© А. О. Дубицька, О. Й. Качмар, О. Л. Дубицький, М. М. Щерба, 2024
УДК 631.89.633.11:631.559
DOI: 10.32636/agroscience.2024-(3)-4-2

ВПЛИВ БІОЛОГІЗОВАНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСНІ ПАРАМЕТРИ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Ангеліна ДУБИЦЬКА, Оксана КАЧМАР, кандидати сільськогосподарських наук,
Олександр ДУБИЦЬКИЙ, кандидат біологічних наук,
Марія ЩЕРБА, науковий співробітник
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине, Львівський р-н, Львівська обл., 81115, Україна
e-mail: oksanaostrowska@ukr.net

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення закономірностей впливу біологізованих систем удобрення на продуктивність та якісні параметри зерна пшениці озимої. Мета роботи: з'ясувати характерні риси впливу біологізованих систем удобрення на формування врожаю пшениці озимої та його якісні параметри. Для досягнення поставленої мети були застосовані наступні методи: фізіологічні й біохімічні для визначення вмісту клейковини та білка у зерні. Облік елементів структури врожаю та біологічної врожайності проводився згідно загальноприйнятих методів. Встановлено, що на формування елементів структури врожаю та якість зерна пшениці озимої чинять вагомий вплив біологізовані системи удобрення. Найбільшою ефективністю відзначались системи удобрення з наступним складом: солома бобових + $N_{90}P_{60}K_{60}$ з додаванням біостимулятора (БС) і гумусного добрива (ГД) або обробка рослин хелатним добривом (ХД) на вказаному фоні. У цих умовах відбувалось одночасне зростання біологічного врожаю до рівнів 506–509 г/м^2, вмісту клейковини та білка в зерні пшениці озимої до 51,9–56,2 % та 11,0–11,7 % відповідно. Одержані результати засвідчили, що використання в системах удобрення біоефекторів (БС і ГД, або ХД) беззаперечно сприяє поліпшенню ознак біопродуктивності (урожайність і якість зерна) пшениці озимої.

Ключові слова: біологізовані системи удобрення, пшениця озима, елементи структури урожаю, вміст клейковини, білка.

Вступ

Виробництво зерна в Україні – стратегічна і найефективніша галузь народного господарства, оскільки воно є основою продовольчої бази і безпеки держави (Klipakova Yu. et al., 2019; Smetanko O. V., Burykina S. I., Kryvenko A. I., 2018). На стан зерновиробництва в останні роки істотно вплинули зміни природно-кліматичних умов та недостатнє матеріально-технічне забезпечення, тому виникла потреба пошуку ресурсоощадних технологій виробництва зерна, зокрема на основі використання біологізованих систем землеробства в зональних природно-кліматичних умовах (Starchevskyi Yu. I., Starchevskyi I. P., 2008; Volkohon V. V. et al., 2006).

Сьогодні на перший план виступають дослідження, присвячені пошуку альтернативних екологічно безпечних засобів підвищення продуктивності рослин, які базуються на активації природних метаболічних процесів (Sokolovska-Serhiienko O. H., Priadkina H. O., Kapitanska O. S., 2015; Morhun V. V., Kirizii D. A., 2012). Ці пошуки набули особливої актуальності, оскільки фізичний, хімічний та інфекційний процес на рослинах часто перевищує поріг можливостей їх адаптації до несприятливих екологічних умов, що знижує реалізацію продукційного потенціалу сільськогосподарських культур. Тому існує необхідність удосконалення сучасних і розробка нових інноваційних технологічних заходів вирощування зернових культур, зокрема пшениці озимої. Найбільш дієвою складовою сучасних біологізованих систем землеробства є системи удобрення за умов використання вторинної рослинницької продукції, зокрема, соломи попередника. Важливою умовою біологізації є забезпечення рециркуляції біогенних елементів якраз за використання побічної продукції рослинництва здебільшого на місці її вирощування. В сучасних умовах особливо актуальним є використання соломи бобових попередників під пшеницю озиму (Zaryshniak A. S., Lisovyi M. V., 2008; Tsyliuryk O. I., 2019; Bakun O. I., Bakun Yu. O., 2003).

Низькі обсяги застосування добрив, особливо органічних потребують удосконалення систем удобрення шляхом використання сучасних інноваційних елементів, які покращують віддачу біологічного потенціалу рослин. Важлива роль у цьому відводиться біоефекторам: це бактеріальні та гумусні добрива, комплекси, які стимулюють ріст а також мікроелементні добрива, зокрема хелати (Ivashchenko O., 2016, Volkohon V. V. et al., 2006).

