

**О. І. Заболотний**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри біології,
Уманський національний університет садівництва (м. Умань, Україна)
E-mail: aleks.zabolotnyi@gmail.com

ФОТОСИНТЕТИЧНА ТА ЗЕРНОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

У статті наведено результати досліджень з вивчення передпосівної бактеризації насіння тритикале озимого біологічними препаратами мікробного походження на формування рівня чистої продуктивності фотосинтезу і продуктивності культури. Встановлено, що використання Поліміксобактерину, Фосфоентерину та Біокомплексу БТУ зумовлювало позитивний вплив на підвищення досліджуваних показників.

Встановлено, що рівень чистої продуктивності фотосинтезу та врожайність культури залежали як від виду мікробного препарату, що використовувався з метою передпосівної бактеризації насіння, так і від погодних умов у роки досліджень. Зокрема, фотосинтетична і зернова продуктивність у 2023 р. поступалися отриманим результатам у 2022 р., що було зумовлено перевищеною кількістю опадів у квітні 2023 р., за якої простежувався активний розвиток листових хвороб. Це негативно відобразилося на формуванні чистої продуктивності фотосинтезу та продуктивності культури. Встановлено, що в контрольному варіанті у 2022 р. значення чистої продуктивності фотосинтезу складало 2,36, тоді як у 2023 р. – 2,19 г/м² за добу. Стосовно продуктивності культури, то у 2022 р. у контрольному варіанті досліджуваної урожайність становила 4,52 т/га на протилежну 3,95 т/га – у 2023 р.

У середньому за роки досліджень за обробки насіння тритикале озимого перед сівбою мікробними препаратами Поліміксобактерин, Фосфоентерин та Біокомплекс БТУ спостерігалось підвищення величини показника чистої продуктивності фотосинтезу порівняно з контролем на 5, 10 і 13%, а приріст врожайності становив – 9, 13 та 16% відповідно до виду мікробного препарату.

Формування більших показників чистої продуктивності фотосинтезу та продуктивності посівів за обробки насіння мікробними препаратами обумовлювалось безпосереднім впливом на рослини мікроорганізмів (складових препаратів), які підвищували доступність елементів живлення для рослин культури та стимулювали проходження основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, продукуюваними біологічно активними речовинами.

Відповідно до аналізу отриманих результатів досліджень, найбільш ефективним виявилось використання в посівах тритикале озимого мікробіологічного препарату Біокомплекс БТУ, за якого підвищення показника чистої продуктивності фотосинтезу у середньому за роки досліджень складало 13% за зростання врожайності посівів на 16%.

Ключові слова: чиста продуктивність фотосинтезу, врожайність, біологічні препарати, тритикале озиме.

O. I. Zabolotnyi

Phd of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Biology,
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)
E-mail: aleks.zabolotnyi@gmail.com

PHOTOSYNTHETIC AND GRAIN PRODUCTIVITY OF THE WINTER TRITICALE CROPS UNDER THE APPLICATIONS OF BIOLOGICAL PREPARATIONS

The article presents the results of the study of the pre-sowing bacteriization the seeds of winter triticales by biological preparations of microbial origin on the formation the level of net productivity of photosynthesis and productivity of crop. It was established that the use of Polymyxobacterin, Phosphoenterin and Biocomplex BTU had a positive effect on increasing the studied indicators.

It was found that the level of net productivity of photosynthesis and crop yield depended on the type of microbial preparation used for the purpose of pre-sowing bacteriization of seeds, and on weather conditions during the years of research. In particular, the photosynthetic and grain productivity in 2023 was inferior to the results obtained in 2022, which was due to

the excessive amount of precipitation in April 2023, during which the active development of foliar diseases was observed. This had a negative impact on the formation of net productivity of photosynthesis and crop productivity. It was established that in the control variant in 2022 the value of the net productivity of photosynthesis was 2,36, while in 2023 it was 2,19 g/m² per day. Regarding crop productivity, in 2022, in the control version of the experiment, the yield was 4,52 t/ha, as opposed to 3,95 t/ha in 2023. However, despite the differences in weather conditions, the dependence of the formation of the studied indicators on the type of microbial preparations remained the same in both years of research.

