Применения биотеста с *Allium cepa* L. для оценки генотоксичности лантана

Непрерывный рост населения приводит к необходимости интенсификации сельского хозяйства. Специалисты находятся в постоянном поиске способов увеличения продуктивности выращиваемых культур, но не все из них оказываются безвредными. Так, в Китае получили широкое распространение удобрения, включающие в себя редкоземельные элементы (РЗЭ). Рядом исследователей были показаны положительные эффекты, оказываемые на рост и развитие растений представителями этой группы металлов (Hu et al., 2004). Но предпринимаемые в настоящее время попытки подробнее изучить действие РЗЭ на живые организмы говорят об их возможной токсичности (Gonzalez et al., 2014), что делает актуальной дальнейшую проработку этого вопроса.

Помимо данных об общих токсических эффектах биотесты помогают засечь изменения в процессе деления клеток и генетические нарушения, что немаловажно, так как последние могут передаваться последующим поколениям организмов. Одним из таких инструментов является биотест с луком репчатым *Allium cepa* L., который получил широкое распространение, после того как был впервые предложен в 1994 году ([Fiskesjö, 1994](#_ENREF_12)). Изучение нарушений митоза необходимо для понимания механизмов воздействия РЗЭ на растения. В то же время данные о влиянии РЗЭ на процесс деления клеток практически отсутствуют ([de Oliveira et al., 2015](#_ENREF_6)). В настоящем исследовании была предпринята попытка изучить влияние различных концентраций La3+ на процесс клеточного деления с применением биотеста с *Allium cepa* L.

Тест проводили с луковицами *Allium cepa* L. для следующих концентраций LaCl3 в растворе в пересчете на La3+: 0 (контроль, дистиллированная вода), 10, 20, 50, 100 и 200 мг/л с пятью повторностями для каждой концентрации. Луковицы проращивали при нормальном освещении и температуре 20-25 °C в течение 5 суток, корни прикрывали от прямого попадания света. После проращивания кончики корешков фиксировали в фиксаторе Кларка в течение 24 часов, а затем переводили на долговременное хранение в 70% спирт.

После окрашивания корешков ацетоорсеином под микроскопом проводили подсчет клеток. Около 3000 клеток анализировали для каждой повторности (луковицы). Учитывалось нахождение клеток в различных стадиях митоза: интерфазе, профазе (П), метафазе (М), анафазе (А) и телофазе (Т), а также наличие аберрантных клеток. По полученным данным рассчитывали митотический индекс (MI) и частоту аберрантных клеток (ЧА) ([Tkalec et al., 2009](#_ENREF_46)):

$$MI=\frac{\left(П+M+A+T\right)}{Общеечислоклеток}\*100;$$

$$ЧА=\frac{Числоаберрантныхклеток}{Общеечислоклеток}\*100.$$

Было показано уменьшение MI (разница средних ± 95% доверительный интервал по t-критерию) по сравнению с контролем на 3,59±2,94; 3,67±1,57 4,89±1,99; 6,43±2,2; 5,78±1,51 % соответственно в вариантах с концентрациями La3+ 10, 20, 50, 100, 200 мг/л. Статистический анализ полученных данных при помощи рангового теста Данна показал значимое отличие от контроля значений MI для концентраций La3+ 100 и 200 мг/л. Анализ частоты аберрантных клеток показал значимое увеличение этого показателя относительно контроля только для варианта опыта с концентрацией La3+ 50 мг/л. Кроме того, было обнаружено статистически значимое по критерию Данна уменьшение длины корня во варианте с концентрацией La3+ 200 мг/л по сравнению с контролем.

Наблюдаемые нами результаты свидетельствуют о потенциальной генотоксичности La3+ в этих концентрациях. Наши результаты согласуются с данными, полученными при использовании пшеницы (*Triticum durum*) в качестве тест-объекта, которые показали уменьшение MI при тестировании нитрата La в диапазоне концентраций La3+ от 1,4 до 1400 мг/л (d’Aquino et al., 2009). При этом другими исследователями показано положительное влияние лантана в концентрациях 2,8-22,2 мг/л на пролиферативную активность клеток при использовании корешков сои (de Oliveira et al., 2015). Эти противоречия можно объяснить как видоспецифической реакцией растительных тест-объектов на добавление лантана, так и различающимся действием низких и высоких концентраций.

Таким образом, очевидна необходимость продолжения работ по изучению влияния лантана и других РЗЭ на живые организмы, так как, во-первых, использование их в качестве микроудобрений может оказаться небезопасным и, во-вторых, концентрации этих металлов увеличиваются в окружающей среде, вследствие их значимости в развитии мировой экономики и расширяющегося использования в самых разных сферах человеческой деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gonzalez V., Vignati D. A., Leyval C., Giamberini L. Environmental fate and ecotoxicity of lanthanides: Are they a uniform group beyond chemistry? // Environment international. – 2014. – Т. 71. – С. 148-157.
2. Hu Z., Richter H., Sparovek G., Schnug E. Physiological and biochemical effects of rare earth elements on plants and their agricultural significance: a review // Journal of plant nutrition. – 2004. – Т. 27. – №. 1. – С. 183-220.
3. Fiskesjö G. Allium test II: Assessment of a chemical's genotoxic potential by recording aberrations in chromosomes and cell divisions in root tips of Allium cepa L //Environmental Toxicology and Water Quality. – 1994. – Т. 9. – №. 3. – С. 235-241.
4. de Oliveira C., Ramos S.J., Siqueira J.O., Faquin V., de Castro E.M., Amaral D.C., Techio V.H., Coelho L.C., e Silva P.H.P., Schnug E., Guilherme,L.R.G. Bioaccumulation and effects of lanthanum on growth and mitotic index in soybean plants //Ecotoxicology and environmental safety. – 2015. – Т. 122. – С. 136-144.
5. Tkalec M., Malarić K., Pavlica M., Pevalek-Kozlina B., Vidaković-Cifrek Ž. Effects of radiofrequency electromagnetic fields on seed germination and root meristematic cells of Allium cepa L //Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis. – 2009. – Т. 672. – №. 2. – С. 76-81.
6. d’Aquino L., de Pinto M.C., Nardi L., Morgana M., Tommasi F., 2009. Effect of some light rare earth elements on seed germination, seedling growth and antioxidant metabolism in Triticum durum. Chemosphere 75, 900-905.