

Вплив передпосівної обробки насіння наночастками срібла та міді на ріст і водоутримуючу здатність проростків озимої пшениці

Юлія Миколаївна Письменна
Ольга Олександрівна Панюта
Наталія Юрївна Таран

PYSMENNA YU.M., PANYUTA O.O., TARAN N.YU. (2018). **The effect of pre-sowing seed treatment with nonionic colloidal solutions of silver and copper metal nanoparticles on growth and water-retaining ability of winter wheat seedlings.** *Chornomors'k. bot. z.*, **14** (1): 26–31. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/2

In connection with the rapid development and implementation of nanotechnology in the agriculture, biology and medicine, investigation of biogenic metal nanoparticles is the topical subject that opens up the opportunities for their practical use. Growth is an integral indicator of the physiological state of plants. Their water-retaining ability is an informative marker of water metabolism and resistance of plants. In this regard, the effect of pre-sowing seed treatment with nonionic colloidal solutions of silver and copper nanoparticles on growth parameters and water regime in wheat seedlings (*Triticum aestivum*) of two varieties – Myronivska 808 and Renan was investigated. The response of wheat seedlings to the action of nanoparticles treatment was assessed by changing of the organs length and weight. It was expressed as tolerance index. Under nanoparticles action the length and weight of different parts of seedlings in both varieties found to be changed. Investigated nonionic colloidal solutions of biogenic metals nanoparticles act as stimulators of growth processes, in which the effect of silver nanoparticles on these indices was more effective. Pre-sowing seed treatment with metal nanoparticles has also positively influenced to water regime in wheat seedlings. Silver nanoparticles demonstrated a higher efficiency of preventing the water deficiency development in wheat seedlings of both varieties. It has been shown that pre-sowing seed treatment with nanoparticles of silver and copper stimulates growth and increases the water-retaining ability of the plant organism. This is the basis for further research and use of solutions of the most effective nanoparticles in biology and agriculture.

Key words: *Triticum aestivum*, growth parameters, tolerance index, leaf plate area, water deficiency

Письменна Ю.М., Панюта О.О., Таран Н.Ю. (2018). **Вплив передпосівної обробки насіння наночастками срібла та міді на ріст і водоутримуючу здатність проростків озимої пшениці.** *Чорноморськ. бот. ж.*, **14** (1): 26–31. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/2

Останнім часом, у зв'язку з бурхливим розвитком і впровадженням нанотехнологій у народному господарстві, біології та медицині, дослідження наночасток біогенних металів є актуальною темою, що відкриває перспективи для їх практичного використання. Ріст є інтегральним показником фізіологічного стану рослин, а їх водоутримуюча здатність є інформативним показником водного обміну рослин та стійкості до змін умов навколишнього середовища. У зв'язку з цим, метою роботи було дослідити ростові параметри та показники водного режиму проростків пшениці (*Triticum aestivum*) двох сортів – Миронівська 808 та Renan, отриманих із насіння обробленого колоїдними розчинами наночасток срібла та міді. Реакцію проростків пшениці на дію обробки наночастками оцінювали за зміною приросту довжини і маси органів і виражали як індекс толерантності. За дії наночасток довжина та маса надземної та підземної частин проростків обох сортів змінювалася, що позначалося на індексу толерантності. Досліджувані неіонні колоїдні розчини наночасток

біогенних металів діяли як стимулятори ростових процесів, причому ефект наночасток срібла на ці показники був більше вираженим. Передпосівна обробка насіння наночастками срібла і міді позитивно вплинула і на водоутримуючу здатність проростків. При цьому наночастки срібла продемонстрували вищу ефективність запобігання розвитку водного дефіциту у проростків пшениці обох сортів. Було показано, що передпосівна обробка насіння наночастками срібла та міді стимулює ростові процеси і підвищує водоутримуючу здатність рослинного організму, що є підставою для подальших досліджень та використання розчинів найбільш ефективних наночасток у біологічних та сільськогосподарських цілях.

