

ВПЛИВ МІКРОДОБРИВ ТА БАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Коваленко О.А., доктор с.-г. наук, доцент
Гамаюнова В.В., доктор с.-г. наук, професор
Хоненко Л.Г., кандидат с.-г. наук, доцент
Іванова І.В., магістр

Миколаївський національний аграрний університет

Удосконалення технології вирощування ячменю озимого і упровадження відповідних агрозаходів, що забезпечують прибутковість культури і її екологічність, є актуальним і має велике практичне значення. Одним із таких прийомів є застосування рістрегулюючих речовин. Однак, запропоновані нині виробництву нові синтетичні та природні препарати потребують всебічної перевірки. Масштаби можливого застосування таких препаратів визначаються ефективністю їх дії, а також біологічною, технологічною, екологічною й економічною оцінками. Отримана у таких дослідах інформація дозволить провести об'єктивне порівняння запропонованих препаратів у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах і розробити технологію їх застосування [1].

Позитивна дія мікроелементів полягає в тому, що вони приймають участь в окислювально-відновлювальних процесах, вуглеводному та азотному обміну, підвищують стійкість рослин до хвороб і несприятливим умовам середовища. Під впливом мікроелементів та бактеріальних препаратів в листках рослин збільшується вміст хлорофілу, покращується фотосинтез, посилюється асимілююча діяльність всієї рослини [1, 2].

Багато мікродобрив збагачують також мікробними ценозами для кращої ефективності та регуляції росту рослин. Характер впливу мікроорганізмів на рослини носить також стимулюючу дію. Вона відбувається за рахунок продукування фізіологічно активних речовин – регуляторів росту рослин різної хімічної природи. Регулятори росту рослин, як природні так і синтетичні сполуки, широко використовуються для обробки рослин з метою поліпшення якості рослинного матеріалу, збільшення врожаю, полегшення його збирання і зберігання [3, 4, 5].

Значні розбіжності у величинах прибавки врожаю і їх відсутності спостерігаються при застосуванні регуляторів росту рослин, та бактеріальних препаратів. Очевидно, причиною таких розбіжностей є різні агрофони, сортова чутливість культур, вплив кліматичних факторів тощо [6]. Зазначається [7], що *Azospirillum spp.*, *Bacillus spp.*, *Pseudomonas putida*, *P. fluorescens* синтезують регулятори росту і ферменти. При інокуляції цими штамми покращувався врожай рослин.

Бактерії з роду *Pseudomonas* виявляли позитивний вплив на ріст і розвиток рослин, їх врожайність при передпосівній інокуляції насіння пшениці, кукурудзи і інших рослин [8].

Запатентовано спосіб, який передбачає обробку насіння зернових культур

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ

У ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВА ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЯ (25 травня 2022 р.)

перед посівом бактеріями *Arthrobacter* або фільтратом культури цих бактерій [9]. Спосіб розроблений з використанням насіння ячменю. Спосіб дозволяє стимулювати ріст коренів зернових культур без механічного впливу і використання хімічних речовин, не пов'язаний з великими затратами і забезпечує стабільність стимулювання.

Таким чином, нашим завданням було дослідити дію мікродобрив при вирощуванні ячменю озимого в ґрунтово-кліматичних умовах зони Південного Степу України. Отримані дані дозволять уточнити і рекомендувати виробництву ефективні й екологічно безпечні препарати, які забезпечують у сформованих економічних умовах одержання високих і стабільних врожаїв зерна даної культури.

