ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ І БІОПРЕПАРАТІВ НА ФОРМУВАННЯ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

С. С. Ярошенко

Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Володимира Вернадського, 14,
м. Дніпро, 49027, Україна

Висвітлено особливості дії та взаємодії мінеральних добрив і біопрепаратів на структуру врожаю та зернову продуктивність пшениці озимої. Встановлено, що під впливом комплексних поліфункціональних біопрепаратів (КБП1, КБП2) параметри розвитку рослин наближаються до оптимального стану. За період досліджень (2011–2015 рр.) одержано високий рівень зернової продуктивності пшениці озимої – середня урожайність становила 4,87 т/га. Максимальну врожайність (6,10 т/га) пшениця озима сформувала на фоні внесення мінеральних добрив у дозі $N_{65}P_{60}K_{60}$ із застосуванням комплексного біологічного препарату (КБП2). У цілому на удобреному фоні урожай пшениці озимої коливався в межах від 4,27 до 6,10 т/га, досягаючи максимального значення під впливом біопрепарату КБП2. З підвищенням рівня поживного режиму від $N_{65}P_{15}K_{15}$ до $N_{65}P_{60}K_{60}$ урожайність пшениці озимої збільшувалась і при застосуванні препарату вітавакс 200ФФ у середньому варіювала від 4,40 до 5,83 т/га. За рахунок обробки насіння пшениці озимої біологічними препаратами КБП2, КБП1, 10702 одержали найбільшу врожайність – від 4,64; 4,58; 4,56 до 6,10; 6,02; 5,99 т/га відповідно.

Ключові слова: пшениця озима, мінеральні добрива, біопрепарати, урожайність, зерно.

Суттєве збільшення і стабілізація виробництва зерна пшениці озимої та підвищення його якості є основою продовольчої безпеки держави і найважливішим завданням агропромислового комплексу України. Одним з основних і ефективних шляхів збільшення обсягів виробництва зернової продукції є розробка економічно вигідних і екологічно безпечних технологій вирощування основної продовольчої культури України – пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) [1–6].

У зв'язку з реалізацією концепції інтегрованого рослинництва інтерес до інтенсивних технологій дещо знизився. Головною їх проблемою є те, що між ними і екологічними умовами сьогодення існують певні протиріччя. Враховуючи нові жорсткі вимоги, сучасні інтенсивні технології повинні бути вдосконалені, пройти всебічне економічне та екологічне обґрунтування, адаптуватись до ґрунтово-кліматичних умов конкретної еколого-географічної зони і не завдавати шкоди довкіллю [5, 7, 8].

Інтенсивні технології вирощування досягли межі насичення за такими аспектами:

- екологічним – забруднення довкілля і пригнічення механізмів саморегуляції;
- енергетичним – експоненціальний ріст затрат непоновлювальної енергії на кожну одиницю додаткової продукції;
- продукційним – подальше підвищення доз азотних добрив призводить до зниження стійкості агроценозів до абіотичних і біотичних стресів, для ряду сортів досягнуто максимального індексу врожаю [9]. Спостерігаються економічні негативні ознаки подальшої інтенсифікації технологій, зокрема, зменшення ефективності затрат і приросту врожаю [10].

Екологічні, економічні та енергетичні проблеми, що пов'язані з інтенсивною технологією, спонукають до пошуку інших варіантів оптимізації умов вирощування сільськогосподарських культур. Біологічні технології суттєво знижують урожайність пшениці озимої, створюючи більш важливу проблему нестачі продовольства, ніж ризик отруєння залишками хімікатів. Тому необхідно вдаватися до пошуку інтегрованого підходу до вирішення цієї проблеми [5, 11, 12].

Інформація про автора:

Ярошенко Сергій Семенович, кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник лаб. агробіологічних ресурсів озимих зернових культур, e-mail: dnipro125@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0003-4475-9695>

На даний час існує необхідність вирощування пшениці озимої за інтенсивною технологією, однак при цьому слід враховувати сучасні екологічні обмеження. Інтегрованою формулою цих вимог є досягнення екологічної безпеки при високому рівні продуктивності [4].