Ключові слова: Triticum aestivum, ростові параметри, індекс толерантності, площа листової пластинки, водний дефіцит

Письменная Ю.Н., Панюта О.А., Таран Н.Ю. (2018). **Влияние предпосевной обработки семян наночастицами серебра и меди на рост и водоудерживающую способность проростков озимой пшеницы.** *Черноморск. бот. ж.*, **14** (1): 26–31. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/2

В последнее время, в связи с бурным развитием и внедрением нанотехнологий в народном хозяйстве, биологии и медицине, исследование наночастиц биогенных металлов является актуальным, что открывает перспективы для их практического использования. Рост является интегральным показателем физиологического состояния растений, а их водоудерживающая способность является информативным показателем водного обмена растений и устойчивости к изменениям условий окружающей среды. В связи с этим, целью работы было исследовать ростовые параметры и показатели водного режима в проростках пшеницы (*Triticum aestivum*) двух сортов – Мироновская 808 и Репан, полученных из семян обработанных коллоидными растворами наночастиц меди и серебра. Реакцию проростков пшеницы на действие обработки наночастицами оценивали по изменению прироста длины и массы органов и выражали как индекс толерантности. При воздействии наночастиц длина и масса надземной и подземной частей проростков обоих сортов менялась, что сказывалось на ИТ. Исследуемые неионные коллоидные растворы наночастиц биогенных металлов действовали как стимуляторы ростовых процессов, причем эффект наночастиц серебра на эти показатели был более выраженным. Предпосевная обработка семян наночастицами серебра и меди положительно повлияла и на водоудерживающую способность проростков. При этом наночастицы серебра продемонстрировали более высокую эффективность предотвращения развития водного дефицита в проростках пшеницы обоих сортов. Было показано, что предпосевная обработка семян наночастицами серебра и меди стимулирует ростовые процессы и повышает водоудерживающую способность растительного организма, что является основанием для дальнейших исследований и использования растворов наиболее эффективных наночастиц в биологических и сельскохозяйственных целях.

Ключевые слова: Triticum aestivum, ростовые параметры, индекс толерантности, площадь листовой пластинки, водный дефицит

В останні роки стрімко зростає інтерес до вивчення наночасток металів через їх унікальні фізико-хімічні та біологічні властивості. Важливою умовою для практичного застосування наночасток є їхня нетоксичність, седиментаційна та хімічна стійкість. Використання наночасток металів у сільськогосподарському виробництві для передпосівної обробки насіння і для обробки вегетуючих рослин дозволяє покращити якість посівного матеріалу, підвищити стійкість до фітопатогенів, збільшити урожайність та отримати екологічно чисту продукцію [MASAROVÍČOVÁ, KRÁĀOVÁ, 2013]. Стосовно цього існує багато пропозицій, що можуть бути реалізовані на основі властивостей наночасток або внаслідок їх відповідної функціоналізації.

Сьогодні наночастки представляють великий інтерес і широко використовуються в усьому світі. Вони мають ряд переваг порівняно з традиційними розчинами: не розшаровуються під впливом тепла і світла, забезпечують повне змочування поверхні рослин, повністю поглинаються рослинами, не змиваються

дощем, робочий розчин може зберігатися роками, залишаючись активним [PANYUTA et al., 2014].

Різні дослідження показали, що наночастки металів та їх оксиди впливають на ріст, розвиток та урожайність рослин. Наночастки можуть впливати на рослини на біохімічному, фізіологічному та молекулярному рівнях [BELAVA et al., 2017, RIZWAN et al., 2017].

У зв'язку з цим, метою роботи було встановлення особливостей впливу передпосівної обробки насіння наночастками срібла та міді на ростові показники і водоутримуючу здатність проростків пшениці озимої сортів Renan та Миронівська 808.

Матеріали та методи досліджень

У дослідях використовували проростки озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.) двох сортів – Миронівська 808 та Renan. Миронівська 808 – високопродуктивний, зимостійкий сорт з високою якістю зерна, який завдяки високій комбінаційній здатності за цінними господарськими ознаками є одним з найбільш широко використовуваних у світовій селекції. Його нащадками є понад 400 сортів пшениці в різних країнах світу, серед яких сорт Renan, що має високу стійкість як до абіотичних, так і до біотичних стресорів.

Проводили передпосівну обробку насіння пшениці колоїдними розчинами наночасток біогенних металів срібла і міді, отриманими диспергуванням гранул відповідних металів імпульсами електричного струму з амплітудою 100–2000 А у воді [LORATKO et al., 2009]. Максимальний розмір наночасток не перевищував 100 нм. Вміст наночасток у колоїдних розчинах: Ag+Ag₂O – 0,75 мг/л, Cu – 0,37 мг/л. Препарати надані кафедрою технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України. Стерилізоване насіння замочували у дослідних розчинах (1 частина колоїдного розчину наночасток : 100 частин води – концентрація рекомендована виробником) на чотири години, відмивали дистильованою водою і поміщали в термостат (25°C) на добу. У контрольному варіанті – насіння замочували у дистильованій воді.

