

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-3-15

ОЦЕНКА ФУНГИЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ СЕРЕБРА И ЖЕЛЕЗА

А.А. Иванова, Е.Н. ПетроваФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460018, Оренбург, просп. Победы, д.13.

РЕЗЮМЕ. Исследовано действие ультрадисперсных частиц серебра и железа на патогенную почвенную биоту. Серебро обладает антимикробным и противогрибковым действием, которое обусловлено его способностью взаимодействовать с клетками патогенных микроорганизмов и нарушать их метаболизм. Выявлено, что ионы серебра, поглощаемые корнями растений, могут повышать активность ферментов и ускорять биохимические процессы, что приводит к улучшению обмена веществ и повышению устойчивости растений к различным неблагоприятным факторам.

Исследования серии разведений ультрадисперсных частиц серебра и оксида железа показали, что обработка семян пшеницы значительно снижает обсемененность посевного материала фитопатогенами. А наибольший фунгицидный эффект проявили ультрадисперсные частицы оксида железа в концентрации 10^{-4} мг/л.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: фитопатогены, Ag, Fe₃O₄, *Triticum aestivum* L.

Для цитирования: Иванова А.А., Петрова Е.Н. Оценка фунгицидной активности ультрадисперсных частиц серебра и железа. Микроэлементы в медицине. 2024;25(3):36–37. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-3-15.

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство играет большую роль в жизни людей. Однако оно сталкивается с многочисленными серьезными проблемами глобального уровня. Например, болезни, вызываемые нематодами, бактериями, грибами, присутствующими в окружающей среде, приводят к значительным потерям урожая.

Одним из путей решения данной проблемы является применение ультрадисперсных частиц (УДЧ), в масштабе которых отношение площади поверхности к объему увеличивается, что делает реакции с внешними объектами более эффективными и способными оказывать на них угнетающее воздействие (Gordillo-Delgado et al., 2020).

Ионы серебра предотвращают репликацию бактериальной ДНК, связывая и вызывая денатурацию ДНК, что включает взаимодействие ионов серебра с тиоловыми белками, дальнейшую конденсацию ДНК и апоптоз. Исследователями показано, что УДЧ серебра обладают широким спектром противогрибковых свойств, в том числе против агрессивных грибковых инфекций, таких как *Candida albicans*, *C. tropicis*, *C. parapsilosis*, *C. glabrata*, *Trichophyton rubrum*, *Trichosporon sahyi*, *A. niger*, *Rhizoctonia solani*, *Curvularia lunata*, *Colletotrichum* sp. и *Fusarium* sp. Они полимеризуют ДНК и ухудшают способность фитопатогена к размножению (Tariq et al., 2022). Кроме того, при применении УДЧ серебра повышается концентрация хлорофилла и биомасса проростков. Также происходит повышение устойчивости растений к жаре и солености (Santás-Miguel et al., 2023).

Синтезированные УДЧ оксида железа также оценивали на способность подавлять развитие фитопатогенов в отношении *Cladosporium herbarum*, *Trichothecium roseum*, *Penicillium chrysogenum*, *Alternaria alternata* и *Aspergillus niger*, вызывающих гнили фруктов и овощей. Установлено, что ультрадисперсные частицы подавляют рост грибов (Parveen et al., 2018). Также УДЧ оксида железа способствуют росту, регулируют содержание фитогормонов и активность антиоксидантных ферментов в растениях, что способствует улучшению доступности железа в почве и его накопление в клетках растений (Kaningini, 2021).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В Оренбургском государственном университете проводили исследования по влиянию УДЧ серебра и оксида железа на зараженность семян пшеницы (*Triticum aestivum* L.) грибковыми заболеваниями, такими как фузариоз, корневая гниль, альтернариоз. Лиосоли УДЧ серебра и оксида железа