On average, during the years of research on the treatment of winter triticale seeds before sowing with microbial preparations Polymyxobacterin, Phosphoenterin and Biocomplex BTU, an increase in the value of the net productivity of photosynthesis indicator compared to the control was observed by 5, 10 and 13%, and the yield increase was 9, 13 and 16%, respectively, according to the kind microbial preparation.

The formation of higher rates of net productivity of photosynthesis and crop productivity after seed treatment by microbiological preparations was determined by the direct effect on plants of microorganisms (a component of preparations), which increased the availability of nutrients for culture plants and stimulated the passage of basic physiological and biochemical processes in plants produced by biologically active substances.

According to the analysis of the obtained results of research, the most effective was the use in the sowing of winter triticale the microbiological preparation Biocomplex BTU, which the increase the net productivity of photosynthesis on average over the years of research was 13% under the increasing of crop yields by 16%.

Key words: net productivity of photosynthesis, yield, biological preparations, winter triticale.

Постановка проблеми. З метою отримання екологічно-безпечної продукції рослинництва все більшої популярності набувають технології вирощування зернових культур з використанням біологічних препаратів різного господарського призначення. Наукове обґрунтування біологізованих технологій сприяє підвищенню конкурентоздатності аграрної продукції як на вітчизняному, так і на зарубіжному ринках [1, 2].

Науковці, в коло інтересів яких входить вивчення мікробних препаратів у посівах сільськогосподарських культур [1, 3, 4], констатують, що нині в технологіях вирощування існує низка нез'ясованих питань, що потребують їх вдосконалення та адаптації до конкретних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нинішній етап сільськогосподарського виробництва, за свідченням вчених-мікробіологів та практиків [5–8], характеризується активним вдосконаленням екологічних передумов вирощування польових культур з метою отримання високих екологічно безпечних врожаїв.

Як відомо, головним процесом продукування органічної речовини та основою життя і розвитку рослинного організму є процес фотосинтезу, а найважливішим показником фотосинтетичної активності посівів є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) [9, 10].

Літературні дані містять досить значну кількість повідомлень щодо позитивного впливу застосування біологічних препаратів мікробного походження на ріст показників ЧПФ і, як наслідок, на підвищення зернової продуктивності польових культур [11–14]. Так, зокрема, дослідженнями із застосуванням мікробних препаратів (МБП) у посівах гречки встановлено, що передпосівна бактеризація насіння Діазобактерином (150; 175; 200 мл/гектарну норму насіння) забезпечила приріст показника ЧПФ на 6–7% порівняно з контролем. Проте більш ефективним виявилось застосування МБП Діазобактерин у комплексі з регулятором росту рослин (РРР) Радостим, що сприяло зростанню показника ЧПФ до 7,02; 7,06 і 7,09 г/м² за добу відповідно до норм МБП [11].

В. В. Калитка та М. В. Капінос [12] встановили, що за передпосівної обробки насіння гороху

МБП Ризобофіт відбувається зростання продуктивності фотосинтезу на 12,7% проти контрольного варіанту, а за дії МБП Гумаксид – на 23,5%.

Л. О. Чайковська із співавторами зазначають [13], що МБП Агробактерин, Поліміксобактерин та Біокомплекс-БТУ у посівах пшениці та ячменю сприяють підвищенню рівня продуктивності посівів від 3,3 до 13,1%.

Згідно інших даних [14], введення мікробних препаратів до технологій вирощування зернових колосових культур посприяє зростанню продуктивності посівів ячменю ярого на 0,14–0,46 т/га, пшениці озимої – на 0,27–0,36 т/га.

Мета статті. Застосування мікробних препаратів з метою передпосівної бактеризації насіння є вагомим чинником підвищення фотосинтетичної та зернової продуктивності польових культур, проте у науковій літературі майже відсутні результати подібних досліджень стосовно даних показників у посівах тритикале озимого, що це й обумовило вибір об'єкту, предмету та завдання досліджень.

