

**Л. М. Гончар, В. П. Каленський**, кандидати сільськогосподарських наук

**О. А. Чубенко**

*Національний університет біоресурсів і природокористування  
України*

## **ВПЛИВ НАНОРОЗМІРНИХ БІОГЕННИХ МЕТАЛІВ НА ВМІСТ ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПІГМЕНТІВ У ЛИСТКАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (*Triticum aestivum* L.)**

*Наведені результати наукових досліджень з вивчення впливу нанорозмірних біогенних металів на фотосинтетичну діяльність рослин пшениці озимої. Виявлено збільшення в листках рослин вмісту хлорофілів  $\alpha$ ,  $b$  та їх суми, відносного вмісту хлорофілу  $\alpha$ , а також каротиноїдів. Кількість цих пігментів залежить від сортових особливостей рослин і варіанта обробки.*

**Ключові слова:** пшениця озима, нанорозмірні біогенні метали, фотосинтетичні пігменти, хлорофіл.

Високий урожай зерна є результатом фотосинтетичної діяльності рослин, коли з простих речовин утворюються багаті енергією складні і різноманітні за хімічним складом органічні сполуки. З фотосинтезом пов'язані найважливіші процеси життєдіяльності рослин і в першу чергу – мінеральне живлення. Як відомо, інтенсивність фотосинтезу та накопичення органічної речовини визначаються площею листової поверхні і тривалістю активної діяльності листків, що в свою чергу залежать від біометричних параметрів рослин і режиму їхнього живлення. Величина асиміляційного апарату рослин і тривалість його роботи – вирішальні фактори продуктивності фотосинтезу, а отже, величини врожаю [6].

Сучасний стан досліджень проблеми фотосинтезу дає підстави вважати, що фотосинтетична діяльність сільськогосподарських культур є основою їхньої продуктивності й значною мірою залежить від вмісту пігментів у рослинах. Особливе значення мають зелені пігменти, хлорофіл  $\alpha$  і  $b$  – чутливі індикатори фізіологічного стану рослин [1, 4, 5]. Кількість і функціональна активність цих пігментів є показником потенційної здатності рослин формувати біологічний урожай [2].

Поряд із хлорофілом постійним компонентом фотосинтетичних систем є каротиноїди – поліфункціональні пігменти, які виконують роль допоміжних світлопоглинаючих пігментів у процесі фотосинтезу, захищають хлорофіл від руйнування під час окислювального стресу, зумовленого не-

сприятливими чинниками довкілля [1, 8]. Механізми дії цих пігментів залежать від умов вирощування культури. Зростання вмісту каротиноїдів у листках розглядають як один із проявів адаптивної реакції у рослин [2, 5].

На вміст фотосинтетичних пігментів та інтенсивність фотосинтезу в пшениці істотно впливають елементи мінерального живлення. Їхній дефіцит призводить до зниження кількості пігментів у хлоропластах листових пластинок рослин [7].

**Матеріали і методи досліджень.** Метою наших досліджень було визначення вмісту фотосинтетичних пігментів у листках пшениці озимої після застосування нанорозмірних біогенних металів різних композицій.

Дослідження виконувалися протягом 2010 – 2012 рр. у стаціонарному досліді (с. Пшеничне Васильківського району Київської області) та в аналітичній біохімічній НДЛ «Фізіологічних основ продуктивності рослин» ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Пшениця озима розміщувалась у полях 10-пільної сівозміни. Попередник – горох. Площа облікової ділянки – 24 м<sup>2</sup>, повторність досліді чотириразова.

