

**ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ  
ВПЛИВУ МІДНИХ МІКРОДОБРІВ НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ  
В ПОЧАТКОВУ ФАЗУ ОНТОГЕНЕЗУ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ**

*Петрушина Г.О., кандидат хімічних наук, доцент,  
Крамарьов С.М., доктор с.-г. наук, старший науковий співробітник, професор;  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Україна  
Максимова Н.М., кандидат технічних наук, доцент  
Ковальова Л.С., здобувачка вищої освіти  
«ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Україна*

The germination and biometric indicators of winter wheat were studied. Seed treatment with an aqueous solution of nano-copper leads to an improvement in biometric indicators. The length of wheat roots was 47% longer, and shoots – 15% longer than in seeds treated with distilled water. Samples treated only with a nano-silver solution have shorter lengths of sprouts and roots than in seeds treated with distilled water. In addition, grains treated with this solution showed more signs of mold damage. Biometric indicators of grains treated with a mixture of nano-copper and nano-silver, as well as cuprum sulfate, approached those of wheat treated with distilled water.

Передпосівна інкрустація насіння зазвичай включає його обробку розчинами стимуляторів росту і подальше нанесення полімерних покриттів. Інкрустація слугує для прискорення процесу проростання, збільшення енергії проростання, одночасно викликаючи позитивні зміни в метаболічних процесах у насінні. До переваг інкрустації можна віднести також екологічність цього процесу – хімічні речовини наносять безпосередньо на насіння у невеликих кількостях, а не у ґрунт, що зменшує потрапляння у довкілля різних полютантів.

Найчастіше використовують традиційні методи інкрустації: гідропраймінг, гормональний та осмо-праймінг [1, 2] та інші, кожен з яких сприяє посиленню проростання насіння. Також з'являються і нові підходи, такі як біопраймінг [3] та магніто-праймінг [4], що сприяють рівномірному проростанню насіння. Новою стратегією є нано-праймінг [5, 6], під час якого використовують розчини, наповнені наночастинками. Удосконалення технології передпосівної інкрустації посівного матеріалу для отримання більш ефективних результатів щодо схожості, термінів проростання та сили проростання залишається актуальною задачею.

Іони Купруму позитивно впливають на схожість насіння, що можна пояснити його окисними властивостями та здатністю реагувати з гормонами та білками. Регуляція спокою насіння обумовлена балансом рослинних гормонів у насінні, молекулярними взаємодіями, зокрема такими реакціями, як окиснення та взаємодія амінокислот з редуруючими цукрами.

Кількість активних форм кисню – іони кисню, вільні радикали та органічні і неорганічні пероксиди, а також кількість оксиду азоту (NO) збільшуються під час проростання насіння, а обробка окисниками та сполуками нітрогену сприяють виходу насіння від стану спокою [7].

Метою роботи є порівняльна оцінка впливу мідних мікродобрив: хелатної комплексної сполуки купрум гліцинату, нано-міді та купрум сульфату на проростання насіння пшениці м'якої озимої сорту Шестопалівка (супереліта). Контролем слугувало насіння пшениці м'якої озимої, оброблене тільки однією дистильованою водою.

Комплексні сполуки біометалу – Купруму – з органічними хелатними лігандами мають високу стійкість та достатню розчинність у воді, не токсичні, краще засвоюються рослинами. Гліциновий комплекс Купруму доцільно синтезувати реакцією суспензії  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$  з гліцином при нагріванні (вихід становить 97%), оскільки при цьому утворюється комплексна сполука  $\text{Cu}(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  достатньої чистоти, що підтвердили хімічним аналізом. Нано-мідне добриво виготовляли методом холодної плазми.