Методика дослідження. Дослідження з вивчення формування фотосинтетичної та зернової продуктивності посівів тритикале озимого сорту Ярослава (оригіатор – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України, зареєстрований у 2019 р.) виконували в польових і лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету садівництва у 2022–2023 роках. Насіння тритикале озимого за добу до сівби обробляли бактеріальними суспензіями біологічних препаратів мікробного походження: Біокомплекс БТУ 2,0 л/т (*Bacillus subtilis* № 393 – 40±10%, *Azotobacter* ІМВ В-7090 – 30±10%, *Paenibacillus polymyxa* ІМВ В-7027 – 10±5%, *Enterococcus* № 392 – 10±5%, *Lactobacillus* ІМВ В-7085 – 10±5), Фосфоентерин 0,5 л/т (*Enterobacter nimipressuralis*, титр життєздатних клітин – не менше 6–7×10⁹ КУО/мл препарату) та Поліміксобактерин 0,6 л/т (*Bacillus polymyxa* КВ, титр життєздатних клітин – не менше 5×10⁹ клітин/г сухого препарату).

Дослід закладали систематичним методом з послідовним розміщенням варіантів у чотириразовій повторності.

Ґрунт досліджу – чорнозем опідзолений мало-гумусний важкосуглинковий на лесі з вмістом в орному шарі гумусу 3,5%, рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирикова) – 88 і 132 мг/кг відповідно, азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 103 мг/кг, рНсол – 6,2, гідролітична кислотність – 2,26 смоль/кг ґрунту [15].

Величину показника ЧПФ та врожайність тритикале озимого визначали у відповідності до загальноприйнятих методик [16].

Статистичну обробку отриманих результатів виконували в програмі Microsoft Office Excel.

Основні результати дослідження. Встановлено, що передпосівна обробка насіння тритикале озимого досліджуваними МБП мала позитивний вплив на формування величини показників ЧПФ, що відображалось у їх збільшенні. Значення ЧПФ залежало, як від виду мікробних препаратів, так і від погодних умов, що склалися у період досліджень: квітень 2023 року був перенасичений опадами, що сприяло активному розвитку листової патогенної мікробіоти у посівах тритикале і мало негативний вплив на формування показника ЧПФ. Так, у контрольному варіанті досліджу у 2022 р. значення ЧПФ складало 2,36 г/м² за добу, тоді як у 2023 р. – 2,19 г/м² за добу (табл. 1).

Загалом, за визначення величини ЧПФ у проміжку фаза кушіння – фаза поява прапорцевого листка встановлено, що у варіанті досліджу із обробкою насіння Поліміксобактерином простежувалося зростання показника ЧПФ проти контролю на 0,13 г/м² за добу, тоді як у варіанті із застосуванням Фосфоентерину – на 0,23 г/м² за добу. Найбільш ефективну дію серед усіх варіантів досліджу відмічено за обробки насіння МБП Біокомплекс БТУ, де показник ЧПФ зріс порівняно з контролем на 0,30 г/м² за добу. Отримані результати досліджень є достовірними за НІР₀₅ 0,11 г/м² за добу.

За дослідження чистої продуктивності фотосинтезу у вказаний проміжок у 2023 р. було відмічено подібні результати, що й у 2022 р., проте абсолютні значення були дещо нижчими. Найвищий показник ЧПФ, як і у 2022 р. спостерігався у разі передпосівної обробки насіння МБП Біокомплекс БТУ, що перевищувало показник контролю на 0,29 г/м² за добу, що є достовірним за НІР₀₅ 0,08 г/м² за добу.

У середньому за роки досліджень за обробки насіння тритикале озимого перед сівбою мікробними препаратами Поліміксобактерин, Фосфоентерин та Біокомплекс БТУ спостерігалось підвищення величини показника ЧПФ порівняно з контролем на 5, 10 та 13% відповідно.

Аналіз отриманих результатів досліджень стосовно рівня врожайності показав, що зернова продуктивність тритикале озимого за передпосівної обробки насіння МБП зростала, проте приріст врожаю відбувався прямопропорційно збільшенню показника ЧПФ. Так, у 2022 р. у варіанті бактеризації насіння МБП Поліміксобактерин урожайність зерна культури порівняно з контролем зроста на 0,44 т/га, що за НІР₀₅ 0,13 т/га є достовірним (табл. 2).