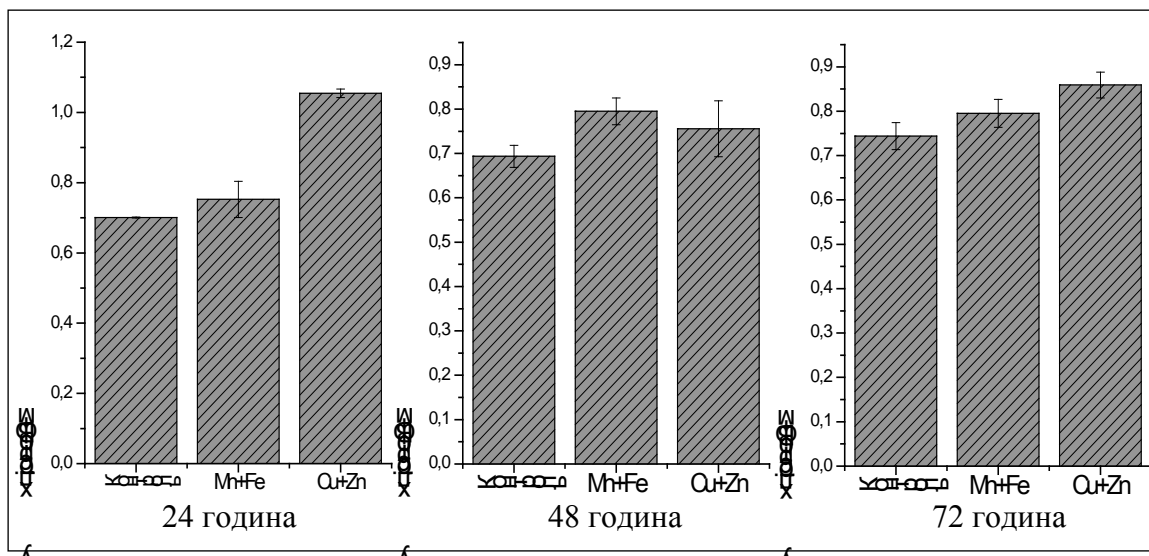
Об'єктом дослідження обрано сорт пшениці озимої – Бриліант. Вегетаційна обробка посівів проводилася відповідно: контроль – посіви оброблені водою; оброблені колоїдним розчином нанорозмірних частинок металів Cu + Zn та Mn + Fe. Фон мінерального живлення N<sub>30</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30(II)</sub> + N<sub>30(IV)</sub> + N<sub>30(VII)</sub>.

Визначали у проростках пшениці (7-добові), які були попередньо оброблені бінарними композиціями наночасток металів Cu + Zn та Mn + Fe, індукували пероксидом водню (1\*10<sup>-4</sup> М) на 24, 48 і 72 години.

**Результати досліджень.** Однією з важливих фізіологічних реакцій рослин на дію стресових чинників є зміни в їхньому пігментному комплексі (вмісті пігментів та їх співвідношенні) [8].

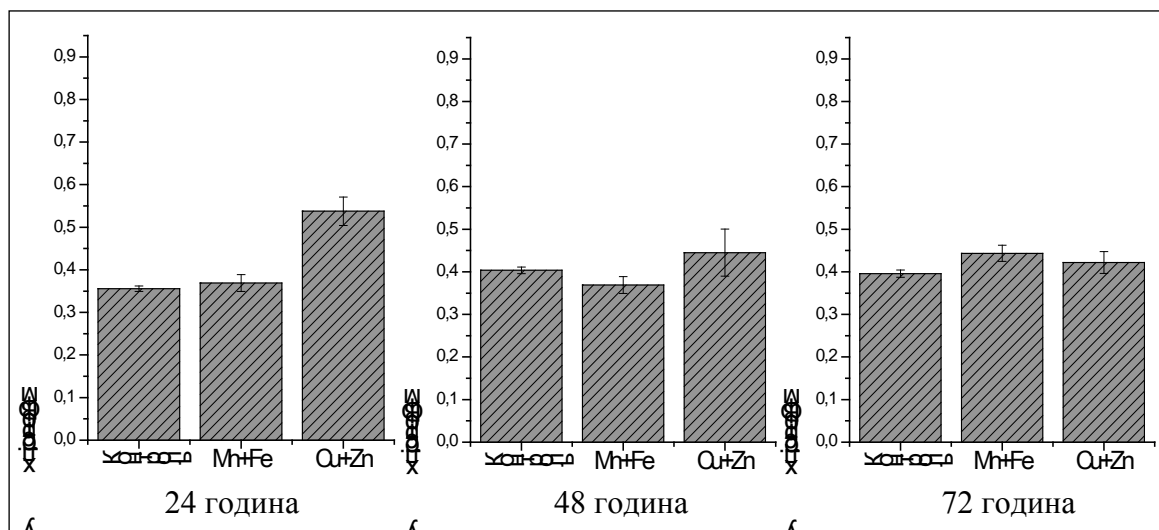
Згідно з результатами наших досліджень, застосування біологічно активних речовин для передпосівної обробки насіння викликає певні зміни у пігментному складі рослин озимої пшениці. В окремих варіантах дослідів збільшувався вміст хлорофілів а і b, а також сума цих пігментів, що засвідчує створення сприятливіших умов життєдіяльності рослин.