произведены компанией «Plasmotherm» (Москва, Россия). Навеску УДЧ вносили в объем деионизированной воды с последующей ультразвуковой обработкой в течение 35 мин, в дальнейшем из данного раствора готовили серию разведений с концентрацией УДЧ от 10^{-2} до 10^{-9} мг/л. Партии семян яровой пшеницы мягкой обрабатывали растворами УДЧ полным погружением в течение 15 мин с дальнейшим высушиванием зерновок, которые уже анализировали зараженность согласно ГОСТ 12044-93. Методы определения зараженности болезнями.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследования показали, что использование УДЧ серебра и оксида железа для предпосевной обработки семян во всем диапазоне концентраций снижало обсемененность семян фитопатогенами. Наиболее выраженный фунгицидный эффект наблюдался при использовании УДЧ серебра и оксида железа в концентрации 10^{-4} мг/л. В этом варианте опыта снижение обсемененности зерновок составило 43% при использовании лиосолой оксида железа и 35% – серебра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе полученных результатов определения зараженности болезнями семян яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.), можно сделать вывод о том, что обработка семян пшеницы значительно снижает обсемененность посевного материала фитопатогенами. А наибольший фунгицидный эффект проявили ультрадисперсные частицы оксида железа в концентрации 10^{-4} мг/л.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Gordillo-Delgado F., Zuluaga-Acosta J., Restrepo-Guerrero G. Effect of the suspension of Ag-incorporated TiO₂ nanoparticles (Ag-TiO₂ NPs) on certain growth, physiology and phytotoxicity parameters in spinach seedlings. PloS one. 2020; 15(12): e0244511.

Santás-Miguel V., Arias-Estévez M., Rodríguez-Seijo A., Arenas-Lago D. Use of metal nanoparticles in agriculture. A review on the effects on plant germination. Environmental pollution. 2023; 334: 122222.

Tariq M., Mohammad K.N., Ahmed B., et al. Biological Synthesis of Silver Nanoparticles and Prospects in Plant Disease Management. Molecules. 2022; 27(15): 4754. DOI:10.3390/molecules27154754.

Parveen S., Wani A.H., Shah M.A., et al. Preparation, characterization and antifungal activity of iron oxide nanoparticles. Microbial pathogenesis. 2018; 115: 287–292. DOI: 10.1016/j.micpath.2017.12.068.

Kanigini G.A., Azizi S., Nyoni H., et al. Green synthesis and characterization of zinc oxide nanoparticles using bush tea (*Athrixia phylicoides* DC) natural extract: assessment of the synthesis process. F1000Res. 2021; 10: 1077. DOI:10.12688/f1000research.73272.4.

ГОСТ 12044-93. Методы определения зараженности болезнями [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4294838/4294838870.htm> (дата обращения 12.04.2024). [GOST 12044-93. Methods for determining disease infection [Electronic resource]. Access mode: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4294838/4294838870.htm> (accessed 12.04.2024). (In Russ.)].

ASSESSMENT OF FUNGICIDAL ACTIVITY OF ULTRA-DISPERSE PARTICLES OF SILVER AND IRON

A.A. Ivanova, E.N. Petrova

Orenburg State University,
Pobedy Ave. 13, Orenburg, 460018, Russian Federation

ABSTRACT. The study analyzed the results of studies on the effect of ultrafine particles of silver and iron on pathogenic soil biota. Thus, Ag has an antimicrobial and antifungal effect, which is due to its ability to interact with the cells of pathogenic microorganisms and disrupt their metabolism. And the positive effect is that silver ions absorbed by plant roots can increase enzyme activity and accelerate biochemical processes. This leads to improved metabolism and increased plant resistance to various unfavorable factors.

Studies of a series of dilutions of ultrafine particles of silver and iron oxide showed that the treatment of wheat seeds significantly reduces the contamination of seed with phytopathogens. And the greatest fungicidal effect was shown by ultrafine particles of iron oxide at a concentration of 10^{-4} mg/l.

KEYWORDS: phytopathogens, Ag, Fe₃O₄, *Triticum aestivum* L.