При вирішенні перелічених вище завдань потрібно враховувати, що спільним для них є підвищення та стабілізація показників кількості і якості урожаю. Менш розкритими залишаються питання оцінки причин та наслідків зміни індивідуальної продуктивності рослин залежно від комплексного впливу гідротермічних умов, режиму мінерального живлення та застосування поліфункціональних препаратів біологічного походження. Актуальним є визначення та розробка агрозаходів, які базуються на системних підходах до формування технологічних важелів управління процесом формування структурних показників урожайності польової культури.

Мета дослідження. Встановити особливості формування урожайності пшениці озимої під впливом різних біопрепаратів як фактора підвищення продуктивності агроценозу і біологізації його на різних поживних фонах.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводились в північній підзоні Степу в Державному підприємстві «Дослідне господарство «Дніпро» Державної установи Інститут зернових культур впродовж 2011–2015 рр. Ґрунтовий покрив на дослідних ділянках – чорнозем звичайний малогумусний повнопрофільний. Вміст гумусу в орному шарі становить 2,97–3,01 %, валових запасів азоту – 0,20 %, рухомого фосфору – 110–153 мг/кг, обмінного калію – 75–127 мг/кг (за Чириковим). Сівбу проводили в оптимальний строк (20 вересня) сівалкою СН-16 суцільним рядковим способом на глибину 5–6 см у триразовій повторності. Ділянки розміщували послідовно систематичним способом, висівали пшеницю озиму сорту Заможність (оригінація – Селекційно-генетичний інститут). Загальна площа посівної ділянки становила 41 м², облікової – 31 м².

Польовий дослід закладали по чорному пару на п'яти фонах мінерального живлення: без добрив; P₁₅ K₁₅; P₃₀ K₃₀; P₄₅ K₄₅; P₆₀ K₆₀ з

внесенням фосфорно-калійних добрив під передпосівну культивування восени. По удобрених фонах додатково вносили азотні добрива: N₃₅ (кінець кушення – початок виходу в трубку, локально), N₃₀ (у фазі колосіння, позакоренево) кг/га д. р. При перевищенні економічного порогу шкодочинності бур'янами та хворобами посіви обприскували баковою сумішшю: гербіцид – діален С (0,8 л/га), фунгіцид – альтосупер (0,4–0,5 л/га). Схема досліду включала варіанти застосування експериментальних біопрепаратів: діазофіт (Agrobacterium radiobacter 204), фосфоентерин (Enterobacter nimipressuralis 32-3), препарат 12501 (Bacillus sp. 12501), біополуцид (Paenibacillus polymyxa П, Paenibacillus polymyxa 6М), комплекс КБП1 (Enterobacter nimipressuralis 32-3, Agrobacterium radiobacter 204, Paenibacillus polymyxa П), комплекс КБП2 (Enterobacter nimipressuralis 32-3, Agrobacterium radiobacter 204, Paenibacillus polymyxa П, Paenibacillus polymyxa 6М), препарат 10702 (Azotobacter vinelandii 10702), препарат СБ (Bacillus mucilaginosus siliceous), препарат 01-1 (Bacillus sp. 01-1), КЛ (Flavobacterium sp.), препарат 207 (Alcaligenes paradoxus 207) (доза для КБП2 – 1,5 л/т, для інших препаратів – 0,5 л/т насіння). У ході дослідження спирались на загальноприйняті методики та рекомендації [13].

Погодні умови в роки проведення досліджень були в основному характерні для зони Степу, вони різнилися як за температурним режимом, так і за кількістю опадів протягом вегетації рослин пшениці озимої. За п'ятирічний період сприятливими для вирощування пшениці озимої виявилися 2010/11, 2013/14 і 2014/15 вегетаційні роки, сума опадів перевищувала середньобогаторічну норму на 27, 32 та 21 % відповідно. Показники урожайності зерна в ці роки були досить високими. Найменш сприятливі погодні умови відмічались в 2011/12 вегетаційному році. Осінній період 2011 р. був украй критичним для сівби пшениці озимої через аномально тривалу суху погоду, яка утримувалась впродовж другої половини серпня. За період осінньої вегетації рослин недобір опадів становив 76 %. В цілому упродовж осінньої вегетації пшениці озимої відмічались складні гідротермічні умови. У весняно-літній період спо-

стерігалось завчасне пожовтіння листків у рослин та системне погіршення їх стану під впливом посухи.

