

ПРОЯВЛЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА ПРИ ДЕЙСТВИИ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЯХ *IN VITRO* И *IN VIVO*

Михайлова И. Д., Лукаткин А. С.

ФГБОУВПО «МГУ им. Н.П. Огарева», Саранск, Россия; aslukatkin@yandex.ru

Тяжелые металлы (ТМ) являются сильными стресс-факторами и одним из главных природных токсикантов, с которыми все чаще встречаются растения в связи с нарастающим антропогенным воздействием на окружающую среду. Основным источником поступления ТМ в растения является почва. ТМ могут оказывать стрессовое воздействие на организмы, приводя к различным физико-химическим аномалиям в клетках, повреждению структур и метаболических функций, снижению или полному подавлению образования органического вещества. В растениеводстве ТМ влияют на качество продукции и снижают её выход; накопление ТМ в овощных и кормовых культурах нередко достигает опасного для людей и животных уровня.

Цель исследования: изучить влияние различных концентраций ионов ТМ – Ni^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} – на физиологические процессы в культуре клеток *in vitro* и растениях огурца и редиса *in vivo*.

Объекты исследования: 7-дневные проростки огурца (*Cucumis sativus* L.) сорт Единство и редиса (*Raphanus sativus* L.) сорт Красный великан, 3-4-недельные каллусные ткани гипокотильного происхождения тех же сортов огурца и редиса.

В ходе работы параллельно проводили два эксперимента:

- 1) определение влияния ионов ТМ на рост и биохимические показатели, связанные с возникновением окислительного стресса, у растений огурца *in vivo*;
- 2) получение каллусной культуры огурца и определение влияния ионов ТМ на рост и биохимические показатели в каллусной ткани *in vitro*.

Результаты.

ТМ в низких концентрациях (возможно, выступая в качестве микроэлементов) стимулировали рост каллусов, тогда как в высоких сильно угнетали каллусогенез и рост как у огурца, так и у редиса. По токсическому действию ТМ на каллусогенез и рост каллусов их можно расположить в следующем порядке: $\text{Zn}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Pb}^{2+}$.

В большинстве вариантов солей ТМ выявлено токсическое действие на рост и биохимические показатели, связанные с возникновением окислительного стресса, у 7-дневных проростков огурца и редиса. Во многих случаях обнаружены нелинейные зависимости между изученными показателями и дозой ТМ в среде. В каллусах огурца окислительный стресс отсутствовал, активность антиоксидантных ферментов при действии ТМ не превышала уровень контроля.

На основании исследования выявлено, что ионы ТМ в большей степени оказывали неблагоприятное влияние на проростки, чем на каллусную культуру огурца и редиса.