

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу  
**Породька Максима Анатолійовича на тему «Формування продуктивності ячменю ярого залежно від елементів адаптивної технології вирощування в Правобережному Лісостепу»**, подану на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство за спеціальністю 201 Агрономія

Дисертаційне дослідження виконано в Національному науковому центрі «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України». Робота написана українською мовою. Складається зі вступу, анотацій, 7 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, додатків, списку використаних джерел, який налічує 303 найменувань, із них 30 латиницею. Робота містить 47 таблиць та ілюстрована 7 рисунками. Робота викладена на 230 сторінках друкованого тексту.

Вибрана тема є актуальною для вітчизняної аграрної науки і виробництва. Наукові положення обґрунтовані і достовірні, одержані експериментальні дані мають наукову новизну, висновки – значимість для аграрного виробництва.

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** Виробництво зерна в Україні завжди було і нині залишається пріоритетною галуззю сільського господарства та відіграє важливу роль у підтриманні економіки та продовольчої безпеки держави та світу. Україна є важливим експортером зерна, невпинно задовольняючи зростаючий попит на високоякісне зерно на внутрішньому та світовому ринках.

Серед зернових колосових культур друге місце після пшениці озимої займає культура ячменю ярого як харчова, зернофуражна і технічна культура. Така універсальність і визначила особливе місце його у вітчизняному агропромисловому виробництві. Але нажаль посівні площі під цією культурою мають негативну динаміку на зменшення, а обсяги виробництва зерна ячменю – нестабільні. Тому постійно зберігає актуальність забезпечення наукового супроводу збільшення валових зборів зерна ячменю завдяки підвищенню врожайності, дослідження різних агротехнічних заходів, які спрямовані на максимальну реалізацію генетичного потенціалу та стійкість до впливу несприятливих абіотичних і біотичних чинників.

Тому не викликає сумнівів актуальність обраної теми дисертаційного дослідження Породька М.А.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертація є результатом виконання автором наукової роботи впродовж 2018–2020 рр., що була складовою тематики досліджень ННЦ «Інститут землеробства НААН» програм наукових досліджень НААН 14 «Технології вирощування зернових культур. Селекція кукурудзи і сорго» відповідно до завдання «Формування високопродуктивних ценозів зернових колосових культур і кукурудзи за адаптивних технологій вирощування в Лісостепу» (№ державної реєстрації 0116U002752).

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність.** Розроблені наукові положення, висновки і пропозиції виробництву мають теоретичне обґрунтування та підтверджені експериментальними дослідженнями. Аналізи та спостереження проведено у лабораторних і польових умовах. Достовірність отриманих результатів експериментів доведена їх статистичною обробкою з використанням комп'ютерних програм.

**Наукова новизна отриманих результатів.** Здобувачем уперше в умовах північної частини Правобережного Лісостепу України обґрунтовано особливості реалізації генетичного потенціалу ячменю ярого залежно від комплексного впливу факторів: попередників, удобрення, застосування стимуляторів росту та гідротермічних умов. За результатами ґрунтової та рослинної и визначено оптимальні рівні удобрення, в результаті чого вдосконалено адаптивну технологію вирощування ячменю ярого. З'ясовано особливості росту й розвитку рослин ячменю ярого, формування показників урожайності та якості зерна за різних моделей технології вирощування в умовах різних кліматичних змін, що характерно для останніх періодів. Встановлено ефективність комплексного застосування стимуляторів росту нового покоління з основними елементами технологічного процесу вирощування для підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів. Набули подальшого розвитку положення щодо проходження процесу онтогенезу рослинами ячменю ярого, формування параметрів фотосинтетичної діяльності посівів, елементів продуктивності, врожаю та якості зерна залежно від технологічних факторів у взаємозв'язку з погодними умовами

**Практичне значення дисертаційної роботи.** На основі отриманих результатів досліджень розроблено адаптивну технологію вирощування ячменю ярого сорту Віраж, яка дає змогу реалізувати генетичний потенціал на рівні 4,88 т/га зерна, забезпечує прибуток 14,21 тис. грн/га. Результати досліджень впроваджено впродовж 2021–2023 рр. у ДПДГ «Олександрівське» ННЦ «ІЗ НААН» (с. Олександрівка Гайсинського району Вінницької області) на загальній площі 300 га (2021 р. – 80 га, 2022 р. – 120 га, 2023 р. – 100 га). За рекомендованих технологій вирощування урожайність ячменю ярого зростала на 1,1–1,3 т/га залежно від погодних умов року впровадження, що дозволило отримати додатковий прибуток від 3800 до 5200 грн/га.