Більш ефективним щодо приросту врожайності була обробка насіння перед посівом Фосфоентерином та Біокомплексом БТУ, що сприяло отриманню приросту зерна порівняно з контролем на 0,56 і 0,70 т/га відповідно за НІР₀₅ 0,13 т/га.

Аналіз одержаних даних щодо продуктивності культури у 2023 р. показав деяке її зниження у порівнянні з 2022 р, однак тенденція була подібною до 2022 р. Так, за обробки насіння мікробними препаратами Поліміксобактерин, Фосфоентерин та Біокомплекс БТУ простежувалося збільшення рівня врожайності культури до контролю на 0,35; 0,51 та 0,67 т/га відповідно за НІР₀₅ 0,13 т/га. У середньому за роки досліджень у вказаних варіантах досліджу відмічено

Таблиця 1

Показник ЧПФ посівів тритикале озимого за дії мікробних препаратів (г/м² за добу, фаза кушіння – поява прапорцевого листка)

Варіант досліджу	2022 р.	2023 р.	Середнє	До контролю, %
Без застосування МБП (контроль)	2,36	2,19	2,28	100
Поліміксобактерин	2,49	2,31	2,40	105
Фосфоентерин	2,59	2,42	2,51	110
Біокомплекс БТУ	2,66	2,48	2,57	113
НІР ₀₅	0,11	0,08		

Таблиця 2

Урожайність посівів тритикале озимого за використання мікробних препаратів, т/га

Варіант досліджу	2022 р.	2023 р.	Середнє	До контролю, %
Без застосування МБП (контроль)	4,52	3,95	4,24	100
Поліміксобактерин	4,96	4,30	4,63	109
Фосфоентерин	5,08	4,46	4,77	113
Біокомплекс БТУ	5,22	4,62	4,92	116
НІР ₀₅	0,13	0,11		

приріст врожайності проти контрольного варіанту досліду на 9, 13 та 16% відповідно. Очевидно, формування більших показників ЧПФ і продуктивності посівів за обробки насіння МБП зумовлено безпосереднім впливом мікроорганізмів – складових препаратів на доступність елементів живлення для рослин культури та стимуляцією проходження основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах культури, продуктованими мікроорганізмами біологічно активними речовинами.

Висновки. Таким чином, використання передпосівної бактеризації насіння тритикале озимого мікробними препаратами Поліміксобактерин, Фосфоентерин і Біокомплекс БТУ зумовлює позитивний вплив на формування чистої продуктивності фотосинтезу і, як наслідок, підвищення врожайності культури. Найбільш ефективним є використання в бактеризації МБП Біокомплекс БТУ, який у середньому за роки досліджень забезпечив зростання показника ЧПФ на 13% і врожайності – 16%.

Література

1. Власюк О. С. Ефективність мікробних препаратів за вирощування пшениці ярої залежно від фону удобрення. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2020. Вип. 31. С. 51–56.

2. Халеп Ю. М., Волкогон В. В., Москаленко А. М. Прогнозування удобрювального потенціалу в моделях органічного виробництва. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 8. С. 45–49.

3. Ярошенко С. С. Вплив мінеральних добрив і біопрепаратів на формування зернової продуктивності пшениці озимої в Північному Степу України. *Зернові культури*. 2018. Т. 2, № 1. С. 245–251.

4. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевська Т. М. та ін. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: монографія; за ред. В. В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2006. 312 с.

5. Патица В. П., Мельничук Т. М. Мікробні біотехнології ризосфери овочевих культур. *Імунологія та алергологія: наука і практика*. Київ. 2014. № 1. С. 20–21.

6. Шерстобоева О. В. Вплив інтродукції агрономічно корисних штамів мікроорганізмів на мікробне угруповання ризосфери рослин. *Мікробіологічний журнал*. Київ. 2003. Т. 65. № 6. С. 43–48.

7. Іутинська Г. О. Шляхи регулювання функцій мікробних угруповань ґрунту в аспекті біологізації землеробства і стійкого розвитку агро-екосистем. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2006. Вип. 3. С. 7–18.

8. Карпенко В. П., Івасюк Ю. І., Притуляк Р. М. та ін. Основи біологізації в технологіях вирощування сої: монографія (рекомендації виробництву). Умань: Видавець «Сочінський М. М.». 2017. 146 с.