Ґрунт дослідного поля представлено чорноземом південним, важкосуглинисті, малогумусні, залишковосолонцюваті на лесах. Характерною ознакою цих ґрунтів є невелика потужність гумусового горизонту (до 36 см). На глибині 60-70 см залягає карбонатна порода. Нагромадження вуглекислого Са і Mg спостерігається у вигляді білих плям. Ґрунтовий профіль диференційований на верхній гумусовій горизонт, верхній та нижній перехідні горизонти до материнської породи і безпосередньо материнську породу. Гумусовий горизонт має темно-сіре забарвлення, рихлий, пилювато-грудочкуватий, важко суглинковий. Перехід між горизонтами поступовий. Середній вміст гумусу в орному (0-30 см) шарі ґрунту – 3,2 % (за Тюрінім), нітратного азоту – 0,17-1,35 (за допомогою іонселективного електроду), рухомого фосфору – 3,19-4,05 (за Мачигінім), обмінного калію – 22,0-32,0 мг на 1 кг ґрунту (за Гусейновим і Протасовим). За вмістом рухомих елементів живлення ґрунт дослідної ділянки характеризується недостатнім вмістом рухомого азоту, підвищеним вмістом рухомого фосфору і високим вмістом рухомого калію.

Агротехніка вирощування культури в досліді була загальновизнаною для Степу України. Ячмінь озимий розміщували по гороху. Основний обробіток ґрунту здійснювали шляхом лущення стерні на 6-8 см (ЛДГ-15). Через 14 днів використовували оранку на глибину 25-27 см. Далі виконували культивуацію та боронували важкими зубовими боронами. В день посіву проводили одну передпосівну культивуацію на глибину 6-8 см з одночасним боронуванням легкими боронами. Під передпосівну культивуацію вносили повне мінеральне добриво в дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$. Перед сівбою насіння протруювали препаратами згідно схеми досліду. Одразу після культивуації сіяли ячмінь озимий звичайним рядковим способом. Норма висіву – 4 млн. схожих насінин на 1 га із загортанням насіння на глибину 5-7 см. Сівбу проводили за допомогою сівалки СЗ-3,6. Для підвищення польової схожості і дружнього проростання насіння проводили післяпосівне прикочування посівів кільчасто-шпоровими котками (ЗККШ-6). Збирали ячмінь у фазі воскової стиглості, застосовуючи пряме комбайнування. Після збирання зерно очищали і підсушували на току.

Польові досліді були закладені відповідно до загальноприйнятої методики польового експерименту та проводилися на протязі 2019-2021 років. У досліді вивчали вплив хімічних, біологічних препаратів та мікродобрив на продуктивність ячменю озимого [2]. У дослідженнях висівали сорт ячменю озимого Дев'ятий вал. Площа посівної ділянки – 72 м², облікової – 36 м², повторність триразова.

Схема досліду включала наступні варіанти: 1. Контроль (обробка водою 10 л/т); 2. Оракул насіння + Вітавакс 200ФФ (0,5+2,5 л/т) + Вода (7 л/т); 3. Реаком + Вітавакс 200ФФ (1,5+2,5 л/т) + Вода (6 л/т); 4. Росток + Вітавакс 200ФФ (3,0+2,5 л/т) + Вода (4,5 л/т); 5. Квантум зернові + Вітавакс 200ФФ (3,0+2,5 л/т) + Вода (4,5 л/т); 6. Біокомплекс БТУ-р + Вітавакс 200ФФ (3,0+2,5 л/т) + Вода (4,5 л/т); 7. Нано-Мінераліс + Вітавакс 200ФФ (0,05+2,5 л/т) + Вода (7,45 л/т); 8. Вітавакс 200ФФ (2,5 л/т) + Вода (7,5 л/т); 9. Оракул насіння (0,5 л/т) + Вода (9,5 л/т); 10. Реаком (3,0 л/т) + Вода (7,0 л/т); 11. Росток (3,0 л/т) + Вода (7,0 л/т); 12. Квантум зернові (3,0 л/т) + Вода (7,0 л/т); 13. Біокомплекс БТУ-р (3,0 л/т) + Вода (7,0 л/т); 14. Нано-Мінераліс (0,05 л/т) + Вода (7,0 л/т).