Вирощували рослини у піску в хімічно-нейтральних контейнерах в контрольованих лабораторних умовах. Живильне середовище Хогланда-Арнона додавали в кожний контейнер (по 25–35 мл) та підтримували постійну вологість субстрату (70%) додатковим внесенням живильного середовища.

Вирощували за 16-годинного фотоперіоду, інтенсивності освітлення 15 тис. лк., температури повітря 25/20°C (день/ніч), вологості повітря 60 %.

Площу листової пластини визначали за формулою [ANIKEEV, KUTUZOV, 1981]:

$$S=2/3 \times R \times x, \text{ де}$$

R – ширина листка біля основи, см;

x – довжина листка, см.

Індекс толерантності (ІТ, %) вираховували за ростою реакцією надземної та підземної частин проростків [WILKINS, 1978].

$$ІТ = \frac{\text{довжина (маса) надземної (підземної) частини досліді}}{\text{довжина (маса) надземної (підземної) частини контролю}} \times 100\%$$

Водний дефіцит визначали методом висічок [FIZIOLOGIYA ROSLYN, 2010].

Усі отримані дані оброблені статистично з використанням критерію Стьюдента ($P \leq 0,05$) за допомогою програмного пакета Microsoft Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

Реакцію проростків пшениці на дію обробки наночастками металів оцінювали за зміною приросту довжини органів і виражали як індекс толерантності (ІТ). За дії наночасток довжина проростків змінювалася, що позначалося на ІТ. Динаміка ІТ за

довжиною надземної та підземної частин проростків озимої пшениці сортів Renan і Миронівська 808 виявилася подібною, але у проростків сорту Миронівська 808 спостерігалися більші коливання цього показника (Рис. 1).

У проростків сорту Renan індекс толерантності за довжиною надземної частини у разі обробки наночастками срібла мав значення 92–108%, у разі обробки наночастками міді – 97–116%; ІТ за довжиною підземної частини за використання наночасток срібла склав – 95–114%, міді – 89–98% (Рис.1). У проростків сорту Миронівська 808 ІТ за довжиною надземної частини у разі обробки наночастками срібла мав значення 92–115%, у разі обробки наночастками міді – 90–109%; цей же показник за довжиною підземної частини у разі обробки наночастками срібла склав – 95–133%, наночастками міді – 87–122%.

Найбільший стимулюючий ефект був зафіксований за впливу наночасток срібла, при чому сильніше відповідь виражена у проростків сорту Миронівська 808. Це можна пояснити тим, що цей сорт характеризується вищою чутливістю до дії різноманітних чинників біотичної та абіотичної природи.

Дослідження морфометричних параметрів проростків пшениці сортів Renan і Миронівська 808 показали, що приріст площі листкової пластинки проростків за обробки наночастками срібла, порівняно з контролем, становив 6% у проростків сорту Renan і 18% – у сорту Миронівська 808. У варіантах з міддю достовірної різниці не виявили (рис. 2).

Водний дефіцит (ВД) є інтегральним показником водного балансу та має великий вплив на ріст, розвиток і продуктивність рослин. У разі порушення водопостачання рослин може виникати водний дефіцит, який спричинює тимчасові або тривалі зміни в інтенсивності біохімічних та фізіологічних процесів. Саме тому цей показник використовують для оцінки рівня водозабезпеченості рослин [ORLOVA, 2011].

Проведене нами дослідження параметрів оводненості тканин проростків пшениці за передпосівної обробки насіння наночастками срібла і міді показало, що проростки, насіння яких було оброблене наночастками цих металів мають більшу водоутримуючу здатність, ніж проростки, насіння яких замочували в дистилляті.