Нами було встановлено, що за дії композиції двох наночасток металів Cu і Zn та Mn і Fe відбувається накопичення фотосинтезуючих пігментів у тканинах проростків пшениці озимої. Обробка комплексом наночасток Cu + Zn сприяє збільшенню вмісту хлорофілу а у фотосинтезуючих тканинах на 24 години (50%) і на 72 години (15%) експозиції. На 48 години вміст хлорофілу а був на рівні контрольних варіантів. Вміст хлорофілу а у фотосинтезуючих тканинах за дії композиції Mn + Fe на 24, 48 і 72 години збільшився на 7, 14 і 6,8% відповідно (рис. 1).

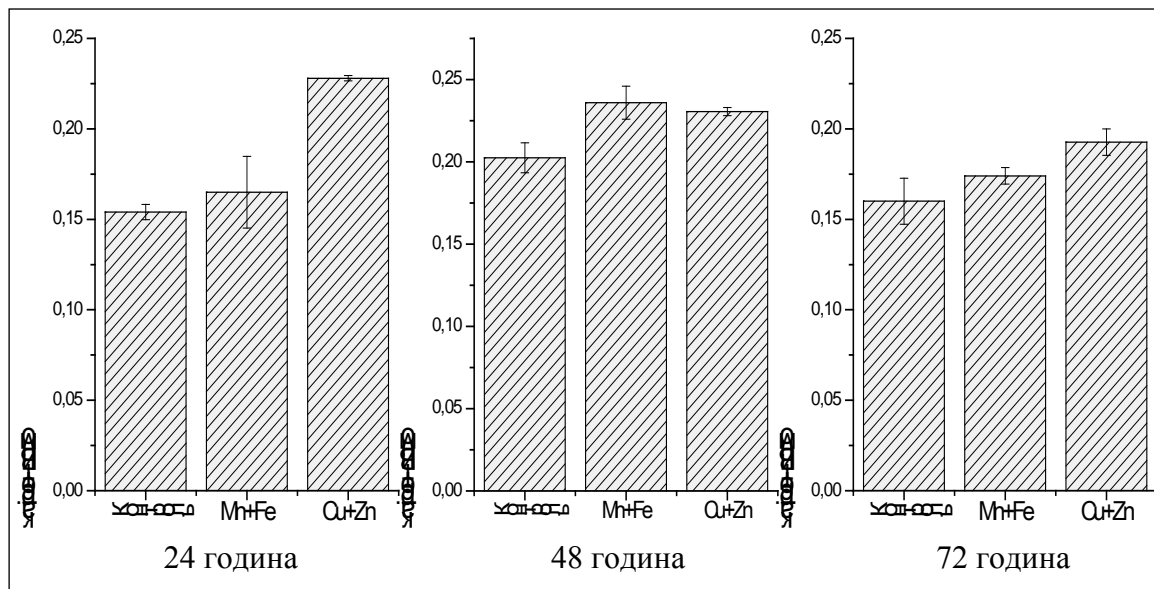


**Рис. 1. Вміст хлорофілу *a* у фотосинтезуючих тканинах за обробки композицією наночастинок Cu + Zn та Mn + Fe**

Вміст хлорофілу *b* у рослинах у варіанті з обробкою наночастинок Cu + Zn не відрізнявся від контролю на 48 і 72 години, тоді як на першу добу збільшувався на 50%. Обробка наночастиками Mn + Fe не стимулювала накопичення хлорофілу *b*. Його вміст у фотосинтезуючих тканинах на 24, 48 і 72 години був на рівні контрольних значень (рис. 2). Сума хлорофілів *a* і *b* у фотосинтезуючих тканинах проростків пшениці за обробки Cu + Zn склав 1,36 мг/г сухої речовини до 1,1 мг/г сухої речовини контролю.



**Рис. 2. Вміст хлорофілу *b* у фотосинтезуючих тканинах за обробки композицією наночастинок Cu + Zn та Mn + Fe**



**Рис. 3. Вміст каротиноїдів у фотосинтезуючих тканинах за обробки композицією наночастинок Cu + Zn та Mn + Fe**

Збільшення вмісту каротиноїдів у листках у присутності наночастинок Cu + Zn відбувалось на 24 (48%) і 48 години (14%) (рис. 3). За обробки рослин Mn + Fe вміст каротиноїдів не змінювався, окрім 48 години експозиції (збільшувався на 16%).