Для підтримання екологічної безпеки сталого розвитку рослинництва велике значення має впровадження в сільськогосподарське виробництво регуляторів росту, отриманих із природної сировини. Так, використання на

пшениці озимій виготовленого в Чехії препарату "енерген" (виготовленого з органічної природної сировини і який містить екстракти водоростей, біологічно активні речовини, гумінові і фульвокислоти та інші компоненти) разом з хелатованим мікроелементним препаратом "аватар" сприяло підвищенню активності фотосинтетичного апарату, що обумовило підвищення зернової продуктивності культури (Sokolovska-Serhiienko O. H., Priadkina H. O., Kapitanska O. S., 2015; Kramarev S. M., 2008).

Не менший інтерес є і до гумусних добрив, гумінових препаратів, які різнобічно впливають на рослини: активізують біоенергетичні процеси, стимулюють обмін речовин, покращують адаптивні властивості, підвищують продуктивність рослин та якість врожаю. Гумусні добрива нівелюють негативний вплив високих доз мінеральних добрив, підвищують стійкість рослин до токсичного впливу важких металів (Ivashchenko O. O., 2016). Серед новітніх альтернативних органічних добрив, здатних активізувати аборигенну мікрофлору і позитивно впливати на грунтово-біологічні процеси, оптимізувати кореневе живлення рослин – гумусні добрива, такі як: гумін плюс, гумісол, тощо (Naidonova O. Ye., 2015).

Сучасні системи удобрення передбачають забезпеченість грунту та рослин не тільки макроелементами але й мікроелементами, роль яких у живленні рослин значна. Нестачу мікроелементів не можна замінити іншими елементами. Вони в значній мірі обмежують ураженість рослин шкідниками і хворобами, підвищують стійкість рослин до стресових ситуацій і головне, підвищують врожайність сільськогосподарських культур та їх якість. Найбільш поширеними на сьогодні є хелатні добрива (ХД), у склад яких входить етилендіамінтетраоцтова кислота (ЕДТА), яка утворює комплекси майже з усіма металами. Є відомості, що використання хелатних добрив сприяє меншому використанню з грунту фосфору та калію (Bohdan M. M., Karpenko V. P., Huliaieva H. B., 2015; Kaminskyi V. F., Saiko V. F., Shevchenko I. P. et al., 2012).

Водночас залишаються маловивченими результати впливу біологізованих систем удобрення на формування та продуктивність рослин в агроценозах та якість їх врожаю.

У зв'язку з цим метою наших досліджень було з'ясування впливу біологізованих систем удобрення на формування урожаю пшениці озимої та його якісні параметри.

Матеріали і методи

Дослідження проводили в полі пшениці озимої *(Triticum aestivum L.)* сорту Бенефіс, висіяної після гороху та кормових бобів в умовах стаціонарного досліду з вивчення наукових основ управління продуктивністю короткоротаційних сівозмін в умовах Карпатського регіону. Схема досліду включала такі варіанти: 1. Контроль (без добрив) – *попередник горох*; 2. Солома гороху; 3. Солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$; 4. Солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС (біостимулятор); 5. Солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС + ГД (гумусне добриво); 6. Солома гороху + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + ХД (хелатне добриво). 1. Контроль (без добрив) – *попередник кормові боби;* 2. Солома кормових бобів; 3. Солома кормових бобів + $N_{90}P_{60}K_{60}$; 4. Солома кормових бобів + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС; 5. Солома кормових бобів + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС + ГД; 6. Солома кормових бобів + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + ХД.

Характеристика гумусного добрива: добриво ГД (Блек-джек) – препарат нового покоління, на відміну від гуматів окрім гумінових та фульвокислот, містить ульмінові кислоти та гумін, які найбільше активні в рослинах; склад добрива: гумінові кислоти – 19-21%; фульвокислоти – 3-5%, загальна органічна речовина (в тому числі ульмінові кислоти та гумін) – 27-30%, pH препарату в межах 3,5-5,0. Доза внесення 0,5-1,0 л – в період весняного кущення та виходу в трубку.

Для покращення гормональної регуляції росту озимих зернових, а також за стресових умов використовують біостимулятор (Міллерплекс) який містить цитокініни. Склад препарату такий: екстракт водоростей (*Ascophyllum nodosum*), амінокислоти, специфічні вуглеводи, які покращують імунну систему, рослин, мікроелементи в хелатній формі та макроелементи: азот (амідна форма) – 3,0%; доступний фосфор (P_2O_5) – 3%; калій (K_2O) – 30%

Препарат хелатне добриво «Розалік» з вмістом (Zn, P, N, S). Склад препарату: амідний азот – 3%, фосфор (P_2O_5) – 19%, оксид сірки (SO_3) 5,3%, цинк (Zn) в хелатній формі з ЕДТА (5,9%). Препарат вносять в фазі весняне кущення і вихід в трубку (1,5 л/га).

