

## ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В ПІВНІЧНІЙ ЧАСТИНІ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

**М. А. ПОРОДЬКО**, науковий співробітник,

<https://orcid.org/0000-0001-5930-0508>

E-mail: mporodko279@gmail.com

*Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної  
академії аграрних наук України»*

[https://doi.org/10.31548/dopovidi4\(104\).2023.006](https://doi.org/10.31548/dopovidi4(104).2023.006)

***Анотація.** Актуальність. Ячмінь є зерновою культурою, яка не втрачає свого значення в умовах сьогодення. Однак технології, які використовуються нині в аграрному виробництві, не забезпечують максимальної реалізації генетичного потенціалу сучасних сортів ячменю ярого. Тому актуальним є пошук заходів інтенсифікації технологій вирощування культури, які дозволять підвищити урожайність і якість продукції, стабілізувати виробництво зерна, що сприятиме забезпеченню продовольчої безпеки України. Мета – встановити вплив застосування різних норм мінеральних добрив, стимуляторів росту на фоні різних попередників на урожайність і якість зерна ячменю ярого та визначити економічну ефективність технологічних процесів вирощування культури в умовах північної частини Правобережного Лісостепу. Методи. Під час проведення досліджень було застосовано метод польового дослідження, візуальний, зважувально-ваговий, розрахунковий та статистично-математичний, а також хіміко-аналітичні методи, що відповідають нормативній базі України. Результати. Дослідження, проведені протягом 2018-2020 рр. на темно-сірому опідзоленому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті в умовах північної частини Правобережного Лісостепу засвідчили, що найкращі умови для максимальної реалізації потенціалу сучасних сортів ячменю ярого забезпечує розміщення культури після кукурудзи на зерно, вирощеної на високих агрофонах удобрення. Встановлено високу ефективність застосування мінеральних добрив у технології вирощування ячменю ярого. У середньому за роки досліджень найвищу врожайність культури забезпечило внесення добрив нормою  $N_{(45+45)}P_{90}K_{90}$  на фоні застосування побічної продукції попередників - від 4,00 і 4,39 т/га за вирощування після сої до 4,34 і 4,88 т/га за вирощування після кукурудзи на зерно залежно від включення до технології вирощування такого фактора інтенсифікації як застосування стимуляторів росту. Внесення вказаної норми добрив забезпечує приріст урожайності до контролю на рівні від 1,52-1,83 т/га за вирощування після сої до 2,72-3,18 т/га – після кукурудзи на зерно. Відмічено поліпшення якісних показників зерна ячменю ярого за внесення підвищених доз мінеральних добрив. Модель технології, яка передбачала внесення  $N_{(45+45)}P_{90}K_{90}$  на фоні побічної продукції попередників та застосування стимуляторів росту забезпечує найбільший збір білка і крохмалю: за*

Породько М. А.

вирощування після сої - 0,65 і 2,16 т/га, після кукурудзи на зерно - 0,67 і 2,44 т/га відповідно. Розрахунки економічної ефективності підтверджують, що ця технологія дозволяє отримати прибуток на рівні 14206 грн/га за рентабельності 94%. Перспективи. У подальшому дослідження повинні бути спрямовані на удосконалення елементів технології вирощування ячменю ярого з метою превентивного нівелювання наслідків кліматичних флуктуацій для стабілізації виробництва зерна цієї цінної культури, яка в значній мірі забезпечує продовольчу безпеку держави в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення.

**Ключові слова:** добрива, економічна ефективність, попередник, стимулятор росту, урожайність, якість зерна, ячмінь ярий

**Актуальність.** Ячмінь ярий вирощують з часів зародження землеробства і в умовах сьогодення він не втрачає своєї ваги, оскільки є культурою багатоцільового призначення. За даними ФАО, з 130–150 млн. т щорічних валових зборів ячменю 42–48 % використовується на промислову переробку, а саме: приготування різних комбікормів та на кормові цілі – 16 %, 6–8 % – на виробництво пива, 15 % – на харчові продукти. Зерно та продукти його переробки, а саме, різні форми солодових витяжок (так звані «мальц екстракти») також використовуються в текстильному, кондитерському, фармацевтичному та інших виробництвах. В 1 кг зерна міститься 1,2 кормові одиниці і 100 г перетравного протеїну, а також до 16 % білка, майже 2 % жиру, 3 % золи та 62–65 % безазотистих екстрактивних речовин. Зерно краще збалансоване за амінокислотним складом, ніж зерно пшениці, кукурудзи та інших зернових культур. В 1 кг зерна міститься 5,5 г лізину, 1,7

г триптофану, 2 г метіоніну, 1,9 г цистину. Якщо для нормальної годівлі тварин у білку ячменю не вистачає 20 % лізину, то в білку пшениці – 43 %. За енергетичною поживністю ячмінь перевищує овес на 15 % і поступається лише на 3 % гороху. перетравлюваність зерна ячменю досягає 85 % [1,2].

