0 мкР/ч), наименьшее – при МЭД = 133,3 и 185,6 мкР/ч ( $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ ,  $P = 95 \%$ ).

Анализ результатов эксперимента показал, что насаждения сосны обыкновенной испытывают существенное влияние хронического облучения ионизирующей радиацией, поэтому нуждаются в постоянном мониторинге, прежде всего за цитогенетическими показателями. Изменение митотической активности клеток, появление хромосомных аномалий может нарушить репродуктивную способность сосны.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буторина, А.К. Изучение цитогенетических показателей у березы повислой в условиях антропогенной нагрузки [Текст] / А.К. Буторина, Т.В. Вострикова //

---

Интеграция науки и высшего лесотехнического образования по управлению качеством леса и лесной продукции: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Воронеж, 25–27 сент. 2001 г.). – Воронеж, 2001. – С. 78–92.

2. Гродзинский, Д.М. Радиобиология растений [Текст] / Д.М. Гродзинский. – Киев: Наукова думка, 1989. – 282 с.

3. Свалов, Н.Н. Вариационная статистика [Текст] / Н.Н. Свалов. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 120 с.

*A.V. Skok, I.N. Glazun, E.N. Samoshkin*

### **Influence of Chronic Ionizing Radiation on Mitosis Phase Duration and Chromosome Abnormality of Scotch Pine**

It is shown that cell mitotic activity and amount of cells with bridges grow with increase of exposure rate capacity accompanied by simultaneous yield and lagging of chromosomes.