9. Калитка В. В., Карпенко К. М. Вплив регулятора росту АКМ на пігментний комплекс та фотосинтетичну продуктивність рослин помідора. *Науковий вісник НУБіП*. 2013. 183(1). С. 72–77.

10. Шовкова О. В. Вплив елементів технології вирощування на фотосинтетичну та насінневу продуктивність посівів сої. *Вісник Житомирського*

національного агроекологічного університету. 2015. № 2(1). С. 465–471.

11. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Даценко А. А. Продуктивність посівів гречки за дії біологічних препаратів. *Збірник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 1. 17–20.

12. Калитка В. В., Капінос М. В. Вплив регуляторів росту і активних штамів ризобій на пігментний комплекс та продуктивність гороху посівного (*Pisum sativum* L.). *Вісник ХНАУ*. 2015. Вип. 2. С. 8–18.

13. Чайковська Л. О., Баранська М. І., Овсієнко О. Л. Регулювання активності мікрофлори чорнозему південного в ризосфері озимої пшениці за впливу фосфатмобілізуючих бактерій. *Науковий вісник НУБіП*. 2009. Вип. 140. С. 110–115.

14. Григор'єва О. М., Григор'єва Т. М., Ліман П. Б., Токмакова Л. М. Вплив мікробних препаратів на продуктивність зернових культур у Північному Степу України. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2012. Вип. 15–16. С. 49–57.

15. Poltoretskyi S. P. Formation of density of seed sowing of millet (*Panicum miliaceum* L.) depending on the term and method of sowing. *Вісник Уманського НУС*. 2017. № 1. С. 59–64.

16. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава». 2003. 320 с.

References

1. Vlasjuk O. S. (2020). Efektyvnist mikrobynykh preparativ za vyroshchuvannya pshenytsi yaroi zalezno vid fonu udobrennia [The effectiveness of microbial preparations in growing spring wheat depending on the fertilization background]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia [Agricultural microbiology]*, 31, 51–56. [in Ukrainian].

2. Khalep Yu. M., Volkohon V. V., Moskalenko A. M. (2015). Prohnozuvannya udobriuvalnogo potentsialu v modeliakh orhanichnoho vyrobnytstva [Prediction of fertilizer potential in organic production models]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]*, 8, 45–49. [in Ukrainian]

3. Yaroshenko S. S. (2018). Vplyv mineralnykh dobriv i biopreparativ na formuvannya zernovoi produktyvnosti pshenytsi ozymoi v Pivnichnomu Stepu Ukrainy [The influence of mineral fertilization and biopreparations on the formation of grain productivity of winter wheat in the Northern Steppe of Ukraine]. *Zernovi kultury [Grain crops]*, 1, 245–251. [in Ukrainian]

4. Volkohon, V. V., Nadkernychna, O. V., Kovalevska, T. M. et al. (2006). Volkohon V. V., Nadkernychna O. V., Kovalevs'ka T. M. ta in. Mikrobni preparaty u zemlerobstvi. Teoriia i praktyka: monohrafiia; za red. V. V. Volkohona [Microbial preparations in agriculture. Theory and practice: monograph; under the editorship V. V. Volkogon]. Kyiv: Agrarian science, 312 p. [in Ukrainian]

5. Palyka, V.P., Melnychuk, T.M. (2014). Mikrobni biotekhnolohii ryzosfery ovochevykh kultur [Microbial biotechnology of the rhizosphere of vegetable crops]. *Imunolohiia ta alerholohiia: nauka i praktyka [Immunology and allergology: science and practice]*, 1, 20–21. [in Ukrainian]

6. Sherstoboyeva, O.V. (2003). Vplyv introdukt-sii ahronomichno korysnykh shtamiv mikroorhaniz-miv na mikrobne uhrupuvannia ryzosfery roslyn [The influence of the introduction of agronomically useful strains of microorganisms on the microbial commu-nity of the rhizosphere of plants]. *Mikrobiolohichniy zhurnal* [*Microbiological Journal*]. Kyiv, 6(65), 43–48. [in Ukrainian]

7. Iutynska, G. A. (2006). Shliakhy rehuliuvan-nia funktsii mikrobykh uhrupuvan gruntu v aspekti biolohizatsii zemlerobstva i stiikoho rozvytku ahroe-kosystem [Ways of regulation of some functions of soil microbial communities to aspect of biological agriculture and stable development ecosystems]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia* [*Agricultural micro-biology*], 3, 7–18.