Проведення досліджень супроводжувалося аналізом рослинних зразків, спостереженнями за динамікою росту та розвитку рослин. Всі спостереження проводили в двох несуміжних повтореннях. Спостереження, аналізи та обліки проводили відповідно до загальноприйнятих методик [10-13].

Серед заходів, що забезпечують підвищення урожайності зернових культур слід відмітити передпосівну підготовку насіння, що є досить ефективним, економічно вигідним та дієвим прийомом в успішному вирощуванні зерна. Отримані нами результати свідчать про тенденцію підвищення довжини ростка у варіантах із застосуванням різних препаратів на 0,1-2,6 см порівняно з контролем.

У середньому за два роки найвища зимостійкість як рослин, так і пагонів була відмічена у варіантах 3, 5, 6 із обробкою насіння Реаком + Вітавакс 200ФФ, Квантум зерновий + Вітавакс 200ФФ та Біокомплекс БТУ-р + Вітавакс 200ФФ – відповідно 82-83 та 79-80 %.

Врожай рослин, передусім, визначається розмірами та продуктивністю роботи листя, яке в процесі росту повинно якомога скоріше досягти оптимального розміру [13]. Одним із факторів, що регулює величину площі асиміляційної поверхні, є створення найсприятливіших умов росту й розвитку, аби рослини сформували оптимальну площу листкового апарату для ефективної фотосинтетичної діяльності [14]. На думку деяких авторів [13, 15], для досягнення урожайності 3,7-4,0 т/га зерна посіви повинні мати у фазу колосіння площу листків 34-35 тис. м² на 1 га. Наші дослідження показали, що у фазу колосіння площа листкового апарату ячменю озимого досягала найбільшої величини і залежно від їх варіанту становила 19,3-41,8 тис. м² на 1 га.

Цей показник наближався до оптимального значення за обробки насіння Вітавакс 200ФФ, Біокомплекс БТУ-р + Вітавакс 200ФФ, Реаком + Вітавакс 200ФФ (вар. 8, 6, 3).

У середньому за вегетацію найбільш потужний листковий апарат формували рослини у варіантах 3 та 6 (Реаком + Вітавакс 200ФФ та Біокомплекс БТУ-р + Вітавакс 200ФФ) – 29,2-30,8 тис. м²/га (середнє за 2020-2021 рр.). Найменшою площею листя характеризувалися рослини у варіантах 12, 13, 14 – від 13,7 до 17,2 тис. м²/га.

Біологічне значення розмірів листкової поверхні, передусім, полягає в тому, що від них залежить ступінь поглинання посівами фотосинтетичної активної радіації (ФАР). А тому для характеристики потужності асиміляційного апарату прийнято визначати фотосинтетичний потенціал (ФП) – величину, що характеризує

можливість посівів використовувати для фотосинтезу ФАР [15, 16]. Ряд авторів вважає, що високопродуктивні посіви мають ФП не менше 2,2-3,0 млн. м² за добу в розрахунку на 100 днів фактичної вегетації [14, 15, 16].

Наші розрахунки показали, що в процесі росту й розвитку рослин ячменю озимого показник фотосинтетичного потенціалу також суттєво залежав від варіантів досліду.

Найбільший рівень фотосинтетичного потенціалу за весь період вегетації формувалася у варіантах 3 та 6 (Реаком + Вітавакс 200ФФ та Біокомплекс БТУ-р + Вітавакс 200ФФ) – 2322-2856 тис. м²/га за добу на 1 га (середнє за 2020-2021 рр.).

Саме на цих варіантах даний показник становив або наближався до оптимальної величини, що обумовлено більшим розміром листкової поверхні. У варіантах 12 та 14 (обробка насіння препаратами Квантум зерновий та Нано-Мінераліс) ФП був меншим за контроль на 5,0-14,5 %, інші варіанти підвищували величину даного показника за вегетацію порівняно із контролем на 11,1-38,9 %.