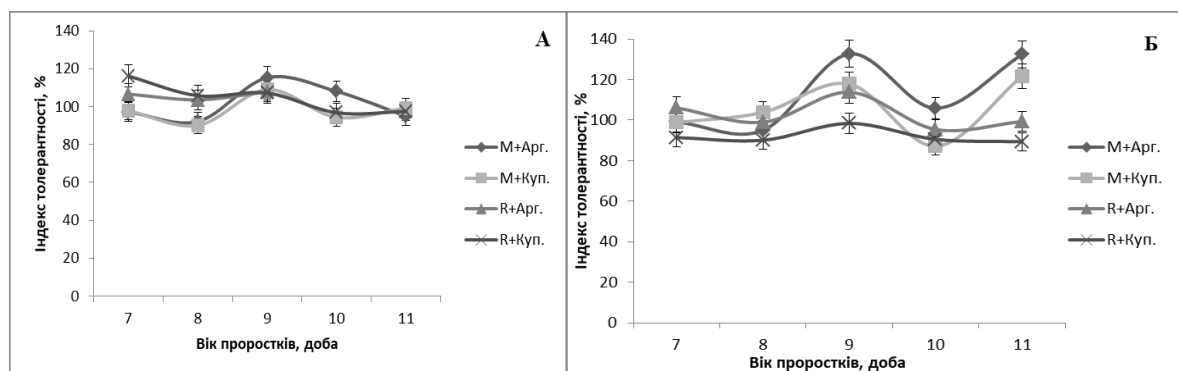


Рис. 1. Індекс толерантності проростків пшениці за дії наночасток Ag та Cu: А – розрахований за довжиною надземної частини; Б – розрахований за довжиною підземної частини.

Fig. 1. Tolerance index of wheat seedlings under action of Ag and Cu metal nanoparticles: A – according to length above-ground parts; B – according to length underground parts.

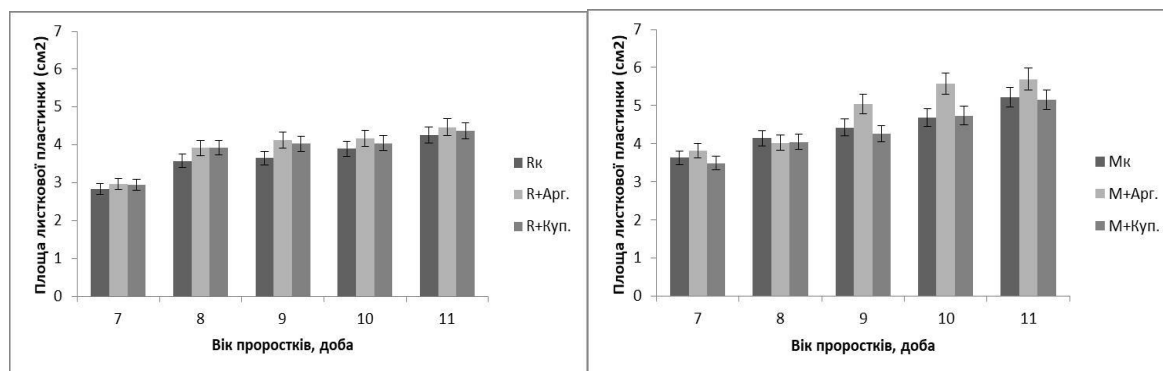


Рис. 2. Площа листкової пластинки проростків пшениці за дії наночасток Ag та Cu: А – сорт Renan; Б – сорт Миронівська 808.

Fig. 2. Leaf plate area of wheat seedlings under action of Ag and Cu metal nanoparticles: A – variety Renan; B – variety Myronivska 808.

Водний дефіцит проростків пшениці сорту Renan становив 14–30% для контролю, 11–24% за обробки наночастками срібла та 14–25% за обробки наночастками міді (Рис. 3). ВД проростків пшениці сорту Миронівська 808 склав 17–26% для контролю, 11–21% для варіантів, оброблених наночастками срібла і 15–21% для варіантів, оброблених наночастками міді (Рис. 3).

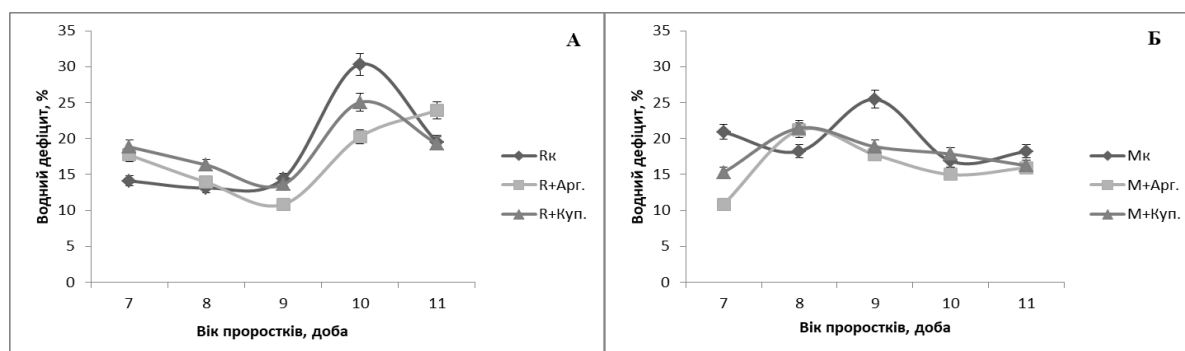


Рис. 3. Водний дефіцит в тканинах проростків пшениці за дії наночасток Ag та Cu: А – сорт Renan, Б – сорт Миронівська 808.