Грунт дослідної ділянки – сірий лісовий поверхнево оглеєний суглинковий. Основні параметри грунту досліду такі: $pH_{(KCl)}$ 4,78-4,92; гідролітична кислотність (Hг) – 2,38-2,46 мг екв/100 г грунту; сума увібраних основ (S) – 5,02-5,10 мг-екв/100 г грунту; вміст легкогідролізованого азоту – 8,6-9,0, рухомих форм фосфору та калію відповідно – 10,5-11,1 та 8,4-8,8 мг/100 г грунту, вміст загального гумусу -1,91-1,94 %.

Вміст клейковини та білка в зерні визначали згідно з технічними умовами стандарту ДСТУ 3768-2009. Елементи структури врожаю визначали загальноприйнятими методами (Yeshchenko V. O. et al., 2014).

Результати та обговорення

Використання біологізованих систем удобрення впливало на перебіг фізіолого-біохімічних процесів, що відображалось у формуванні елементів структури врожаю, зокрема кількості продуктивного стеблестою.

У середньому за роки досліджень найменша кількість продуктивних стебел була сформована рослинами контрольних варіантів: 214-225 шт/м^2 (табл. 1 і 2). Використання соломи бобових + $N_{90}P_{60}K_{60}$ сприяло підвищенню цього показника на 21-22 % щодо контролю. Обробка рослин біостимулятором на вказаному фоні підвищувала кількість продуктивних стебел на 26-27 % в порівнянні до контролю. Поєднання гумусного добрива за внесення соломи бобових + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС мало позитивний вплив на розвиток рослин, що проявилось в збільшенні цього показника в 1,4-1,5 разів стосовно контролю.

Під час дослідження встановлено, що контрольний варіант мав найменші значення маси 1000 зерен (табл.1, 2). Застосування обраних біоефекторів (ГД, БС) чи хелатного добрива (ХД) позитивно вплинуло на масу 1000 зернин в порівнянні до контролю. Так використання систем удобрення з вмістом ГД або ХД сприяло збільшенню маси 1000 зерен на 25-27% порівняно з контролем.

Отримані дані демонструють, що застосування біологізованих систем удобрення позитивно впливає на формування елементів структури врожаю і відповідно на врожайність пшениці озимої з 1 м^2. У середньому за роки досліджень найнижчу врожайність з 1 м^2 було відзначено в контрольному варіанті – 259-268 г/м^2 (табл.1, 2).

Таблиця 1. Урожай та елементи структури пшениці озимої за біологізованих систем удобрення (після гороху)

№ вар.	Системи удобрення	Маса 1000 зерен, г	Кількість продуктивних стебел, шт/м^2	Урожай, г/м^2
1	Контроль (без добрив)	27,7	223	268
2	Солома гороху (г.)	29,9	245	284
3	Солома (г.) + $N_{90}P_{60}K_{60}$	35,2	288	466
4	Солома (г.) + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС	36,7	292	484
5	Солома (г.) + $N_{90}P_{60}K_{60}$ +БС+ГД	37,2	340	506
6	Солома (г.) + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + ХД	38,2	324	509

Таблиця 2. Урожай та елементи структури пшениці озимої за біологізованих систем удобрення (після кормових бобів)

№ вар.	Системи удобрення	Маса 1000 зерен, г	Кількість продуктивних стебел, шт/м^2	Урожай, г/м^2
1	Контроль (без добрив)	26,7	214	259
2	Солома кормових бобів (к.б.)	27,7	246	271
3	Солома (к.б.) + $N_{90}P_{60}K_{60}$	34,3	279	459
4	Солома (к.б.) + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС	35,5	291	472
5	Солома (к.б.) + $N_{90}P_{60}K_{60}$ +БС+ГД	36,2	313	492
6	Солома (к.б.) + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + ХД	36,6	315	194

Застосування мінерального добрива ($N_{90}P_{60}K_{60}$) на фоні соломи бобових сприяло зростанню врожайності з 1 м^2 на 43-44 % стосовно контрольного варіанта. З додаванням БС та ГД вплив систем удобрення (солома бобових + $N_{90}P_{60}K_{60}$) на продуктивність пшениці озимої (г/м^2) посилюється і в результаті відзначено збільшення врожаю на 6,7-8,2 %, щодо варіанту 3 (табл.1, 2).