Результати дослідження. Для підвищення зернової продуктивності рослин пшениці озимої застосовували поліфункціональні біопрепарати на різних фонах мінерального живлення.

Досліджувані агротехнічні прийоми у комплексі з гідротермічними умовами в період вегетації по-різному впливали на процеси формування елементів продуктивності рослин озимини, спостерігалась достатньо висока лабільність структурних показників.

Виявлено, що внесення різних доз повного мінерального добрива суттєво впливало на густоту продуктивного стеблостою. Продуктивна кущистість пшениці озимої змінювалась залежно від забезпеченості рослин поживними речовинами – в середньому від 1,11 до 1,98 шт./рослину. Під впливом біопрепаратів, за виключенням варіанта КЛ, продуктивна кущистість рослин помітно збільшувалась. Так, наприклад, при обробці насіння пшениці озимої такими препаратами, як: біополюцид, 10702, КБП1 та КБП2, на фоні ($N_{30} + N_{35}$) $P_{60}K_{60}$, продуктивна кущистість додатково підвищувалась і становила 1,76; 1,87; 1,88; 1,98 шт./рослину відповідно. В контрольному варіанті вона дорівнювала 1,59 шт./рослину.

Аналіз структури урожаю пшениці озимої показав, що вагомим резервом збільшення урожайності, поряд із забезпеченням необхідної густоти продуктивного стеблостою, є також збільшення маси зерна [14]. У середньому за період проведення досліджень маса 1000 зерен варіювала від 37,2 до 42,1 г. Поліпшення мінерального живлення рослин сприяло збільшенню маси 1000 зерен. Так, значення цього показника збільшилось за всіх досліджуваних технологічних схем вирощування пшениці озимої; максимальний позитивний результат був одержаний при внесенні мінеральних добрив, причому менший від використання біологічних препаратів. Доза внесення мінеральних добрив прямо пропорційно впливала на масу 1000 зерен. Чим краще рослини озимини забезпечувались поживними речовинами, тим більш вагоме зерно формувалось; біологічні пре-

парати в межах кожного поживного фону зумовлювали збільшення маси 1000 зерен (табл. 1).

Одним з найбільш важливих елементів структури урожаю є маса зерна з колосу. В роки дослідження при внесенні мінеральних добрив мало місце збільшення маси зерна з колосу. Особливо це помітно на інтенсивному фоні удобрення ($N_{30} + N_{35}$) $P_{60}K_{60}$ – 1,15–1,43 г, натомість маса зерна з колосу на мінімальному поживному фоні ($N_{30} + N_{35}$) $P_{15}K_{15}$ становила лише 0,69–0,79 г.

Серед біологічних препаратів більший позитивний ефект на фонах різної інтенсивності (від мінімального ($N_{30} + N_{35}$) $P_{15}K_{15}$ до максимального ($N_{30} + N_{35}$) $P_{60}K_{60}$) одержано при застосуванні таких біологічних препаратів, як КБП2 – 0,79–1,43 г, КБП1 – 0,78–1,41 г, біополюцид – 0,78–1,38 г та діазофіт – 0,76–1,38 г, в контрольному варіанті цей показник становив 0,69–1,17 г.

Найбільшою озерненістю колосу вирізнялися рослини на фоні удобрення ($N_{30} + N_{35}$) $P_{60}K_{60}$. Так, у середньому за період дослідження кількість зерен у колосі при внесенні ($N_{30} + N_{35}$) $P_{60}K_{60}$ становила 41,8 шт.; ($N_{30} + N_{35}$) $P_{45}K_{45}$ – 37,6; ($N_{30} + N_{35}$) $P_{30}K_{30}$ – 35,8; ($N_{30} + N_{35}$) $P_{15}K_{15}$ – 31,9 шт.; на неудобреному фоні озерненість колосу була найнижчою і досягала у середньому 26,4 шт.

За період дослідження одержано високий рівень зернової продуктивності пшениці озимої – в середньому урожайність становила 4,87 т/га. Максимальну врожайність пшениця озима (6,10 т/га) сформувала на фоні внесення ($N_{35} + N_{30}$) $P_{60}K_{60}$ при застосуванні комплексного біологічного препарату КБП2.