Fig. 3. Water deficiency of seed treatment with nonionic colloidal solutions of silver and copper metal nanoparticles: A – variety Renan; B – variety Myronivska 808.

Отримані результати свідчать, що передпосівна обробка насіння наночастками срібла і міді позитивно впливає на водоутримуючу здатність рослин. При цьому наночастки срібла характеризуються вищою ефективністю запобігання розвитку ВД у проростків пшениці обох сортів, що узгоджується з дією наночасток срібла на морфометричні показники проростків пшениці досліджуваних сортів.

Висновки

На підставі проведених досліджень можна стверджувати, що в лабораторних умовах передпосівна обробка насіння колоїдними розчинами наночасток срібла і міді позитивно впливає на ріст та запобігає розвитку водного дефіциту у проростків озимої пшениці на початкових етапах онтогенезу, при чому більший стимулюючий ефект та водоутримуюча здатність були зафіксовані за впливу наночасток срібла.

Перспективою подальших експериментів є комплексне дослідження морфометричних, фізіологічних та біохімічних параметрів рослинного організму за

передпосівної обробки насіння наночастками різних металів в польових умовах. Це дасть змогу регулювати окремі ланки рослинного метаболізму.

References

- ANIKEEV V.V., KUTUZOV F.F. (1981). Noviyi sposob opredeleniya ploschadi listovoy poverhnosti u zlakov. *Fiziologiya rasteniy.*, **8** (3): 375–377. (in Russian)
- BELAVA V.N., PANYUTA O.O., YAKOVLEVA G. M., PYSMENNA YU.M., VOLKOGON M.V. (2017). The Effect of Silver and Copper Nanoparticles on the Wheat – *Pseudocercospora herpotrichoides* Pathosystem. *Nanoscale Res Letters*, **12** (1): 250. doi: 10.1186/s11671-017-2028-6
- LOPATKO K.H., AFTANDILIANTS E.H., KALENSKA S.M., TONKHA O.L. (2009). Mother colloidal solution of metals. *Patent for invention* 38459 from 12.01.2009.
- ORLOVA L.D. (2011). *Bioekologichni osoblyvosti luchnykh fitotsenoziv Livoberezhnoho Lisostepu Ukrayiny (produktivnist' ta ratsional'ne vykorystannya)*. Poltava: PNPУ imeni V. H. Korolenka. 278 p. (in Ukrainian)
- PANYUTA O.O., BELAVA V.N., FOMAYIDI S.V., KALINICHENKO O.V., TARAN N.YU. (2014). Influence of processing of wheat seeds by metals nanoparticles on defense reactions in wheat seedlings under eyespot causal agent. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv*, **1** (17): 48–51. (in Ukrainian)
- PARSHKOVA T.V. (2010). *Fiziologiya roslyn: praktykum*. Luts'k: Teren, 420 p. (in Ukrainian)
- MASAROVIČOVÁ E., KRÁĚOVÁ K. (2013). Metal Nanoparticles and Plants. *Ecological Chemistry and Engineering S.*, **20** (1): 9–22. doi:10.2478/eces-2013-0001
- RIZWAN M., ALI S., QAYYUM M.F., OK Y.S., ADREES M., IBRAHIM M., REHMAN Z.U., FARID M., ABBAS F. (2017). Effect of metal and metal oxide nanoparticles on growth and physiology of globally important food crops: A critical review. *Journal of hazardous materials*, **322**: 2–16. doi:10.1016/j.jhazmat.2016.05.061
- WILKINS D.A. (1978). The measurement of tolerance to edaphic factors by means of root growth. *New Phytologist*, **80** (3): 623–633. doi:10.1111/j.1469-8137.1978.tb01595.x

Рекомендує до друку
Бойко М.Ф.

Отримано 15.01.2018

Адреси авторів:

Ю.М. Письменна, О.О. Панюта, Н.Ю. Таран
Київський національний університет
імені Тараса Шевченка
ННЦ «Інститут біології та медицини»
вул. Володимирська, 64/13
Київ, 01601
Україна
e-mail: pismennaya64@gmail.com

Author's address:

Yu.M. Pysmenna, O.O. Panyuta, N.Yu. Taran
Taras Shevchenko
National University of Kyiv
ESC «Institute of Biology and Medicine»
Volodymyrs'ka st., 64/13
Kyiv, 01601
Ukraine
e-mail: pismennaya64@gmail.com