Вивчення лабораторної схожості насіння та біометричних показників отриманих проростків пшениці м'якої озимої (довжина кореня та висота пагона) проводилися в умовах лабораторії полімерних композиційних матеріалів Дніпровського державного аграрно-економічного університету у термостаті за температури 20–22°C. Відібране насіння пшениці м'якої озимої (по 50 штук) замочували у розчинах купрум гліцинату, нано-міді, купрум сульфату та у дистильованій воді (контроль) впродовж 30 хвилин. Концентрація сполук у розчинах, якими обробляли насіння пшениці м'якої озимої, була еквівалентна і становила 20 г купруму на 1 т зерна. Потім оброблене насіння розміщували у чашках Петрі на кружальцях фільтрувального паперу, заздалегідь змоченого дистильованою водою. Визначення лабораторної схожості (кількість пророщеного насіння, у відсотках) проводили через 36 годин. Біометричні вимірювання довжини кореня та висоти пагонів пророщеної пшениці озимої проводили з точністю до 0,01 см у трьох повторях (табл. 1).

Таблиця 1

Результати дослідження впливу нано-міді (Cu-nano), купрум гліцинату  $\text{Cu}(\text{Gl})_2$  та купрум сульфату  $\text{CuSO}_4$  на ріст первинних корінців та проростків пшениці м'якої озимої (дані представлені, як середнє значення трьох незалежних повторень  $\pm$  стандартне відхилення)

Обробка	Проросло, %	Максимальна довжина, см	
		корінців	паростка
Контроль	97 $\pm$ 3	1,20	0,52
$\text{CuSO}_4$	95 $\pm$ 1	1,20	0,54
$\text{Cu}(\text{Gl})_2$	95 $\pm$ 1	1,54	0,60
Cu-nano	97 $\pm$ 1	1,76	0,60

Джерело: авторська розробка

Експеримент повторювали тричі та визначали середнє значення досліджуваних показників. Результати досліджень наведені у (табл. 1). Схожість даного посівного матеріалу є високою, тому було практично неможливо точно визначити вплив вище названих речовин купруму на ці параметри. Проте обробка насіння водним розчином купрум гліцинату та нано-міддю в кількості 20 г Купруму на 1 т зерна призводила до покращення біометричних показників: довжини корінців перевищували на 28% та 47% відповідно, а пагонів – на 15% в порівнянні з контрольним варіантом, в якому насіння замочувалось лише однією дистильованою водою. Слід також відмітити, що передпосівна обробка насіння купрум сульфатом не мала суттєвого впливу на біометричні показники проростків та первинних корінців.

### Список використаних джерел

1. Bourioug, M., Ezzaza, K., Bouabid, R., Alaoui-Mhamdi, M., Bungau, S., Bourgeade, P., Alaoui-Sossé, L., Alaoui-Sossé, B., & Aleya, L. (2020). Influence of hydro- and osmo-priming on sunflower seeds to break dormancy and improve crop performance under water stress. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(12), 13215-13226. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07893-3>
2. Benadjaoud, A., Dadach, M., El-Keblawy, A., & Mehdadi, Z. (2022). Impacts of osmopriming on mitigation of the negative effects of salinity and water stress in seed germination of the aromatic plant *Lavandula stoechas* L. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 31, 100407. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2022.100407>
3. Chin, J.M., Lim, Y.Y., & Ting A.S.Y. (2021). Biopolymers for biopriming of *Brassica rapa* seeds: a study on coating efficacy, bioagent viability and seed germination. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 20(3), 198–207. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.01.006>.
4. Alvarez, J., Martinez, E., Florez, M., & Carbonell, V. (2021). Germination performance and hydro-time model for magneto-primed and osmotic-stressed triticale seeds. *Romanian Journal of Physics*, 66, 801.
5. Arnott, A., Galagedara, L., Thomas, R., Cheema, M., & Sobze, J.-M. (2021). The potential of rock dust nanoparticles to improve seed germination and seedling vigor of native species: A review. *Science of The Total Environment*, 775(25), 145139. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145139>
6. Kumar, B., Indu, Singhal, R.K., Chand, S., Chauhan, J., Kumar, V., Mishra, U.N., Hidangmayum, A., Singh, A., & Bose, B. (2022). Chapter 15 - Nanopriming in sustainable agriculture: recent advances, emerging challenges and future prospective. *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering. Sustainable Agriculture: Revisiting Green Chemicals*, 339-365. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85581-5.00011-2>
7. Ne', G., Xiang, Y., & Soppe, W.J.J. (2017). The release of dormancy, a wake-up call for seeds to germinate. *Current Opinion in Plant Biology*, 35, 8–14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pbi.2016.09.002>.