На фоні добрив ($N_{35} + N_{30}$) $P_{15}K_{15}$ максимальний приріст урожаю – 8,6 % до контролю (4,27 т/га) одержано у варіанті з КБП2. У випадку підвищення поживного фону до ($N_{35} + N_{30}$) $P_{30}K_{30}$ вищеназаний препарат зумовлював збільшення урожайності на 9,6 % порівняно з контролем. Подальше його підвищення – до ($N_{35} + N_{30}$) $P_{60}K_{60}$ гарантувало збільшення зернової продуктивності озимої пшениці, проте підвищення рівня урожаю під дією біопрепаратів, порівняно з контролем, поступово знижувалося до 6,5 % у варіанті з препаратом КБП2 і до 3,8 % в середньому по біопрепаратах. Під дією мінеральних добрив

**1. Структура урожаю пшениці озимої залежно від застосування добрив і біопрепаратів
(середнє за 2011–2015 рр.)**

Варіант (фактор А)	Показник	Фони живлення * (фактор В)				
		I	II	III	IV	V
Контроль (без обробки)	коефіцієнт продуктивного кушення	1,11	1,15	1,41	1,52	1,59
	маса 1000 зерен, г	37,20	38,69	39,85	41,14	41,18
	маса зерна з колоса, г	0,69	0,73	0,81	0,94	1,17
Діазофит	коефіцієнт продуктивного кушення	1,21	1,25	1,56	1,64	1,73
	маса 1000 зерен, г	38,10	38,69	40,24	41,04	42,10
	маса зерна з колоса, г	0,76	0,81	0,88	1,14	1,38
Фосфоен- терин	коефіцієнт продуктивного кушення	1,28	1,35	1,55	1,66	1,75
	маса 1000 зерен, г	38,10	38,52	40,24	41,04	41,60
	маса зерна з колоса, г	0,77	0,86	0,96	1,15	1,35
Препарат 12501	коефіцієнт продуктивного кушення	1,22	1,21	1,60	1,72	1,76
	маса 1000 зерен, г	38,00	38,72	39,85	41,04	41,50
	маса зерна з колоса, г	0,77	0,89	0,95	1,13	1,37
Біополю- цид	коефіцієнт продуктивного кушення	1,31	1,35	1,53	1,67	1,75
	маса 1000 зерен, г	38,00	38,79	39,85	41,81	41,92
	маса зерна з колоса, г	0,78	0,92	0,96	1,18	1,38
Комплекс КБП1	коефіцієнт продуктивного кушення	1,35	1,37	1,64	1,78	1,88
	маса 1000 зерен, г	38,20	38,71	40,24	41,14	41,93
	маса зерна з колоса, г	0,78	0,95	1,05	1,19	1,41
Комплекс КБП2	коефіцієнт продуктивного кушення	1,38	1,46	1,79	1,89	1,98
	маса 1000 зерен, г	38,00	39,06	40,62	41,84	41,76
	маса зерна з колоса, г	0,79	0,98	1,09	1,23	1,43
Препарат 10702	коефіцієнт продуктивного кушення	1,21	1,26	1,57	1,69	1,88
	маса 1000 зерен, г	38,10	38,62	40,24	41,04	41,60
	маса зерна з колоса, г	0,75	0,96	1,01	1,18	1,37
Препарат СБ	коефіцієнт продуктивного кушення	1,21	1,26	1,57	1,63	1,74
	маса 1000 зерен, г	37,20	39,06	40,62	41,44	41,50
	маса зерна з колоса, г	0,75	0,93	1,02	1,17	1,34
Препарат 01-1	коефіцієнт продуктивного кушення	1,19	1,20	1,51	1,61	1,71
	маса 1000 зерен, г	37,40	38,69	39,85	41,04	41,53
	маса зерна з колоса, г	0,72	0,91	0,94	1,05	1,26
Препарат КЛ	коефіцієнт продуктивного кушення	1,11	1,14	1,40	1,52	1,55
	маса 1000 зерен, г	36,70	39,06	40,14	4,68	41,60
	маса зерна з колоса, г	0,69	0,73	0,80	0,93	1,15
Препарат 207	коефіцієнт продуктивного кушення	1,12	1,16	1,41	1,53	1,58
	маса 1000 зерен, г	38,01	38,42	39,24	40,04	41,80
	маса зерна з колоса, г	0,72	0,87	0,97	1,06	1,27
Вітавакс 200ФФ	коефіцієнт продуктивного кушення	1,22	1,26	1,58	1,64	1,72
	маса 1000 зерен, г	38,00	39,06	40,24	41,12	41,73
	маса зерна з колоса, г	0,74	0,85	0,95	1,02	1,20

