

Наночастицы оксида железа (Fe_3O_4) снимают ингибирующее действие солевого стресса на фотохимическую активность фотосистемы 2 в растениях пшеницы (*Triticum aestivum* L.)

Научный руководитель – Креславский Владимир Данилович

Дижун В.В.¹, Моисеевкова А.А.², Кузнецова А.С.³, Строкина В.В.⁴

1 - Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, Естественно-географический факультет, Рязань, Россия, *E-mail: vikadikvit578@gmail.com*; 2 - Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, Естественно-географический факультет, Рязань, Россия, *E-mail: vikadikvit578@gmail.com*; 3 - Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, Рязань, Россия, *E-mail: vikadikvit578@gmail.com*; 4 - Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, Россия, *E-mail: vikadikvit578@gmail.com*

Наночастицы (НЧ) находят все более широкое применение в сельском хозяйстве, однако их использование ограничено слабым знанием механизмов и путей их действия. Одним из таких перспективных наноэлементов является железо, которое используется в форме оксида железа (Fe_2O_3 или Fe_3O_4) [1,2]. Известно, что железо играет ключевую роль в регуляции роста и развития растений и многочисленных процессах метаболизма, включая биосинтез хлорофилла, фотосинтез и темновое дыхание [2]. В меньшей степени изучено действие наножелеза, снимающее негативный эффект тех или иных стрессовых факторов, в частности засоления. В этой связи было исследовано одновременное действие НЧ оксида железа (Fe_3O_4) и солевого стресса, индуцированного NaCl , на рост, фотосинтетическую активность, дыхание и про-/антиоксидантную активность в проростках пшеницы.

Использовали растворы наночастиц (НЧ) оксида железа в концентрации 200 и 500 мг/л. Семена пшеницы обрабатывали с использованием шейкера в течение 3 ч. Затем выращивали в чашках Петри в течение 6 дн. на белом свете. После чего часть семян выращивали в растворе NaCl (0.1 и 0.25 М) в течение 6 дн. и в 12-дн. растениях определяли физиологические параметры.

Показано, что параметры флуоресценции - максимальный квантовый выход (F_v/F_m) и индекс производительности фотосистемы 2 (ФС2) (PIABS), характеризующие активность ФС2, снижаются в вариантах, где проростки обрабатывали 0.25 М NaCl . Так величина PIABS снижалась с 28.8 ± 1.8 до 13.1 ± 0.6 . Обработка семян 200 мг/л Fe_3O_4 мало влияла на эти параметры. Однако совместная обработка 0.25 М NaCl и 200 мг/л Fe_3O_4 приводила к достоверно меньшему снижению PIABS до 19.9 ± 2.2 , чем обработка только 0.25 М NaCl . Аналогичные тенденции обнаружены и по другим параметрам, таким как тепловая диссипация (D_{I_0}/RC), эффективный квантовый выход ФС2, скорость электронного транспорта, и нефотохимическое тушение NPQ. Скорости фотосинтеза и дыхания, а также сырой вес проростков снижались только во всех вариантах с обработкой 0.25 М NaCl . При этом не обнаружено снятие ингибирующего действия NaCl у проростков в вариантах с обработкой семян 200 и 500 мг/л НЧ.

Показано, что содержание хлорофилла а и b, а также каротиноидов в 9 и 12-дн. растениях не зависит от обработки семян НЧ (200 и 500 мг/л) и от обработки растений NaCl (0.1 М и 0.25 М).

Совместная обработка пшеницы 0.25 М NaCl и семян 200 мг/л Fe_3O_4 приводила к снижению содержания продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой с 184 нмоль/г до 107 нмоль/г, то есть снижению окислительного стресса. Другие варианты мало отличались друг от друга.

Таким образом, обнаружено снятие ингибирующего действия солевого стресса на фотохи-

мическую активность ФС2 в проростках пшеницы при обработке НЧ.
Работа поддержана грантом РФФИ №21-54-53015 ГФЕНа.

Источники и литература

- 1) Alkhatib R., Alkhatib B., Abdo N. // BMC Plant Biology. – 2019. – V. 19. – P. 53.
- 2) Farooqui A., Tabassum H., Ahmad A. et al. // International Journal of Pharmaceutics. – 2016. – V. 7. – P. 22–37.