Важливим показником асиміляційної діяльності в посівах є також чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), що характеризує інтенсивність накопичення сухої речовини врожаю протягом доби в розрахунку на 1 м² листкової поверхні рослин.

Деякі автори [13, 16] стверджують, що максимальний розвиток листкового апарату, площа якого значно перевищує площу посіву, призводить до зниження чистої продуктивності фотосинтезу. Тобто цей показник знаходиться у певному зворотному зв'язку із розміром листкової поверхні, що підтвердилося і даними наших спостережень.

Аналіз динаміки чистої продуктивності фотосинтезу показав, що вона коливається впродовж вегетації, набуваючи максимального значення з періоду колосіння ячменю озимого – від 5,4 до 6,7 г/м² за добу, тоді як у фазу виходу в трубку цей показник становив від 2,8 до 3,3 г/м² за добу, а у фазу кущіння – від 2,3 до 2,8 г/м² за добу. О.О. Ничипорович [13] аргументує це інтенсивнішою асиміляцією молодих листків і більшою її тривалістю роботи протягом доби. Площа листків у цей час близька до оптимальної, що поліпшує умови освітлення і не викликає затінення рослин.

За весь вегетаційний період ЧПФ у варіантах, де спостерігалася більша площа листків та вищий фотосинтетичний потенціал порівняно до контролю була нижчою. Отже, у цих варіантах взаємне затінення листків внаслідок формування їх більшої площі в посіві призводить до зниження продуктивності фотосинтезу.

Урожайність сільськогосподарських культур – підсумковий узагальнюючий показник ефективності їх вирощування, важливою характеристикою є не тільки величина врожайності, а й сталість її за роками. У наших дослідках урожай зерна ячменю озимого залежав не тільки від досліджуваних препаратів, а й від погодних умов років вирощування.

Так, у менш сприятливому за погодними умовами вегетаційному періоді 2019-2020 рр. цей показник у середньому по досліді становив 3,04 т/га із варіацією від 2,43 до 4,34 т/га. Вегетаційний період 2020-2021 рр. був більш сприятливим і за вологозабезпеченістю, і за характером зими, тому урожайність культури була вищою на 1,23 т/га та варіювала у межах від 4,29 до 5,75 т/га залежно від варіантів

дослідю.

У середньому ж за два роки ячмінь озимий сформував три відмінні рівні продуктивності. Перший рівень одержано у варіантах із урожайністю від 4,90 до 5,05 т/га, що достовірно вище за врожай на контрольному варіанті на 0,71-0,86 т/га. Зокрема, найвищий врожай був отриманий у таких варіантах дослідю (варіанти 3, 5, 6, 8, 10): при обробці насіння препаратами Вітавакс 200ФФ, Реаком, Реаком + Вітавакс 200ФФ, Квантум зерновий + Вітавакс 200ФФ та Біокомплекс БТУ-р + Вітавакс 200ФФ. Серед цих варіантів найвища врожайність спостерігалася у 6 варіанті. Другий рівень продуктивності одержано у варіантах (2, 4, 7, 9, 11) – 4,72-4,82 т/га, достовірний приріст урожаю становив 0,53-0,63 т/га порівняно із контролем, але при порівнянні між собою показники урожайності були у межах похибки дослідю.

Третій рівень продуктивності був сформований у варіантах 12, 13, 14 при однобічному використанні препаратів Квантум зерновий, Нано-Мінераліс, Біокомплекс БТУ-р – врожайність тут була меншою за контроль або без достовірного перевищення над контрольним варіантом.

Регулятори росту, бактеріальні та мікродобрива також впливали на зміну структурних показників урожаю.

Під їх дією висота рослин збільшувалася на 1,3-10,2 см (окрім варіантів 12 та 14). Найбільш високорослими були рослини у варіанті 6 – висота їх складала 86,2 см у середньому за два роки. Рослини у цьому варіанті мали також високу кількість зерен у головному колосі (21,5 шт.). У варіантах 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10 рослини мали найбільший коефіцієнт продуктивного кушення – 2,0.