8. Karpenko, V. P., Ivasyuk, Yu. I., Prytulyak, R. M. et al. (2017). Osnovy biolohizatsii v tekhnolohiiakh vyroshchuvannia soi: monohrafiia (rekomentatsii vyrobnystvu). [Basics of biologization in soybean cul-tivation technologies: monograph (recommendations for production)]. Uman: Publisher «Sochinsky M.M.», 146 p.

9. Kalytka, V. V., Karpenko, K. M. (2013). Vplyv rehuliatora rostu AKM na pihmentnyi kompleks ta fotosyntetychnu produktyvnist roslyn pomidora [The influence of AKM growth regulator on the pigment complex and photosynthetic productivity of tomato plants]. *Naukovyi visnyk NUBiP* [*Scientific journal of NULES of Ukraine*], 183(1), 72–77.

10. Shovkova, O. V. (2014). Vplyv elemen-tiv tekhnolohii vyroshchuvannia na fotosyntetychnu ta nasinnievu produktyvnist posiviv soi [Formation of soybean leaf surface area depending on the tim-ing of sowing and methods of applying microfertiliz-ers]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroe-kolohichnoho universytetu* [*Bulletin of the Zhytomyr National Agroecological University*], 2(1), 465–471. [in Ukrainian].

11. Karpenko, V. P., Prytulyak, R. M., Datsenko, A. A. (2020). Produktyvnist posiviv hrechky za dii biolohichnykh preparativ [Productivity of buck-wheat crops under the influence of biological prepa-rations]. *Zbirnyk Umanskoho natsionalnoho univer-sytetu sadivnytstva* [*Collected works of Uman national university of horticulture*], 1, 17–20. [in Ukrainian].

12. Kalytka, V. V., Kapinos, M. V. (2015). Vplyv rehuliatoriv rostu i aktyvnykh shtamiv ryzobii na pih-mentnyi kompleks ta produktyvnist horokhu posivnoho (*Pisum sativum* L.) [Influence of growth regulators and active rhizobium strains on pigmentary complex and productivity of peas (*Pisum sativum* L.)]. *Visnyk KhNAU* [*Bulletin of KHNAU*], 2, 8–18. [in Ukrainian].

13. Chaikovska, L. O., Baranska, M. I., Ovsienko, O. L. (2009). Rehuliuвання aktyvnosti mikro-flory chornozemu pivdennoho v ryzosferi ozymoi pshenytsi za vplyvu fosfatmobilizuiuchykh bakterii [Regulation of the activity of the microflora of south-ern chernozem in the rhizosphere of winter wheat under the influence of phosphate-mobilizing bacteria]. *Naukovyi visnyk NUBiP* [*Scientific journal of NULES of Ukraine*], 140, 110–115. [in Ukrainian].

14. Grigorieva, O. M., Grigorieva, T. M., Liman, P. B., Tokmakova, L. M. (2012). Vplyv mikrobykh preparativ na produktyvnist zernovykh kultur u Pivnichnomu Stepu Ukrainy [The influence of microbial preparations on productivity of grain-crops in North Steppe of Ukraine]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia* [*Agricultural microbi-ology*], 15–16, 49–57. [in Ukrainian].

15. Poltoretskyi, S. P. (2017). Formation of den-sity of seed sowing of millet (*Panicum miliaceum* L.) depending on the term and method of sowing. *Bulletin of Uman national university of horticulture*, 1, 59–64.

16. Hrytsaenko, Z. M., Hrytsaenko, A. O., Karpenko, V. P. (2003). Metody biolohichnykh ta ahrokh-imichnykh doslidzhen roslyn i gruntiv [Methods of bio-logical and agrochemical research of plants and soils]. Kyiv: CJSC «Nichlava», 320 p. [in Ukrainian].