Слід зазначити, що розміщення пшениці озимої в різних ланках сівозмін (після соломи гороху або кормових бобів) виявило тенденцію підвищення основних елементів структури врожаю після гороху. Це може бути пов'язано з більшим вмістом різних форм азоту в грунті, що сприяє активізації фотосинтетичних процесів в листках пшениці озимої і відповідно підвищенню її продуктивності

Позитивний вплив біологізованих систем удобрення відзначено щодо якісних показників зерна пшениці озимої. На фоні без внесення соломи чи добрив (контроль) під пшеницю озиму якість зерна виявилась такою: вміст клейковини – 18,2-18,6 %, білка 8,3-8,9 % (табл. 3). За умов внесення соломи бобових + $N_{90}P_{60}K_{60}$ якісні показники зерна пшениці озимої підвищились (клейковини на 13-15 %, білка на 12-13 %) (табл. 3). Стабільний рівень вмісту клейковини та білка отримано у варіантах 5 і 6 – за умов доповнення систем удобрення гумусним або хелатним добривом.

Таблиця 3. Вміст клейковини, білка та нітратів в зерні пшениці озимої за біологізованих систем удобрення

№ вар.	Системи удобрення	Клейковина, %	Білок, %	Нітрати N-NO_3, мг/кг
1	Контроль (без добрив)	18,2	8,6	48,2
2	Солома гороху (г.)	18,6	8,9	49,0
3	Солома (г.) + $N_{90}P_{60}K_{60}$	21,2	9,8	54,4
4	Солома (г.) + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС	22,8	10,3	54,6
5	Солома (г.) + $N_{90}P_{60}K_{60}$ +БС+ГД	23,6	11,4	56,2
6	Солома (г.) + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + ХД	23,6	11,7	54,8
1	Контроль (без добрив)	18,4	8,3	47,4
2	Солома кормових бобів (к.б.)	18,6	8,4	48,1
3	Солома (к.б.) + $N_{90}P_{60}K_{60}$	21,0	9,6	51,7
4	Солома (к.б.) + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + БС	22,1	10,0	52,0
5	Солома (к.б.) + $N_{90}P_{60}K_{60}$ +БС+ГД	23,0	11,0	54,3
6	Солома (к.б.) + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + ХД	23,5	11,4	51,9

Вміст нітратів в зерні пшениці озимої за умов використання соломи бобових + + $N_{90}P_{60}K_{60}$ зріс в порівнянні з контрольним варіантом на 4,3-6,2 мг/кг. Додавання на вказаному фоні біостимулятора і гумусного добрива простимулювало зростання вмісту нітратів в зерні. Отримані дані знаходяться в гранично допустимих концентраціях, однак це потребує подальшого вивчення і уточнення щодо впливу біологізованих систем удобрення на величину вмісту нітратів в зерні.

Висновки

За результатами досліджень встановлено, що для отримання стабільної продуктивності пшениці озимої та якісного врожаю слід використовувати біологізовані системи удобрення у складі: (солома бобових – гороху або кормових бобів) + $N_{90}P_{60}K_{60}$ + біоефектори (гумусне добриво, біостимулятор) або хелатне добриво. Перспективним є використання біологізованих систем удобрення для покращення якісних показників зерна, вмісту клейковини та білка, які досягнули відповідно рівня 23,0-23,6 % та 11,0-11,7 %.

Список використаної літератури

Bakun O. I., Bakun Yu. O. The effectiveness of using straw as a fertilizer in the conditions of sod-podzolic soils of Polissia. *Agriculture: Interdepartmental Thematic Scientific Collection*. 2003. Iss. 75. P. 37–42.

Bohdan M. M., Karpenko V. P., Huliaieva H. B. Impact of complex chelate fertilizers on the functional activity of root tissues and grain productivity of soft winter wheat plants. *Bulletin of the Uman National University of Horticulture*. 2015. No. 1. P. 37–42. URI: http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/2758.

Fundamentals of scientific research in agronomy / V. O. Yeshchenko, P. H. Kopytko, V. P. Opryshko, P. V. Kostohryz; Ed. V. O. Yeshchenko. Kyiv, 2014. 288 p.

Ivashchenko O. Biologization of agrarian production. *Bulletin of Agricultural Science*. 2016. Vol. 94, No. 12. P. 58–62. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201612-13.

Klipakova Yu. O., Priss O. P., Bilousova Z. V., Yeremenko O. A. The yield of winter wheat depends on the prospective treatment of seeds. *Bulletin of Agricultural Science*. 2019. Vol. 97, No. 4. P. 16–23. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201904-03.