За результатами досліджень отримано патент України «Спосіб удосконалення технології вирощування ячменю ярого в умовах Лісостепу України» (2021 р.).

**Особистий внесок здобувача.** Дисертація є самостійним дослідженням здобувача, яке виконано впродовж 2018–2020 рр. Здобувачем розроблено схему проведення досліджень, опановано методики досліджень, виконано опрацювання наукової літератури згідно з тематикою досліджень, проведено польові та лабораторні досліди, узагальнено результати досліджень та здійснено статистичну їх обробку, підготовлено до друку наукові статті та здійснено впровадження у виробництво основних результатів роботи.

## **Загальний аналіз розділів дисертаційної роботи**

У вступній частині дисертаційної роботи окреслено наукову проблему, обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету і завдання досліджень, наукову і практичну новизну одержаних результатів, задекларовано особистий внесок здобувача. Подано відомості про апробацію матеріалів дисертації на наукових всеукраїнських і міжнародних конференціях, наведено перелік публікацій, структуру і обсяг дисертації.

У Розділі 1 **«ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (огляд літератури)»** (с. 23–48) наведено аналіз літературних джерел щодо значення, напрямів та сучасного стану інтенсифікації виробництва зерна ячменю ярого. За матеріалами Держстат України доволі детально проаналізовано вирощування ячменю ярого в Україні за період 1995–2021 рр. та зроблено висновок щодо негативної тенденції зменшення посівних площ під цією культурою та низький рівень врожайності. Надано результати досліджень вітчизняних вчених щодо впливу таких елементів агротехнологій як попередник, система удобрення та застосування стимуляторів росту рослин на врожайність ячменю ярого. Здобувачем визначено, що технології вирощування ячменю ярого потребують удосконалення за рахунок підбору кращого попередника, застосування ефективної системи удобрення культури, використання стимуляторів росту і мікродобрив для підвищення адаптації рослин до змін клімату та максимальної реалізації генетичного потенціалу культури в умовах північної частини Правобережного Лісостепу України.

У Розділі 2 **«УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ»** (с. 49–63) наведено характеристику місця і умов проведення польових дослідів із детальним описом погодних умов у роки досліджень. Зазначено, що польові дослідження проведено у Правобережному Лісостепу України впродовж 2018–2020 рр. в умовах стаціонарного досліду відділу технологій зернових колосових культур ННЦ «Інститут землеробства НААН» із дотриманням усіх необхідних вимог. Здобувачем визначено багатофакторний дослід із вивчення особливостей формування продуктивності ячменю ярого залежно від елементів адаптивної технології вирощування та погодних умов.

Подано характеристику сорту ячменю ярого Віраж селекції Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла НААН, мікродобрива (Біфоліар МікроПлант) і стимуляторів росту рослин (Регоплант, Стимпо).

Загалом наведені матеріали, методи та умови досліджень відповідають поставленій меті і завданням досліджень.

У Розділі 3 **«ОСОБЛИВОСТІ ВОДОСПОЖИВАННЯ ТА РЕЖИМУ ЖИВЛЕННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВИРОЩУВАННЯ»** (с. 64–96) представлено результати досліджень запасів продуктивної вологи в

грунті впродовж вегетаційного періоду ячменю ярого залежно від погодних умов, попередника та удобрення, інтенсивність водоспоживання рослинами ячменю, а також забезпеченість ґрунту елементами живлення, оцінка рівня збалансованості живлення рослин та потреби в макроелементах в окремі періоди вегетації рослин ячменю ярого залежно від удобрення.

