

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ СВИНЦА КАК ОДНОГО ИЗ ФАКТОРОВ ТЕХНОГЕННОГО СТРЕССА¹

М. В. Белоусов, Н. Н. Шкуркина, О. С. Машкина, В. Н. Попов

Воронежский государственный университет, Россия

Поступила в редакцию 26 октября 2010 г.

Аннотация: Показано существенное влияние нитрата свинца на цитогенетическую изменчивость проростков сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Рассматриваются возможные механизмы его действия.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, цитогенетическая изменчивость, свинец.

Abstract: The substantial influence of lead nitrate on the cytogenetic variability of seedlings of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) has been revealed. The possible mechanisms of its action are considered.

Key words: Scots pine, cytogenetic variability, lead.

Вопрос об охране окружающей среды, в том числе сохранения биоразнообразия растительного компонента, является одним из важных в связи с постоянно возрастающим техногенным загрязнением и ухудшением экологической ситуации в большинстве городов, в том числе и в Воронеже. Среди многочисленных загрязнителей наиболее токсичными считаются тяжелые металлы, основными источниками которых являются выбросы автотранспорта и промышленных предприятий. Накапливаясь в почве, превышая предельно допустимые концентрации (ПДК по свинцу в почве 6 мг/г), они оказывают отрицательное действие на рост и развитие растений [1]. Изучение действия конкретных металлов на цитогенетические показатели (проявляющие высокую чувствительность к воздействию стрессоров различной природы), позволит выявить специфику их действия и возможные цитогенетические механизмы адаптации растений. Такого рода исследования на древесных хвойных растениях ранее не проводились.

Целью настоящих исследований явилось изучение цитогенетической изменчивости у сосны обыкновенной под действием различных концентраций нитрата свинца.

Объектами исследования служили семена деревьев сосны обыкновенной из Воронежского государственного биосферного заповедника (ВБГЗ), рассматриваемого по данным цитогенетического анализа как эталон экологической безопасной территории [3]. В опытных вариантах семена предварительно замачивали в растворах нитрата свинца $Pb(NO_3)_2$ разной концентрации (от 0,5 до 2000 мкМ, что соответствует примерно от 5 до 22000 ПДК) в течение 18 часов, а затем проращивали на этом же растворе в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге в термостате при температуре 25° С (5-7 дней). Контролем служили семена, замоченные и пророщенные в отстоянной водопроводной воде при той же экспозиции. Оценивали: митотическую активность (МА) в виде митотического индекса (МИ) (процентное отношение числа делящихся клеток к общему числу подсчитанных клеток); долю клеток на каждой стадии митоза (%); частоту патологий митоза (ПМ) (отношение числа клеток с нарушениями митоза к общему числу делящихся клеток в %); количество микроядер (отношение числа клеток с микроядрами к общему числу интерфазных клеток в %).

С возрастанием концентрации раствора нитрата свинца отмечено достоверное снижение МА (от 8% в контроле до 6,0-7,9% в опытных вариантах) и увеличение частоты ПМ в опытных вариантах (от 2,8 до 19,4% соответственно), но характер их изменчивости различен (таблица). Так достоверное увеличение ПМ происходит при концентрации

© Белоусов М.В., Шкуркина Н.Н., Машкина О.С., Попов В.Н., 2011

¹ Доклад представлен на Международную конференцию «Интродукция и экология растений, проблемы сохранения биоразнообразия» проходившую 15-20 сентября 2010 г. в Воронежском госуниверситете.

Влияние нитрата свинца на цитогенетические показатели сосны обыкновенной

Вариант	МИ, %	метафазы+ мета-анафазы, %	ПМ, %	микроядра, %
контроль	8,0 ± 0,2	29,9 ± 1,0	2,8 ± 0,2	0,01 ± 0,007
0,5 мкМ	7,9 ± 0,1	30,5 ± 1,0**	2,9 ± 0,2	0,01 ± 0,007
5 мкМ	7,9 ± 0,1	40,0 ± 0,5**	5,1 ± 0,4**	0,06 ± 0,013*
50 мкМ	7,1 ± 0,1**	42,1 ± 0,6**	6,1 ± 0,3**	0,13 ± 0,014**
500 мкМ	6,5 ± 0,1**	44,5 ± 0,4**	9,4 ± 0,3**	0,21 ± 0,014**
1000 мкМ	6,2 ± 0,1**	44,2 ± 0,4**	13,3 ± 0,4**	0,61 ± 0,032**
2000 мкМ	6,0 ± 0,1**	45,6 ± 0,7**	19,4 ± 0,4**	0,88 ± 0,039**

Различия с контролем достоверны при: * P<0,05; ** P<0,001.