Обробка насіння такими препаратами як Росток, Оракул насіння, Реаком та Вітавакс 200ФФ, а також суміші таких препаратів, як Нано-Мінераліс, Біокомплекс БТУ-р, Квантум зерновий, Реаком, Оракул насіння із Вітавакс 200ФФ також збільшували показник маси 1000 зерен на 1,7-2,8 г порівняно із контрольним варіантом.

У середньому по дослідю найвища індивідуальна продуктивність рослин спостерігалася у варіантах 6 та 3 – за обробки насіння такими препаратами, як Біокомплекс БТУ-р + Вітавакс 200ФФ (3,0+2,5 л/т) та Реаком + Вітавакс 200ФФ (3,0+2,5 л/т).

Таким чином, для забезпечення високого приросту врожайності зерна ячменю озимого сорту Дев'ятий вал на чорноземах південних Степу України, з метою підвищення схожості, зимостійкості, урожайності зерна, досить ефективним є використання сучасних мікродобрив та бактеріальних препаратів сумісно з хімічними препаратами (Вітавакс 200ФФ) для інкрустації насінневого матеріалу, які за найменших витрат на їх закупівлю та внесення забезпечують урожайність на рівні 3,0-4,0 т/га, зниження витрат праці та коштів на виробництво одиниці продукції, а, значить і високу економічну ефективність вирощування культури.

Список використаної літератури

1. Гамаюнова В.В., Коваленко О.А., Хоненко Л.Г. Сучасні підходи до ведення землеробської галузі на засадах біологізації та ресурсозбереження. *Раціональне використання ресурсів в умовах екологічно стабільних територій* :

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ

У ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВА ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЯ (25 травня 2022 р.)

кол. моногр. Полтава : ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2018. С. 232–342.

2. Нагірний В.В. Вплив строків сівби та мікродобрив на продуктивність сортів ячменю озимого в умовах Півдня України. – *Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук (доктора філософії) за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво*. Херсонський державний аграрно-економічний університет, Херсон, 2020. 208 с.

3. Коваленко О.А. Агроекологічне обґрунтування та розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах Півдня України. – *Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво*. Херсонський державний аграрно-економічний університет, Херсон, 2021. 592 с.

4. Крамаров С., Артеменко С., Сидоренко Ю. Хелатные удобрения и их применение. *Зерно*. 2012. №1. С.79-85.

5. Анішин Л. Біостимулятори: урожай, якість та валові збори озимої пшениці. *Новини захисту рослин*. № 3. 1998. С. 12-14.

6. Вакуленко В.В. Регуляторы роста растений для предпосевной обработки семян. *Защита и карантин растений*. № 8. 1998. С. 44.

7. Стимуляторы роста организмов. Вильнюс, 1969. С. 111.

8. Kloepper J. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. *Trends Biotechnol.* 1989. №1. P. 39-44.

9. Vancura V. Inoculation of plants with *Pseudomonas putida*. *Interrelationships Between Microorganisms and Plants Soil: Proc. Int. Symp., Liblica, June 22-27, 1987. Praha*. 1989. P. 185-190.

10. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. К., 2000. 100 с.

11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

12. Ларионов Ю.С. Оценка урожайных свойств и урожайного потенциала семян зерновых культур. Челябинск, 2000. 100 с.

13. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 330 с.

14. Formation of photosynthetic and grain yield of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) depend on varietal characteristics and plant growth regulators / M. Panfilova and other. *Agronomy Research*. 2019. Vol. 17 (2). P. 608-620.

15. Шатилов И.С. Фотосинтетический потенциал и урожай зерновых культур. *Изв. ТСХА*, 1979, Вып. 3. С.18.-30.

16. Жемела Г.П., Шевніков Д.М. Фотосинтетична продуктивність посівів пшениці твердої ярої залежно від мінеральних добрив та біопрепаратів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. № 3. С. 36–40.