Встановлено, що запаси продуктивної вологи у ґрунті більшою мірою залежать від погодних умов, ніж від попередника та технологій вирощування ячменю ярого. Проте, у варіанті досліду вирощування ячменю ярого після кукурудзи на зерно, внесення мінеральних добрив ( $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$  кг/га д.р.) на фоні заробки побічної продукції попередника і застосування стимуляторів росту запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–60 см були найвищі і становили на I етапі органогенезу – 99,5 мм, IV етапі – 85,1, IX – 31,1, XI етапі – 41,8 мм.

Визначено, що внесення добрив сприяло ефективнішому використанню запасів продуктивної вологи і знижувало коефіцієнти водоспоживання. За рахунок внесення різних доз мінеральних добрив відмічали зменшення коефіцієнта водоспоживання на 33–301 м<sup>3</sup>/т за вирощування після сої і 90–665 м<sup>3</sup>/т за вирощування після кукурудзи на зерно, що свідчить про ефективніше використання вологи рослинами ячменю на удобрених варіантах порівняно з контролем. Найекономніше водоспоживання (375 м<sup>3</sup>/т зерна) рослин ячменю ярого фіксували після попередника кукурудза на зерно з внесенням мінеральних добрив  $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$  кг/га д.р.

Внесення  $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$  на фоні побічної продукції попередника (соя, кукурудза на зерно) забезпечувало наближення до оптимальних умов забезпечення рослин легкогідролізними сполуками азоту. Натомість найвищі показники вмісту рухомих сполук фосфору і калію у ґрунті були за внесення добрив у нормі  $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$  кг/га д.р. на фоні заорювання побічної продукції попередника. Зроблено висновок, що потреби рослин ячменю ярого в елементах живлення протягом вегетації найкраще забезпечували системи удобрення, які передбачали внесення мінеральних добрив  $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$  та  $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$  кг/га д.р. на фоні заорювання побічної продукції за обох попередників – індекс потреби в азоті був у межах 0,9–1,0, у фосфорі – 0,4–0,6, калії – 0,7–0,9 залежно від етапу органогенезу.

Узагальнені результати викладено у висновках № 1–3.

**У Розділі 4 «ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ДІЇ ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ»** (с. 97–128) здобувачем наведено результати досліджень та їх аналіз щодо особливостей проходження етапів органогенезу ячменю ярого залежно від погодних умов, формування густоти посівів та площі листкової поверхні, накопичення сухої речовини рослинами залежно від елементів технології вирощування культури (попередник, удобрення, стимулятори росту), а також вплив на фотосинтетичну активність рослин.

Встановлено, що погодні умови визначали тривалість і проходження етапів органогенезу ячменю ярого та впливали на реалізацію закладеного потенціалу

рослин в урожаї. Максимальну кількість стебел на XII етапі органогенезу як за вирощування після сої (847–863 шт./м<sup>2</sup>), так і після кукурудзи на зерно (847–857 шт./м<sup>2</sup>) ячмінь ярий формує за систем удобрення, які передбачають внесення мінеральних добрив N<sub>60</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>+ N<sub>60(IV)</sub> і N<sub>45</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>+ N<sub>45(IV)</sub> кг/га д.р. на фоні заорювання побічної продукції попередника та застосування стимуляторів росту. Дія стимуляторів росту на зменшення втрат стебел протягом вегетації ячменю ярого найактивніше проявляється у період із IV по IX етап органогенезу.

Максимальні показники індексу листової поверхні ячменю за вирощування після сої (5,16 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>) і після кукурудзи на зерно (5,24 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>) фіксували за застосування системи удобрення, яка передбачала внесення мінеральних добрив N<sub>60</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>+N<sub>60(IV)</sub> кг/га д.р. на фоні побічної продукції попередника та використання стимуляторів росту для передпосівної обробки насіння та позакоренево (на IV етапі органогенезу).