* I – без добрив. II – $(N_{35} + N_{30}) P_{15} K_{15}$. III – $(N_{35} + N_{30}) P_{30} K_{30}$.
IV – $(N_{35} + N_{30}) P_{45} K_{45}$. V – $(N_{35} + N_{30}) P_{60} K_{60}$.

урожайність пшениці озимої також збільшувалася і при застосуванні вітаваксу 200ФФ варіювала від 4,40 до 5,83 т/га залежно від фону мінеральних добрив. Найвищий урожай зерна забезпечила обробка насіння препаратами КБП2, КБП1, 10702. Зернова продуктивність озимини залежно від фону добрив

збільшилась від 4,64; 4,58; 4,56 до 6,10; 6,02; 5,99 т/га відповідно. Тимчасом як на неудобреному фоні більший урожай (3,76 т/га) пшениці озимої був за обробки насіння препаратом 10702, а середній – у разі застосування біологічних препаратів, він перевищував контроль на 0,14 т/га і становив 3,65 т/га.

При ранжировці біологічних препаратів за впливом на урожайність пшениці озимої на фоні ($N_{30} + N_{35}$) $P_{15}K_{15}$ перше місце посідав комплексний препарат КПБ2 (4,64 т/га), далі йшли – КБП1 (4,58), 10702 (4,56), СБ (4,47), біополюцид (4,47) і препарат 01-1 (4,46 т/га). Мінімальний результат одержано у варіантах з обробкою насіння препаратом

КЛ, тут зернова продуктивність озимини дорівнювала контролю – 4,27 т/га. Така ж тенденція спостерігалась і на інших фонах удобрення. Отже, найкращі результати були одержані у варіантах, де застосовували КПБ2, КБП1 та 10702, натомість дії препарату КЛ на рослини пшениці озимої не виявлено (табл. 2).

2. Урожайність пшениці озимої (т/га) по чорному пару залежно від технології вирощування (середнє за 2011–2015 рр.)

Варіант (фактор А)	Фони живлення * (фактор В)				
	I*	II	III	IV	V
Контроль (без обробки)	3,51	4,27	4,69	5,21	5,73
Діазофіт	3,63	4,43	4,83	5,53	5,97
Фосфоентерин	3,64	4,42	4,80	5,54	5,99
Препарат 12501	3,66	4,45	4,86	5,53	5,97
Біополюцид	3,67	4,47	4,87	5,55	5,97
Комплекс КБП1	3,71	4,58	5,07	5,57	6,02
Комплекс КБП2	3,74	4,64	5,14	5,65	6,10
Препарат 10702	3,76	4,56	4,97	5,56	5,99
Препарат СБ	3,68	4,53	4,98	5,43	5,97
Препарат 01-1	3,63	4,46	4,82	5,41	5,86
Препарат КЛ	3,50	4,27	4,72	5,21	5,72
Препарат 207	3,50	4,32	4,79	5,44	5,86
Вітавакс 200ФФ	3,63	4,40	4,77	5,36	5,83
НІР ₀₅ т/га, для факторів: А – 0,16–0,21 В – 0,31–0,37 АВ – 0,38–0,41					

* I – без добрив. II – ($N_{35} + N_{30}$) $P_{15}K_{15}$. III – ($N_{35} + N_{30}$) $P_{30}K_{30}$.

IV – ($N_{35} + N_{30}$) $P_{45}K_{45}$. V – ($N_{35} + N_{30}$) $P_{60}K_{60}$.

