

# ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОСТІЙНОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ ТА НАНОЧАСТИНОК МАГНЕТИТУ НА ПРОРОЩУВАННЯ НАСІННЯ ТА РІСТ РОСЛИНИ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ *TRITICUM DURUM*

Гудзовський А.О., Дем'яненко І.В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, lalarusada@gmail.com

**Вступ.** Унаслідок розвитку сільського господарства людство досягнуло значного поліпшення рівня життя. Проте, однією з найгостріших проблем, яка особливо актуалізувалася на початку ХХІ століття, є продовольча безпека.

З метою модернізації підходів до ведення сільського господарства постає необхідність удосконалення усталених методів удобрення та використання принципово нових добрив. Наприклад, показано, що додавання в ґрунт наночастинок магнетиту сприяє підвищенню вмісту хлорофілу та ефірних олій [1], загального вмісту вуглеводів [2], швидкості росту та дозріванню насіння [3], а також зростанню маси сухої речовини, висоти рослини та навіть кількості листя [4]. Доведено, що додавання наночастинок сповільнює гальмування росту та активує захисні механізми рослин, що були схильні до впливу важких металів [5].

Також одним з економічно вигідних методів є використання магнітного поля, яке сприяє підвищенню врожайності [6], зміні біохімічних показників, зменшенню захворюваності рослин [7].

Завдяки використанню таких методів передпосівної обробки насіння можливо сприяти вирішенню проблеми голоду в країнах, що розвиваються. Адже застосування магнітного поля чи наночастинок не вимагає багатомільйонних вкладень і при цьому може мати позитивний вплив на врожаї.

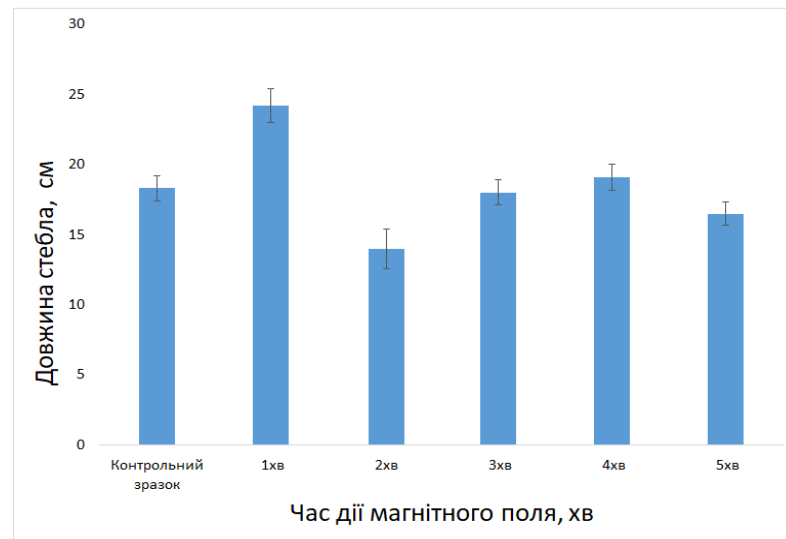
Метою даного дослідження є визначення оптимального часу впливу постійного магнітного поля індукцією 30 мТл та концентрації розчину наночастинок магнетиту на пророщування насіння та ріст рослини пшениці твердої *Triticum durum*.

**Матеріали та методи.** В роботі провели дослідження впливу обох факторів окремо. Для постановки експерименту з магнітним полем обрали такі часові параметри: оброблення насіння протягом 1 хв, 2, хв 3 хв, 4 хв, 5 хв. Вибір часу пов'язаний з можливістю використовувати даний метод під час промислової підготовки посівного матеріалу. Процес пророщування проводили протягом 9 діб, а дослідження морфологічних показників висаджених рослин – протягом 8 тижнів.

Дослідження впливу пророщення насіння рослин у воді з магнітними наночастинами проводили з концентрацією наномагнетиту 0,05 мг/мл, 0,075 мг/мл, 0,1 мг/мл, 1 мг/мл. Вибір саме таких концентрацій пов'язаний з попередніми дослідженнями, що продемонстрували залежність впливу внесення частинок від їх концентрацій [8].