Kramarev S. M. Prospects for the integrated use of humic preparations, microelements in chelated form and the Mars EL preparation for pre-sowing inlay of seeds of winter and spring grain crops. Proceedings of the International Scientific Conference *"Humic acids and phytohormones in plant growing"* (Kyiv, June 12-16 2008). Kyiv, 2008. P. 31–32.

Microbial preparations in agriculture. Theory and practice / V. V. Volkohon [*et al.*] ; Ed. V. V. Volkohon. Kyiv, 2006. 312 p.

Modern farming systems and crop growing technologies / V. F. Kaminskyi, V. F. Saiko, I. P. Shevchenko *et al.* Ed. V. F. Kaminskyi. Kyiv, 2012. 196 p.

Morhun V. V., Kirizii D. A. Prospects and modern strategies for improving physiological traits of wheat to increase its productivity. *Physiology and Biochemistry of Cultivated Plants*. 2012. Vol. 44, No. 6. P. 463–483.

Naidonova O. Ye. Application of humic preparation Humin plus in organic farming. *Bulletin of Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchaev. Series: Soil Science, Agrochemistry, Agriculture, Forestry, Soil Ecology*. 2015. No. 2. P. 39–50. URL: https://repo.btu.kharkov.ua//handle/123456789/17481

Smetanko O. V., Burykina S. I., Kryvenko A. I. The influence of elements of biologization of winter wheat cultivation on various backgrounds of mineral

nutrition in the conditions of the southern Steppe of Ukraine. *Bulletin of Agricultural Science*. 2018. Vol. 96, No. 8. P. 33–37. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-05.

Sokolovska-Serhiienko O. H., Priadkina H. O., Kapitanska O. S. Activity of the photosynthetic machintry and productivity of winter wheat when treated with chelated microfertilizer and growth stimulator. *Plant Physiology and Genetics*. 2015. Vol. 47, No. 4. P. 321–329. URI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR_2015_47_4_8.

Starchevskyi Yu. I., Starchevskyi I. P. On the issue of practical implementation in the Odessa regional world strategy for greening agriculture based on integrated biologization of agriculture. *Bulletin of Agrarian Science of the Southern Region: Interdepartmental Thematic Scientific Collection; Agriculture and Life Sciences*. 2008. Issue 9. Part I. P. 23–33.

Tsyliuryk O. I. The influence of basic cultivation and fertilizer systems on the yield of fallow winter wheat in the northern Steppe of Ukraine. *Cereal Crops*. 2019. Vol. 3, No. 1. P. 110–119. URI: http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/207_5.

Zaryshniak A. S., Lisovyi M. V. Modern systems for fertilizing agricultural crops in crop rotations with different rotations in the main soil and climatic zones of Ukraine: recommendations. Kyiv, 2008. 120 p.

THE INFLUENCE OF THE BIOLOGIZED FERTILIZER SYSTEMS ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY PARAMETERS OF THE WINTER WHEAT GRAIN

Anhelina DUBYTSKA, Oksana KACHMAR, Oleksandr DUBYTSKYI, Mariia SHCHERBA
Institute of Agriculture of the Carpathian Region, NAAS

The article presents the results of research on the study of the patterns of influence of biologized fertilizer systems on the productivity and quality parameters of winter wheat grain. Aim of the work: to find out the characteristic features of the influence of biologized fertilizer systems on the formation of winter wheat yield and its quality parameters. To achieve the set goals, the following methods were used: physiological and biochemical – determination of gluten and protein content in grain. Account of the elements of the crop yield structure and biological productivity was conducted according to generally accepted approaches. It has been established, that biologized fertilizer systems have a significant impact on the formation of crop yield structure elements and grain quality of winter wheat. The most effective in this direction were noted the fertilizer systems with the following composition: legume straw + $N_{90}P_{60}K_{60}$ with the addition of a biostimulant (BS) and humus fertilizer (HF) or the treatment with a chelate fertilizer (CF) on the specified background. In the case of the above mentioned conditions, there were a simultaneous increase in the biological yield to levels of 506–509 g/m^2, increase in the content of the gluten and protein in winter wheat grain to 51.9–56.2 % and 11.0–11.7 %, respectively. The results obtained showed, that the use of bioeffectors (BS and HF or CF) in fertilizer systems contributes to the improvement of the bioproductivity traits (yield and grain quality) of winter wheat.

Keywords: biologized fertilizer systems, winter wheat, elements of the crop yield structure, gluten and protein content.

Отримано: 05.06.2024
Погоджено до друку: 24.11.2024