5 мкМ, а для МИ достоверное снижение при 50 мкМ. Ингибирование МА может быть связано с задержкой митоза на стадии метафазы и мета-анафазы в опытных вариантах (от 40 до 46,5% против 29,9% в контроле). Причиной этого может быть блокировка полимеризации тубулина микротрубочек веретена деления под действием свинца. Ранее на других объектах было показано [2, 4] влияние ионов свинца на увеличение длительности клеточного цикла главным образом за счет значительного удлинения продолжительности G₂ фазы, на которой происходит синтез тубулина. Кроме того, в опытных образцах цитоплазма имела зернистую вакуолизированную структуру, что может быть связано со связыванием свинца с белками цитоплазмы и их денатурацией.

Порогом чувствительности семян сосны обыкновенной к воздействию свинца можно считать концентрацию 5 мкМ. В этом случае отмечено существенное увеличение (в 2 раза) частоты ПМ и доли микроядер (в 6 раз) и преодоление 5%-ного барьера ПМ, который, по мнению многих авторов, является нормой для сосны [3]. С увеличением концентрации свинца до 2000 мкМ доля микроядер повышается до 0,88±0,039% против 0,01±0,007% в контроле (т.е. в 88 раз), что свидетельствует о значительном снижении эффективности репарационных процессов.

Белоусов Михаил Владимирович
аспирант кафедры генетики, цитологии и биоинженерии, биолого-почвенного факультета Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (4732)208876, E-mail: bmhappy@mail.ru

Шкуркина Наталья Николаевна
студентка 5-го курса кафедры генетики, цитологии и биоинженерии, биолого-почвенного факультета Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (4732)208876

Выявлено существенное влияние нитрата свинца в концентрации от 5 до 2000 мкМ на цитогенетическую изменчивость проростков сосны обыкновенной. С увеличением концентрации свинца отмечено существенное ингибирование митотической активности, повышение частоты ПМ и доли микроядер. Высказывается предположение о том, что действие свинца связано с блокировкой полимеризации тубулина микротрубочек веретена деления, что приводит к задержке клеточного цикла на стадиях метафазы и мета-анафазы митоза, а также с его ингибирующим действием на ферменты репарации ДНК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джувеликян Х. А. Экология и человек / Х. А. Джувеликян. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1999. – 264 с.
2. Закономерности индукции цитогенетических эффектов у растений при действии тяжелых металлов / Т.И. Евсеева [и др.] // Вестн. института биологии. – 2005. – Т. 87, № 1. – С. 4-13.
3. Перспективы использования цитогенетического анализа в лесоводстве на примере оценки состояния островных боров Воронежской области / А.К. Буторина [и др.] // Успехи современной биологии. – 2008. – Т. 128, № 4. – С. 400-408.
4. The molecular mechanism of interaction of Et₃Pb⁺ with tubulin / H. Faulstich [et al.] // FEBS. – 1984. – Vol. 174, № 1. – P. 128-132.

Belousov Mikhail Vladimirovich
Post-graduate student of the chair of genetics, cytology and bioengineering of the Voronezh State University, Voronezh, tel. (4732)208876, E-mail: bmhappy@mail.ru

Shkurkina Natal'ya Nikolaevna
Student of the chair of genetics, cytology and bioengineering of the Voronezh State University, Voronezh, tel. (4732) 208876

Машкина Ольга Сергеевна
кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики, цитологии и биоинженерии, биолого-почвенного факультета Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (4732)208876, E-mail: olga_mashkina@yahoo.com

Попов Василий Николаевич
доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой генетики, цитологии и биоинженерии биолого-почвенного факультета Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (4732)208876, E-mail: pvn@bio.vsu.ru

Mashkina Ol'ga Segeyevna
Candidate of Biology, associate professor of the chair of genetics, cytology and bioengineering of the Voronezh State University, Voronezh, tel. (4732)208876, E-mail: olga_mashkina@yahoo.com

Popov Vasilii Nikolayevitch
Doctor of Biology, professor, head of the chair of genetics, cytology and bioengineering of the Voronezh State University, Voronezh, tel. (4732)208876, E-mail: pvn@bio.vsu.ru