Максимального рівня накопичення сухої речовини за вирощування після сої (7,80–8,72 т/га) і після кукурудзи на зерно (8,46–9,52 т/га) рослини ячменю ярого досягають на XI етапі органогенезу за систем удобрення, які передбачають внесення мінеральних добрив N<sub>60</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>+N<sub>60(IV)</sub> кг/га д.р. або N<sub>45</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>+N<sub>45(IV)</sub> на фоні заорювання пожнивних решток попередника.

Найвищу фотосинтетичну активність посівів ячменю ярого забезпечувала технологія, яка передбачала вирощування культури після кукурудзи на зерно, внесення мінеральних добрив нормою N<sub>45</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>+N<sub>45(IV)</sub> кг/га д.р. на фоні заробляння побічної продукції попередника, використання стимуляторів росту для передпосівного оброблення насіння та позакоренево на IV етапі органогенезу, за якої посіви формували фотосинтетичний потенціал на рівні 2,16 млн м<sup>2</sup>/га·діб, що зумовило максимальну продуктивність фотосинтезу асиміляційної поверхні рослин – 4,59 г/м<sup>2</sup> за добу.

Узагальнені результати викладено у висновках № 4–7.

**У Розділі 5 «ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ АГРОЗАХОДІВ» (с. 129–150)** здобувач оцінює вплив різних агрозаходів на формування продуктивного стеблостою та врожайність ячменю ярого. Встановлено, що кількість продуктивних стебел на IX етапі органогенезу була вищою завдяки позитивному впливу стимуляторів росту та мінеральних добрив. Максимальні показники щільності продуктивного стеблостою фіксували у варіантах із застосуванням стимуляторів росту та внесення мінеральних добрив (N<sub>60</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>+N<sub>60(IV)</sub> або N<sub>45</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>+N<sub>45(IV)</sub> кг/га д.р.) на фоні побічної продукції – за вирощування після сої 750–783 шт./м<sup>2</sup>, після кукурудзи на зерно – 777–810 шт./м<sup>2</sup>.

Здобувач стверджує, що поєднання у технології вирощування ячменю ярого таких елементів як вирощування після кукурудзи на зерно, внесення мінеральних добрив (N<sub>45</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>+N<sub>45(IV)</sub> кг/га д.р.) на фоні заорювання пожнивних решток, застосування стимуляторів росту забезпечило формування оптимальних параметрів продуктивності колоса 0,65 г, які за щільності продуктивного

стеблостою 793 шт./м<sup>2</sup> забезпечують біологічну врожайність культури на рівні 5,15 т/га, що є максимальним у досліді.

Впродовж років досліджень найвищу урожайність зерна ячменю ярого на рівні 4,88 т/га було отримано у варіанті поєднання внесення мінеральних добрив (N<sub>(45+45)</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> кг/га д.р.) після попередника кукурудзи на зерно та застосування стимуляторів росту.

Узагальнені результати викладено у висновках № 8–9.

**Розділ 6 «ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО»** (с. 151–161) присвячено аналізуванню фізичних і біохімічних показників якості зерна ячменю ярого.

Встановлено, що внесення мінеральних добрив забезпечило формуванню маси 1000 зерен на рівні 47–49 г. Найбільший показник натурності зерна 648 г/л за попередника соя отримали на варіанті внесення добрив нормою N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>+N<sub>30(IV)</sub> кг/га д. р. Приріст відносно контролю склав 15 г/л. Після попередника кукурудза на зерно найвищу величину натурності зерна 645 г/л отримали за цієї ж системи удобрення на фоні застосування стимуляторів росту.

Найбільший вміст білка у зерні (14,83%) забезпечило поєднання у технології таких елементів як вирощування ячменю після попередника соя, внесення добрив у нормі N<sub>45</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>+ N<sub>45(IV)</sub> кг/га д. р та застосування стимуляторів росту. Водночас за вирощування після кукурудзи найвищий вміст білка (14,76%) було отримано за технології, яка передбачала внесення високих норм добрив N<sub>60</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>+N<sub>60(IV)</sub> кг/га д. р.

Вміст крохмалю у зерні зростав за зменшення доз мінеральних добрив. Найбільший його вміст 52,51% і 52,66% отримано в технології, де використовували лише побічну продукцію попередника.

