

ВЛИЯНИЕ Ni^{2+} И Ni-ГИСТИДИНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НА РОСТ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ КЛЕТОК КОРНЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

А. Д. Герман, К. И. Арзамазкина, К. И. Губаревич, С. А. Гордых, В. С. Мацкевич

Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь

Для растений никель является важным микроэлементом, в первую очередь как компонент уреазы, глиоксалазы, некоторых супероксиддисмутаз и гидрогеназ [1]. Однако потребность растений в данном металле невысока, для большинства видов концентрации Ni^{2+} свыше 10–50 мкМ вызывают токсические эффекты. Избыток Ni^{2+} индуцирует целый комплекс токсических симптомов у растений, включая ингибирование прорастания семян, замедление роста, подавление фотосинтеза и клеточного дыхания, нарушение транспорта сахаров и микроэлементов, хлороз, некроз и увядание листьев [2]. Тем не менее, механизм влияния токсических уровней никеля на растения изучен недостаточно, в особенности, на чувствительных к избытку Ni^{2+} сельскохозяйственных культурах. Целью представленной работы было протестировать влияние Ni^{2+} и Ni-гистидиновых комплексов на рост и жизнеспособность клеток корней сельскохозяйственных растений на примере *Hordeum vulgare* и *Pisum sativum*. На первом этапе были проведены ростовые тесты в рулонных гидропонных системах. Было выявлено, что внесение Ni^{2+} ингибировало рост корней ячменя и гороха, начиная с концентрации 0,01 мМ (снижение роста на 30–40%), при 10 мМ Ni^{2+} рост корней полностью подавлялся. Добавление гистидина, в соотношении 1 Ni^{2+} :2 гистидин, оказывало протекторное влияние, особенно заметное при 3 и 10 мМ Ni^{2+} (ингибирующий эффект снижался на 20–30%). Схожий эффект наблюдался и в случае изменения длины проростков. Накопление биомассы замедлялось при введении Ni^{2+} в концентрациях свыше 0,3 мМ (на 40–50%), при этом добавление гистидина также оказывало протекторное воздействие. При помощи эпифлуоресцентной микроскопии и зонда *Evans Blue* было показано, что 15 ч обработка Ni^{2+} вызывает гибель клеток корня, при этом зона деления является более чувствительной по сравнению с зоной всасывания. В случае ячменя при 10 мМ Ni^{2+} уровень повреждения корня в зоне деления возрастал в 3,4, а в зоне всасывания – в 2,5 раза по сравнению с контролем. В случае гороха жизнеспособность клеток снижалась в зоне деления в 3,1, а в зоне всасывания – в 2,3 раза. Для обеих культур добавление гистидина оказывало протекторное действие. Таким образом, было показано, что Ni^{2+} оказывал ингибиторное действие на ростовые процессы растений, особенно заметные в случае прироста длины и биомассы корней. Ячмень был более чувствителен к никелевому стрессу, чем горох, возможно, из-за высокой важности и обильности Ni-содержащего фермента уреазы у бобовых. Добавление гистидина оказывало протекторное действие на все протестированные морфо-физиологические параметры в условиях никелевого стресса, что, вероятно, обусловлено его способностью хелатировать Ni^{2+} , а также редокс-активностью образующихся комплексов, которые могут индуцировать синтез АФК и запускать адаптивные реакции в клетках растений.

Работа выполнена в рамках задания ГПНИ «Исследование функционального взаимодействия сигнально-регуляторных и антиоксидантных систем при стрессе с целью повышения общей стрессоустойчивости высших растений и создания новых биотехнологий».

Библиографические ссылки

1. *Chen C., Huang D., Liu J.* Functions and toxicity of nickel in plants: recent advances and future prospects // *Clean*. 2009. Vol. 37. P. 304–313.
2. *Мацкевич В.С., Демидчик В.В.* Механизм трансмембранного и дальнего транспорта никеля в высших растениях // *Экспериментальная биология и биотехнология*. 2023. Т. 2. С. 4–29.