Висновки. На основі аналізу експериментальних даних з'ясовано, що між урожайністю пшениці озимої і досліджуваними елементами технології існують складні багатоеlementні зв'язки, вивчення і врахування яких необхідне для досягнення сталої продуктивності озимини. Протягом всього періоду польових досліджень використання мінеральних добрив і біологічних препаратів значною мірою сприяло оптимізації процесів росту та розвитку рослин пшениці озимої. Слід зазначити, що в удобрених варіантах з використанням біологічних препаратів КБП1 та КБП2 спостерігалася позитивна динаміка щодо формування урожайності культури. Застосування біологічних препаратів на удобрених фонах забезпечило у більшості випад-

ків суттєвий додатковий приріст урожаю – в середньому від 0,20 до 0,28 т/га порівняно з контрольним варіантом, в той час як на неудобреному фоні вища урожайність (3,76 т/га) пшениці озимої сформувалась при обробці насіння препаратом 10702, а середня – під дією біологічних препаратів – перевищення контролю (3,51 т/га) становило 0,14 т/га.

Проведені дослідження показали перспективність застосування в технології вирощування пшениці озимої комплексних поліфункціональних препаратів на різних фонах мінерального живлення. Використання біологічних препаратів сприяло мобілізації і оптимізації живлення рослин пшениці озимої, поліпшенню у них ростових процесів і формуванню високої зернової продуктивності.

Використана література

1. Биорегуляция микробно-растительных систем: моногр. / Г. А. Иутинская и др.; под общей ред. Г. А. Иутинской, С. П. Пономаренко. Киев:

- Ничлава, 2010. 464 с.
2. Моргун В. В., Курчий Б. А. Продовольствие XXI века: нерешенные проблемы, неотложные задачи. Физиология и биохимия культурных растений. 2003. Т. 35. № 4. С. 281–294.