Нами встановлено оптимальне співвідношення загального вмісту хлорофілів до вмісту каротиноїдів (5,71 – 6,29) у проростках пшениці, оброблених наночастиками Cu + Zn. Такий вміст фотосинтетичних пігментів є типовим для здорових, добре функціонуючих зелених листків рослин.

**Висновки.** Отже, нами було встановлено, що за дії наночастинок металів відбувається накопичення фотосинтетичних пігментів у тканинах проростків. Збільшення вмісту хлорофілів на ранніх етапах розвитку рослини сприяє надалі накопиченню пластичних речовин. За дії наночастинок металів також збільшується вміст каротиноїдів, що є однією з ланок підвищення адаптаційного потенціалу.

Таким чином, за інтегральними показниками фізіологічного стану рослин, такими як ростові процеси та вміст фотосинтетичних пігментів, можна рекомендувати, як ефективний спосіб позакореневої обробки наночастиками металів.

### **Бібліографічний список**

1. *Аристархов А. Н.* Действие микроудобрений на урожайность, сбор белка, качество продукции зерновых и зернобобовых культур / А. Н. Аристархов, В. П. Толстоусов, А. Ф. Харитонова и др. // *Агрехимия.* – 2010. – № 9. – С. 36 – 49.

2. Давидова О. Є. Фізіолого-біологічні та стрес протекторні функції селену в рослинах / О. Є. Давидова, В. А. Вещицький, П. П. Яворівський // Физиология и биохимия культ. растений. – 2009. – 41. № 2. – С. 109 – 123.

3. Каплуненко В. Г. Нанотехнологии в сельском хозяйстве / Каплуненко В. Г., Косинов Н. В., Бовсуновский А. Н., Черный С. А. // Зерно, № 4. (25). – 2008. – С. 47 – 54.

4. Кірізій Д. А. Роль фотосинтетичного апарату та характер перерозподілу азоту у формуванні якості зерна пшениці / Д. А. Кірізій, В. М. Починок, П. Л. Рижикова // Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. «Екологія: наука, освіта, природоохоронна діяльність». – К.: Наук. світ, 2007. – С. 29.

5. Шадчина Т. М. Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин: фізіологічні та екологічні аспекти / Т. М. Шадчина, Б. І. Гуляєв, Д. А. Кірізій та ін. – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – 384 с.

6. Asada K. Radical production and scavenging in the chloroplasts / K. Asada // Photosynthesis and the Environment. – Netherlands: Kluwer Acad. Publ., 1996. – P. 123 – 150.

7. Sozer N. Nanotechnology and its applications in the food sector / N. Sozer, J. L. Kokini // Trends Biotechnol, № 27. – 2009. – P. 82 – 89.

8. Wellburn A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b as well as total carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution / A. R. Wellburn // J. Plant physiol. – 1994. – 144, N 3. – P. 307 – 315.

**Гончар Л. Н., Каленський В. П., Чубенко О. А.** Влияние наноразмерных биогенных металлов на содержания фотосинтетических пигментов в листьях пшеницы озимой (*triticum aestivum l.*) // Корми і кормовиробництво. – 2013. – Вип. 77. – С. 187 – 191.

Приведены результаты научных исследований по изучению влияния наноразмерных биогенных металлов на фотосинтетическую деятельность. Выявлено увеличение в листьях растений содержание хлорофиллов  $\alpha$ ,  $\beta$  и их суммы, относительного содержания хлорофилла  $\alpha$ , а также каротиноидов. Количество этих пигментов зависит от сортовых особенностей растений и варианта отделки.

**Gonchar L. M., Kalencky V. P., Chubenko O. A.** Impact of nanoscale biogenic metals on the content of photosynthetic pigments in the leaves of winter wheat (*triticum aestivum l.*) // Feeds and Feed Production. – 2013. – Issue 77. – P. 187 – 191.

The results of scientific researches on the effects of nanoscale biogenic metals on the photosynthetic activity are presented. The increase in the plant leaves of Chlorophyll  $\alpha$ ,  $\beta$  and their amount, relative content of chlorophyll  $\alpha$ , and carotenoids is revealed. The number of these pigments depends on the varietal characteristics of plants and processing options.