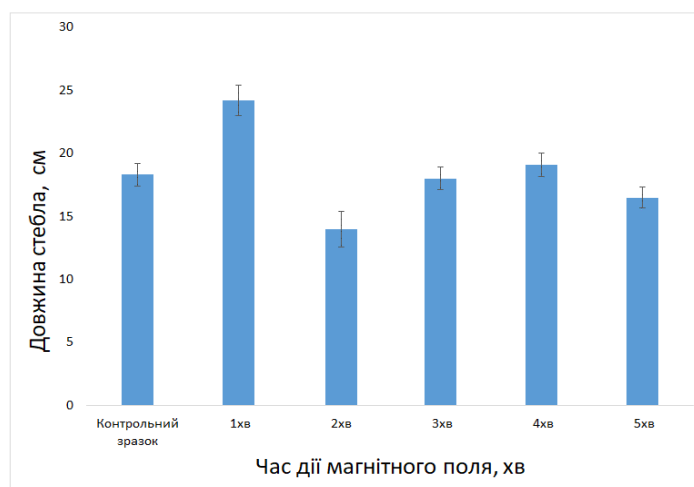
**Результати та обговорення.** За результатами сходження група насінин, які піддавали впливу магнітного поля індукцією 30 мТл протягом 1 хвилини, мали більшу виживаність (на 35 %) порівняно з контролем. У цьому разі насіння, що оброблювали розчином наночастинок, не відрізнялося від контрольної групи.

За результатами подальшого вирощування у групи рослин, яку на етапі пророщування насіння піддали впливу постійного магнітного поля індукцією 30 мТл протягом 1 хв, спостерігали суттєве збільшення розміру пророслого стебла (на 32 %) порівняно з контролем (рис. 1).



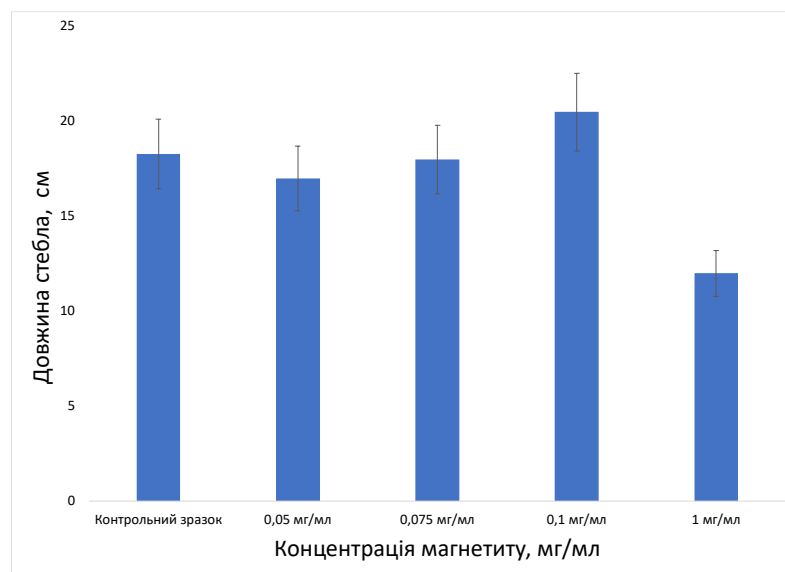
**Рис. 1.** Вплив часу обробки насіння магнітним полем індукцією 30 мТл на довжину стебла пророслої рослини пшениці *Triticum durum*

Результати замірів кореневої системи всіх досліджуваних груп представлено на діаграмі (рис. 2). Аналізуючи розмір кореня вирощених рослин, у групі рослин, насіння якої піддавали впливу магнітного поля індукцією 30 мТл протягом 1 хв на етапі проростання насіння, спостерігали подовження кореня на 35% відносно контролю. Близькі до цього результати спостерігали і груп рослин, насіння яких на підготовчому етапі опромінювали магнітним полем протягом 3 та 4 хв. В цілому це може свідчити про певний вплив на кореневу систему рослин, але з отриманих даних не можна зробити висновок, чи є цей вплив позитивним, чи негативним.



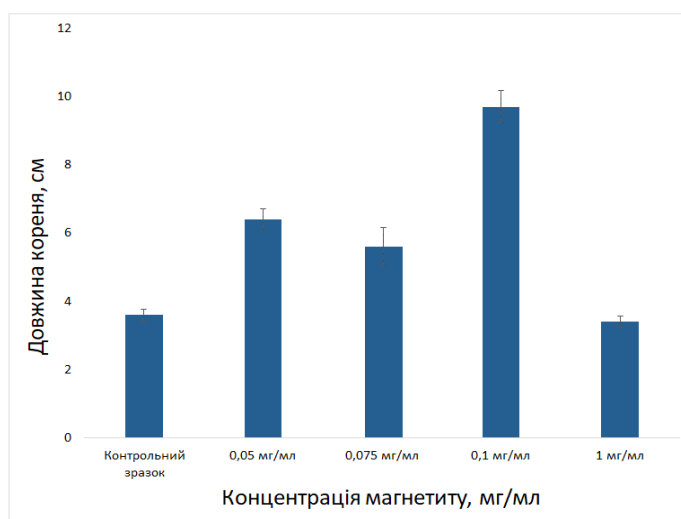
**Рис. 2.** Вплив часу обробки магнітним полем індукцією 30 мТл на довжину кореня пророщеного насіння

