



Национальная академия наук Беларуси

**Государственное научное учреждение
«Институт экспериментальной ботаники
им. В.Ф. Купревича»**

**Белорусское общественное объединение
физиологов растений**

РЕГУЛЯЦИЯ РОСТА, РАЗВИТИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ

**Материалы VIII Международной научной конференции
(Минск, 28-30 октября 2015 года)**

Минск
«Колорград»
2015

ПЕРВИЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕТАЛЛ-СОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ У ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Демидчик В.В.¹, Кирисюк Ю.В.², Сосан А.³, Колбек И.³, Лоусон Т.³,
Стрельцова Д.Е.¹, Тюркина Е.П.¹, Смолич И.И.¹, Соколик А.И.¹

¹Белорусский государственный университет, пр. Независимости 4, Минск, Беларусь, e-mail: dzemidchyk@bsu.by

²Брестский государственный университет, Брест, Беларусь

³Университет Эссекса, Колчестер, Великобритания

Наиболее массовым наноматериалом, входящим в состав почти трети всех зарегистрированных «нанопродуктов», являются наночастицы (НЧ) Ag. В промышленности также активно используются НЧ Cu, Zn, Au, TiO₂ и Fe₃O₄. Несмотря на позитивные аспекты использования наночастиц металлов для индустрии, имеются значительные риски, связанные с их токсичностью для живых систем. Целью настоящей работы являлось выявление закономерностей воздействия важнейших металл-содержащих наночастиц на растительный организм на уровне целого растения и отдельной клетки. Акцент был сделан на установление первичных актов распознавания НЧ клеткой. На модельных растениях *Arabidopsis thaliana* L. было протестировано воздействие сферических НЧ Ag, Cu, Fe₃O₄ и TiO₂ одинаковых размеров (40-50 нм в диаметре). Было продемонстрировано, что НЧ Ag и Cu ингибируют удлинение корней. Для НЧ Ag эффект проявлялся, начиная с 300 мг/л, достигая максимума при 3000-5000 мг/л. НЧ Cu при 5 мг/л снижали скорость роста корня на 25-30%, а при 15 мг/л в 3 раза. НЧ Ag и Cu также ингибировали рост листа. Параметр F_v/F_m, отражающий эффективность работы фотосинтетического аппарата, снижался под действием НЧ обоих металлов. НЧ Fe₃O₄ и TiO₂ не ингибировали рост и фотосинтез до уровня 10 г/л. Низкие концентрации всех НЧ вызывали небольшую стимуляцию роста. На клеточном уровне введение НЧ Ag и Cu в окружающий раствор активировало рост цитоплазматической активности Ca²⁺ в клетках корня. При добавлении данных НЧ также наблюдалась генерация активных форм кислорода (АФК). Опыты с использованием техники пэтч-кламп показали, что НЧ Ag активировали Ca²⁺-проницаемые ионные каналы, схожие по свойствам с механочувствительными каналами. Тесты с использованием спектроскопии электронно-парамагнитного резонанса показали, что НЧ Ag не способны катализировать реакции продукцию гидроксильных радикалов в корне, но вызывают окисление аскорбиновой кислоты. НЧ Cu были способны к синтезу гидроксила, а НЧ Fe₃O₄ и TiO₂ были редокс-инертны. Таким образом, проведенные опыты показали, что НЧ металлов ингибируют рост растений и фотосинтез. Они распознаются клеткой при помощи классических сигнальных путей (Ca²⁺ и АФК), активируя механочувствительные каналы плазматической мембраны и разрушая важнейший антиоксидант клетки – аскорбиновую кислоту.