3. Калінчик М. В., Шовкалюк В. С., Калінчик І. М. Стабілізація виробництва зерна в Україні. *Економіка АПК*. 2004. № 4. С. 31–36.
4. Сайко В. Ф., Кравченко Л. О., Грицай А. Д. Інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур як основа підвищення біопродуктивності агроландшафтів і якості продукції рослинництва. *Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва*. Київ: Урожай, 1992. С. 155–158.
5. Пшениця озима в зоні Степу, кліматичні зміни та технології вирощування / А. В. Черенков та ін.; за ред. А. В. Черенкова. Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2015. 548 с.
6. Лихочвор В. В. Озима пшениця. Шляхи підвищення врожайності. *Зерно і хліб*. 2001. № 2. С. 16–25.
7. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / В. В. Волкогон та ін. Київ: Аграр. наука, 2006. 312 с.
8. Федоров В. М. Биосфера – земледелие – человечество. Москва: Агропромиздат, 1990. 239 с.
9. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство. Кишинев: Штиинца, 1990. 432 с.
10. Созінов О. О. Агроєкологія – філософія сільськогосподарства ХХІ століття. *Вісн. аграр. науки*. 1997. № 9. С. 61–67.
11. Дядечко М. П., Падій М. М., Шелестова В. С., Дегтярьов Б. Г. Основи біологічного методу захисту рослин / за ред. М. П. Дядечка. Київ: Урожай, 1990. С. 272.
12. Волошина Н. М. Ефективність біопрепаратів нового покоління для захисту польових культур. *Сучасні інтенсивні технології в рослинництві в умовах Північного Степу України*: матеріали конф. присвяченої 10-й річниці заснування кафедри загального землеробства КНТУ). Кіровоград, 2007. С. 23–26.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
14. Куперман Ф. М., Мурашев В. В., Ананьева Л. В. Методические указания по определению потенциальной и реальной продуктивности пшеницы. Москва: ВАСХНИЛ, 1978. 46 с.
- dustrial complex], 4, 31–36. [in Ukrainian]
4. Sajko, V. F., Kravchenko, L. O., Ghrycaj, A. D. (1992). *Intensyvni tekhnologhiji vyroshhuvannya sil'skoghospodars'kykh kul'tur yak osnova pidvyshhennja bioproduktyvnosti aghrolandshaftiv i yakosti produkciiji roslynnytva*. *Vyroshhuvannya ekologhichno chystoji produkciiji roslynnytva* [Intensive technologies of growing crops as a basis for increasing the bio-productivity of agro-landscapes and the quality of crop production. Growing ecologically pure crop production]. Kyiv: Urozhaj, 155–158. [in Ukrainian]
5. Cherenkov, A. V., Nesterecj, V. Gh., Solodushko, M. M., Jaroshenko, S. S. et al. (2015). *Pshenyca ozyma v zoni Stepu, klimaty chnizminy ta tekhnologhiji vyro-shhuvannya* [Winter wheat in the Steppe zone, clima-techange and growing technology]. A. V. Cherenkov (Ed.). Dnipropetrovsk: Nova ideologhia. [in Ukrainian]
6. Lykhochvor, V. V. (2001). Winter wheat. Waysto in crease yields. *Zerno i khlib* [Grain and bread], 2, 16–25. [in Ukrainian]
7. Volkoghon, V. V., Nadkernychna, O. V., Kovalevsjka, T. M. et al. (2006). *Mikrobnipreparaty u zemlerobstvi. Teorija i praktyka* [Microbial preparations in agriculture. Theoria and practice]. Kyiv: Aghrarna nauka. [in Ukrainian]
8. Fedorov, V. M. (1990). *Byosfera – zemledelye – che-lovechestvo* [Biosphere – agriculture – humanity]. Moscow: Aghropromizdat. [in Russian]
9. Zhuchenko, A. A. (1990). *Adaptyvnoe rastenyevodstvo* [Adaptive crop science]. Kyshynev: Shtyynca. [in Russian]
10. Sozinov, O. O. (1997). Agroecology – the philosophy of agriculture of the XXI century. *Visnyk aghrarnoji nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 9, 61–67. [in Ukrainian]
11. Djadechk, M. P., Padij, M. M., Sheljestova, V. S., Deghtjarjov, B. Gh. (1990). *Osnovy biologhichnogho metodu zakhystu roslyn* [Fundamentals of the biological method of plant protection]. M. P. Diadechka (Ed.). Kyiv: Urozhai. [in Ukrainian]
12. Voloshyna, N. M. (2007). Effectiveness of new generation biopreparation sfor the protection of field crops. *Suchasni intensyvni tekhnologhiji v roslynnytvi v umovakh Pivnichnogho stepu Ukrajiny* [Modern intensive technologies in plant growing in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine]: materials of the conference devoted to the 10-th anniversary of the founding of the Department of General Farming KNTU. (pp. 23–26). Kirovograd, Ukraine. [in Ukrainian]
13. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opvta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov isledovaniy* [Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results] (5th ed. rev.). Moscow: Ahropromizdat. [in Russian]
14. Kuperman, F. M., Murashev, V. V., Ananjjeva, L. V. (1978). *Metodycheskye ukazanyja po oprede-lenyyu potencyalnoj y realnoj produktyvnosti pshenyсы*. [Methodical instructions for determining the potential and real productivity of wheat]. Moscow: VASKhNYL. [in Russian]

Reference

1. Iutynska, G. O., Ponomarenko, S. P. (2010). *Bioreguliatsiia mikrobnno-rastitelnykh sistem* [Bioregulation of microbialplant systems]. G. O. Iutynska, S. P. Ponomarenko (Eds.). Kiev: Nichlava. [in Russian]
2. Morghun, V. V., Kurchyj, B. A. (2003). Food of the XXI century: unsolved problems, immediate tasks. *Fiziologiiia i biokhimiia kulturnykh rastenii* [Physiology and biochemistry of cultivated plants], 35, 4, 281–294. [in Russian]
3. Kalinchyk, M. V., Shovkaljuk, V. S., Kalinchyk, I. M. (2004). Stabilization of grain production in Ukraine. *Ekonomika APK* [Economy of agroin-

Ярошенко С. С. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на формирование зерновой продуктивности пшеницы озимой в северной Степи Украины. Зерновые культуры. 2018. Т. 2. № 1. С. 245–251.

