

УДК 581.14:57.044

## МОРФО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ЦИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГЕНЕРИРУЮЩИХ КОРНЕЙ ТОМАТА (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) СОРТА “РЕКОРДСМЕН” В УСЛОВИЯХ NaCl-ЗАСОЛЕНИЯ *IN VITRO*

© 2019 г. Л. Р. Богоутдинова<sup>1,2,\*</sup>, Е. Н. Баранова<sup>1</sup>, Г. Б. Баранова<sup>1</sup>, Н. В. Кононенко<sup>1</sup>,  
Е. М. Лазарева<sup>1,3</sup>, Е. А. Смирнова<sup>1,3</sup>, М. Р. Халилуев<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии,  
Москва, 127550 Россия

<sup>2</sup>Кафедра генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства  
Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, 127550 Россия

<sup>3</sup>Кафедра клеточной биологии и гистологии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова,  
Москва, 119991 Россия

\*E-mail: bogoutdinova\_lr@rambler.ru

Поступила в редакцию 15.07.2019 г.

После доработки 04.09.2019 г.

Принята к публикации 09.09.2019 г.

Целью настоящего исследования являлся сравнительный анализ корней томата, регенерированных *in vitro* при добавлении в питательную среду NaCl в концентрациях 0–250 мМ. В ходе изучения процесса морфогенеза на органном уровне были установлены концентрации NaCl, ингибирующие ризогенез, а также проведен морфометрический анализ регенерированных корней у ювенильных проростков (число и длина регенерированных корней, а также их сырая и сухая биомасса). В результате цитологического анализа были обнаружены нарушения на тканевом уровне, выразившиеся в изменении степени вакуолизации клеток корневого чехлика и клеток первичной коры корня (КПКК) в условиях засоления. При некоторых концентрациях NaCl отмечено существенное изменение длины корневого чехлика (50–100 и 250 мМ NaCl) и числа его слоев (50, 75, 150–250 мМ NaCl), площади клеток центрального цилиндра (КЦЦК) (75–150 и 250 мМ NaCl), КПКК (100–200 мМ NaCl), а также показателя ядрышко-ядерного соотношения (25, 50 и 200 мМ NaCl) в клетках этих тканей. Методом цитофотометрии было показано увеличение числа интерфазных клеток корневой меристемы в G<sub>2</sub>-фазе при одновременном уменьшении этого показателя в G<sub>1</sub>-фазе. С помощью иммунофлуоресцентного мечения выявлены различные варианты дезорганизации альфа-тубулинового цитоскелета в интерфазных клетках меристемы корня. Методом трансмиссионной электронной микроскопии выявлены структурные изменения пластид в клетках корневого чехлика, КПКК и КЦЦК, а также изменения организации ядерного компартмента в КПКК при действии NaCl в концентрации 150 мМ. Указанные характеристики могут быть использованы для сравнительной оценки генотипов томата в условиях засоления на разных уровнях организации. Предложенный методологический подход может быть также применен и для культур, не имеющих трудностей с индуцируемым ризогенезом в условиях *in vitro*.

**Ключевые слова:** *Solanum lycopersicum* L., регенерация корней *in vitro*, NaCl-засоление, тубулиновый цитоскелет, анатомическое строение корня, корневой чехлик

DOI: 10.1134/S0041377119120022

Известно, что главными факторами, определяющими повреждающее действие засоления на растения, являются осмотический стресс и накопление токсичных ионов (Strogonov, 1974; Serrano et al., 1999). Высокие концентрации ионов Na<sup>+</sup> и Cl<sup>–</sup> индуцируют образование избыточного количества активных форм кислорода (АФК), способствуют разруше-

нию цитохромов и фрагментации ДНК (Andronis, Roubelakis-Angelakis, 2010; Suzuki et al., 2011). Кроме того, солевой стресс вызывает изменение проницаемости плазмалеммы и селективного транспорта ионов, что, в свою очередь, приводит к нарушению гомеостаза (Zhang, Shi, 2013). В условиях засоления происходит снижение активности фотосинтеза, ингибирование активности и стабильности ферментативных и структурных белков, изменения структуры цитоскелета (Lugan et al., 2010; Peleg et al., 2011). Гиперосмотический стресс приводит к программируе-

**Принятые сокращения:** АФК – активные формы кислорода, ИМК – 3-индолилмасляная кислота, МС – питательная среда Мурасиге и Скуга, КПКК – клетки первичной коры корня, КЦЦК – клетки центрального цилиндра корня, ПКГ – программируемая клеточная гибель.