Порівнюючи результати (рис. 3) замірів довжин стебел рослин пшениці досліджуваних груп, насіння яких витримували в розчинах наномагнетиту різної концентрації (до 1 мг/мл), можна зробити висновок про те, що низькі концентрації наночастинок сприяють росту стебел (у межах похибки). На противагу цьому, більша концентрація гальмує ріст стебла, що може вважатись позитивним впливом саме для пшениці. Це може бути пов'язано із біологічною дією катіонів заліза на рослину, яке входить до складу наномагнетиту. Сам механізм ще є предметом дискусії різних дослідників. Для оцінки остаточного значення цього ефекту для пшениці необхідно провести польові випробування та визначити врожайність.



**Рис. 3. Вплив концентрації магнетиту на довжину стебла пророщеного насіння**

Також спостерігали значне збільшення довжини кореня (на 169 %) порівняно з контролем (рис. 4). Зразки, що обробляли розчином наномагнетиту концентрацією 1 мг/мл, навпаки, мали дещо нижчі показники відносно контролю, що підтверджує негативний вплив на рослини високих концентрацій розчину.



**Рис. 4. Вплив концентрацій наномагнетиту, якими обробляли насіння до посіву, на довжину кореня пророщеного насіння**

**Висновки.** В результаті проведеного дослідження було встановлено, що найзначиміший час впливу постійного магнітного поля індукцією 30 мТл на насіння пшениці *Triticum durum* є 1 хвилина. За цих параметрів спостерігали збільшення (на 32%) розміру пророслого стебла порівняно з контролем.

Серед груп рослин, насіння яких пророщували у розчині наночастинок магнетиту, найбільший вплив на морфологічні показники спостерігали за концентрації наномагнетиту 0,1 мг/мл. У рослин групи розмір пророслого стебла збільшився, в середньому, на 12 %, а довжина кореня – на 169 %.

Проведені дослідження показали, що більш виражений вплив на рослини має додавання наномагнетиту, аніж магнітне поле. Цей вплив залежить від концентрації розчину наномагнетиту, яким оброблюють насіння на етапі допосівної підготовки. Отримані дані щодо впливу магнітного поля на рослини є досить суперечливими і інколи коливаються в межах похибки, тому потребують подальших досліджень та польових випробувань.

### **Список використаної літератури:**

1. Ursache-Oprisan M., Focanici E., Creanga D., Caltun O. Sunflower chlorophyll levels after magnetic nanoparticle supply. *African J Biotechnol.* 2011. 10:7092–7098. <https://doi.org/10.5897/ajb11.477>
2. Rui M., Ma C., Hao Y., Guo J., Rui Y., Tang X., Zhao Q., Fan X., Zhang Z., Hou T., Zhu S. Iron oxide nanoparticles as a potential iron fertilizer for peanut (*Arachis hypogaea*). *Front Plant Sci.* 2016. 7:815. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00815>
3. Shankamma K., Yallappa S., Shivanna M., Manjanna J. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> magnetic nanoparticles to enhance *S. lycopersicum* (tomato) plant growth and their biomineralization. *Appl Nanosci* 2016. 6:983–990. <https://doi.org/10.1007/s13204-015-0510-y>
4. Konate A., Wang Y., He X., et al. Comparative effects of nano and bulk-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> on the growth of cucumber (*Cucumis sativus*). *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 2018. doi:10.1016/j.ecoenv.2018.09.053
5. Tamez C., Hernandez R., Parsons J. Removal of Cu (II) and Pb (II) from aqueous solution using engineered iron oxide nanoparticles. *Microchem J.* 2016. 125:97–104. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2015.10.028>
6. Савченко В., Синявський А. Водопоглинання насіння зернових культур при передпосівній обробці в магнітному полі. *Інновації в сільському господарстві.* 2017. 89 – 93с.
7. Савченко В., Синявський А. Вплив магнітного поля на дифузю молекул кисню через клітинну мембрану. *Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК.* 2014. 31 – 32с.
8. Al-Amri N., Tombuloglu H., Slimani Y., et al. Size effect of iron (III) oxide nanomaterials on the growth, and their uptake and translocation in common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 2020. doi:10.1016/j.ecoenv.2020.110377