Було визначено, що найбільший збір білка та крохмалю із зерном ячменю забезпечує технологія, яка передбачає внесення мінеральних добрив N<sub>45</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>+N<sub>45(IV)</sub> кг/га д.р. на фоні застосування побічної продукції та використання стимуляторів росту – за вирощування після сої – 0,65 і 2,16 т/га, за вирощування після кукурудзи на зерно – 0,67 і 2,44 т/га відповідно.

Узагальнені результати викладено у висновках № 10–11.

У Розділі 7 «ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО» (с. 162–170) здобувач наводить розрахунки економічної та енергетичної ефективності різних варіантів вирощування ячменю ярого. Результати свідчать, що вирощування ячменю після кукурудзи на зерно із внесенням N<sub>45</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> + N<sub>45(IV)</sub> на фоні застосування побічної продукції попередника та стимуляторів росту дає змогу отримати максимальний прибуток 14,21 тис. грн/га за рентабельності 94% і собівартості продукції 3089 грн/т.

Узагальнені результати викладено у висновку № 12.

Закінчується дисертація висновками (с. 171–174) і рекомендаціями виробництву (с. 175) – логічне завершення наукової роботи. Дванадцять висновків повною мірою у стислій формі відображають результати наукових досліджень і повторюють висновки після експериментальних розділів. Висновки обґрунтовані, направлені на вирішення завдання щодо визначення особливостей росту, розвитку рослин та продуктивності ячменю ярого залежно від попередника, рівня удобрення, застосування стимуляторів росту з метою удосконалення адаптивної технології вирощування культури з урахуванням ґрунтово-кліматичного потенціалу північної частини Правобережного Лісостепу України. У рекомендаціях виробництву запропоновано для господарств із різним рівнем забезпечення матеріально-технічними ресурсами поєднання різних елементів технології вирощування ячменю ярого, у т.ч. із застосуванням стимуляторів росту.

В цілому дисертаційна робота Породька Максима Анатолійовича заслуговує позитивної оцінки за обґрунтованість вибору теми дослідження, повноту викладу і аналіз експериментальних даних та практичної цінності отриманих результатів. Водночас вважаю за необхідне вказати на деякі дискусійні положення та побажання:

1. Етапи органогенезу ячменю варто було подати за міжнародною шкалою ВВСН. Також не обґрунтовано критичні етапи розвитку рослин ячменю, які потребують особливої уваги і застосування додаткових агрозаходів.

2. Потрібно розрахувати скільки надходить NPK у ґрунт після заорювання побічної продукції попередників сої та кукурудзи на зерно, що є важливим при оцінюванні забезпечення рослин ячменю макроелементами.

3. У розділі 3 здобувач обговорює врожайність ячменю, хоча окремий розділ 5 повністю присвячено продуктивності цієї культури.

4. Чим можна пояснити високий відсоток втрати стебел з IV по XII етап органогенезу у варіантах із внесенням мінеральних добрив після попередника сої (табл. 4.3)?

5. Здебільшого здобувач лише констатує позитивну дію стимуляторів росту без розкриття механізму їх впливу на рослину (причинно-наслідкові зв'язки). Наприклад, в чому полягає дія стимуляторів росту на зменшення втрат стебел протягом вегетації ячменю ярого у період із IV по IX етап органогенезу?

6. В чому полягають «особливості комплексного застосування стимуляторів росту нового покоління з основними елементами технологічного процесу вирощування ячменю»? (завдання 4, с. 20).

7. З огляду на проведені комплексні дослідження з урахування низки чинників та проведеним кореляційним аналізом варто було визначити основну причину недостатньої реалізації максимального рівня генетичного потенціалу ячменю ярого сорту Віраж.

8. Наявне використання застарілих термінів «обмінний калій», «легкогідролізний азот», а також некоректні вирази (наприклад, «фотосинтетична діяльність» (с. 119, 173), назви підрозділів (п. 3.3, 4.5) та рисунків (рис. 5.3).

9. Список використаних джерел майже на 40% представлено посиланнями на літературу старше 10 років.