Государственное учреждение Институт зерновых культур НААН, ул. Владимира Вернадского, 14, г. Днепр, 49027, Украина

Освещены особенности действия и взаимодействия минеральных удобрений и биопрепаратов на структуру урожая и зерновую продуктивность пшеницы озимой. Установлено, что под влиянием комплексных полифункциональных биопрепаратов (КБП1, КБП2) параметры развития растений приближаются к оптимальному состоянию. За период исследований (2011–2015 гг.) получен высокий уровень зерновой продуктивности пшеницы озимой – средняя урожайность составляла 4,87 т/га. Максимальную урожайность (6,10 т/га) пшеница озимая сформировала на фоне внесения минеральных удобрений в дозе $N_{65}P_{60}K_{60}$ с применением комплексного биологического препарата (КБП2). В целом на удобренном фоне урожай пшеницы озимой варьировал в пределах от 4,27 до 6,10 т/га, достигая своего максимального значения под влиянием биопрепарата КБП2. С повышением уровня питательного режима от $N_{65}P_{15}K_{15}$ до $N_{65}P_{60}K_{60}$ урожайность пшеницы озимой увеличивалась и в случае применения препарата витавакс 200ФФ в среднем колебалась в пределах 4,40–5,83 т/га. За счет обработки семян пшеницы озимой биологическими препаратами КБП2, КБП1, 10702 урожайность варьировала от 4,64; 4,58; 4,56 до 6,10; 6,02; 5,99 т/га соответственно.

Ключевые слова: пшеница озимая, минеральные удобрения, биопрепараты, урожайность, зерно.

Yaroshenko S. S. The influence of mineral fertilization and biopreparations on the formation of grain productivity of winter wheat in the Northern Steppe of Ukraine. Grain Crops. 2018. 2 (2). 245–251.

SE Institute of Grain Crops of National Academy of Agrarian Sciences, 14 Volodymyr Vernadskyi Str., Dnipro, 49027, Ukraine

In light of current environmental concerns, changing weather patterns, diminishing world wheat reserves, and an ever increasing global population to feed, one would assume that winter wheat production in the Steppe zone would be widely embraced.

This paper reviews a research and development program initiated with the objective of expanding production of winter wheat in the Steppe zone.

The features of action and interaction of biological products and mineral fertilizers and their influence on the structure of the crop and grain productivity of winter wheat are highlighted. It is established that under the influence of experimental complex multifunctional biological products (CBP1, CBP2) the regulation of plant development parameters is close to the optimal state. During the research period (2011–2015), a high level of grain productivity of winter wheat with an average yield of 4.87 t/ha was obtained. On the background of fertilizers ($N_{35} + N_{30}$) $P_{15}K_{15}$ the maximum increase in yield is 8.6 % of control (4.27 t/ha) was obtained in variant CBP2. With increasing the nutritional background ($N_{35} + N_{30}$) $P_{30}K_{30}$ above the preparation contributed to the growth of the crop by 9.6 % compared to the control.

A further increase in the nutrient regime ($N_{35} + N_{30}$) $P_{60}K_{60}$ guaranteed an increase in grain productivity of winter wheat, but crop growth under the action of biological products gradually decreased.

At the same time, on the fertilized background, the yield was 3.76 t/ha of winter wheat has formed the seed treatment preparation, 10702, where the average yield for these biological products exceeded the control by 0.14 t/ha. In the ranking of a biological preparation to influence the yield of winter wheat on a constant, ($N_{30} + N_{35}$) $P_{15}K_{15}$ took first place with the integrated preparation CBP2 resulting in 4.64 t/ha, then CBP1 resulting in 4.58 t/ha, 10702 – 4.56 t/ha, SB – 4.47 t/ha, biopolyucide – 4.47 t/ha and the variant 01-1 – 4.46 t/ha. The minimum result was obtained with the variant of seed treatment of KL, here the grain productivity of winter crops was equal to the control – 4.27 t/ha. The same trend was observed on other constants of fertilizer. Thus, the best results were obtained where CBP2, CBP1 and 10702 variants were used.

Studies have shown the prospects with the application of this technology of growing winter wheat complex multifunctional biological products on different backgrounds of mineral nutrition. The use of biological products contributed to the mobilization and optimization of the nutrition of winter wheat plants, improved their growth processes, and resulted in the formation of high grain productivity.

Key words: winter wheat, mineral fertilizers, biological products, yield, grain.