

## **МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ $Ni^{2+}$ И $Cu^{2+}$ НА МУЖСКОЙ ГАМЕТОФИТ *NICOTIANA TABACUM* L.**

Брейгина М.А., Матвеева Н.П., Ермаков И.П.

МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия; pollen-ions@yandex.ru

Пыльцевое зерно покрытосеменных растений – прекрасный объект для изучения индукции морфогенеза и поддержания полярного роста на клеточном уровне. В то же время, эффективность прорастания пыльцы и скорость роста пыльцевой трубки в значительной мере определяет успех репродуктивного процесса у растений. Накоплен большой объем данных о вкладе различных биохимических процессов в реализацию морфогенетической программы мужского гаметофита.

В связи с загрязнением экосистем соединениями тяжелых металлов изучение их действия на растения на клеточном и молекулярном уровне приобретает особую актуальность. Никель и медь являются распространенными промышленными токсикантами, однако их влияние на морфогенетические процессы у растений практически не изучено. Данная работа посвящена исследованию механизмов действия  $Ni^{2+}$  и  $Cu^{2+}$  на мужской гаметофит табака.

Мы обнаружили, что  $Ni^{2+}$  и  $Cu^{2+}$  по-разному действовали на запуск полярного роста: никель не препятствовал активации пыльцевых зерен и формированию инициалей пыльцевых трубок, но ингибировал их дальнейший рост. В присутствии меди инициалы не формировались, действующие концентрации для этого металла также оказались существенно ниже. Несмотря на полное блокирование прорастания, в присутствии обоих металлов пыльцевые зерна сохраняли жизнеспособность. Действие  $Ni^{2+}$  и  $Cu^{2+}$  на сформировавшиеся пыльцевые трубки также различалось: если  $Cu^{2+}$  оказывала лишь ингибирующий эффект, то  $Ni^{2+}$  производил разнонаправленный эффект: появлялся заметный процент трубок, которые росли с высокой скоростью. Рост значительной части трубок подавлялся.

Мы изучали следующие гипотетические механизмы, лежащие в основе обнаруженных эффектов. 1. Модификация работы ион-транспортных белков плазмалеммы и, как следствие, нарушение поляризации трансмембранных ионных потоков и компартментации ионов в цитоплазме, что принципиально важно для клеток с полярным типом роста. 2. Модификация полимерной сети клеточной стенки. Этот процесс может происходить с участием активных форм кислорода (АФК) или при замещении кальция тяжелыми металлами. 3. Сдвиг баланса образования и ликвидации АФК в пыльцевом зерне. Обсуждается вклад каждого из механизмов в реализацию адаптивного потенциала растительного организма в условиях абиотического стресса.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 11-04-00605-а, 10-04-00945-а).