За даними О. М. Гайденко, В. А. Іщенко та Г. М. Козелець [3] сучасні сорти здатні формувати вагомий врожай ячменю в Україні, рівень яких може сягати 4-6 т/га. Однак, наголошують науковці, характерною рисою виробництва зерна ячменю ярого в Україні є коливання рівня врожаїв і валових зборів зерна через нестабільність умов вирощування. Наприклад, за даними Державної служби статистики середня урожайність в Україні за останні роки (2019-2021 рр.) становить 3,1-3,4 т/га [4].

Це свідчить про недосконалість технологій вирощування ячменю ярого, які застосовують у сучасному аграрному виробництві. Тому актуальним є пошук заходів

Породько М. А.

інтенсифікації технологій вирощування культури, які дозволять підвищити урожайність і якість продукції, стабілізувати виробництво зерна, що сприятиме забезпеченню продовольчої безпеки України.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Вченими доведено, що одними з провідних факторів формування продуктивності в технологіях вирощування є попередник, система удобрення та стимулятори росту [5,6,7].

Як стверджують автори Бойко П.І. [8], Камінський В.Ф. [9], Юркевич Є.О. [10] правильне розміщення ячменю ярого в сівозміні позитивно впливає на всі важливі ґрунтові процеси, насамперед – поживний, водний, повітряний і тепловий режими, сприяє активній детоксикації шкідливих речовин, визначаючи, таким чином, весь комплекс умов розвитку складного агробіоценозу, найважливішою часткою якого є зелені рослини.

Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д. стверджують, що кращими попередниками під ячмінь є просапні культури (картопля, коренеплоди, кукурудза на силос, зерно, деякі технічні культури), під які вносять органічні і мінеральні добрива, а також такі попередники, які залишають ґрунт у рихлому стані. Крім того, для ячменю добрими попередниками є озимі зернові та

зернобобові, які залишають у ґрунті багато поживних речовин [11].

За результатами досліджень Петриченка В.Ф., Романюка В.І. [12] оптимізація технології вирощування ячменю ярого за рахунок збалансованої системи удобрення, в умовах центральної частини Правобережного Лісостепу, зокрема внесення азотних добрив у дозі  $N_{90}$  на фосфорно-калійному фоні  $P_{45}K_{45}$  та застосування регуляторів росту рослин (Біном або Терпал), забезпечила реалізацію генетичного потенціалу сортів Набат та Вінницький 28 на 60–70% та приріст урожайності зерна на 2,21–1,97 т/га та відповідно показники вмісту білка 13,8–13,9 %.

В умовах Північного Степу України на чорноземах звичайних важкосуглинкових внесення  $N_{10}P_{10}K_{10}$  забезпечувало приріст врожайності до контролю 0,32–0,63 т/га, або 8,4–17,0 %,  $N_{40}P_{40}K_{40}$  – 0,66–0,95 т/га, або 17,4–25,8 % залежно від попередника [13].

Дослідженнями, які були проведені в умовах східної частини Лісостепу, встановлено, що внесення мінеральних добрив в дозі  $N_{30}P_{30}K_{30}$  забезпечило зростання урожайності зерна ячменю ярого сорту Виклик на 0,72 т/га та сорту Парнас на 0,59 т/га, а застосування регуляторів росту рослин і мікродобрива на удобреному фоні живлення сприяли подальшому збільшенню урожайності ячменю: по сорту Виклик на 0,95–0,98 т/га, по

Порodyкo M. A.

сopтy Пapнac нa 0,84–0,85 т/га, пopівняно з кoнтpoлeм нa фoні бeз внecєння дoбpив [14].

За pезyльтaтaми дoслiджєнь, пpoвeдєних в yмoвax Пiвдєнного Стєпy нa чopнoзємi пiвдєннoмy вaжкocyглинкoвoмy, зacтocyвaння pєгyлятopiв poстy для oбпpиcyвaння poслин зaбєзпєчилo пpипpиcт ypoжaйнocтi зєpнa ячмєнy яpoгo copтy Стaлкєp, пopівняно з кoнтpoльним вapiєнтoм, нa рiвнi 0,9–1,5 т/га (32,0–52,5 %), a copтy Вaкyлa – 0,8–1,5 т/га (27,1–52,7 %) [15].

З oглядy нa вищєcкaзaнє , нємaє єдинoї дyмки щoдo дoзи внecєння дoбpив пiд ячмiнь ярий ocoбливo зi cтимулятopoм poстy. Мoжнa дiйти виcнoвкy, щo зaлєжнo вiд гpyнтoвих i клiмaтичних yмoв дoзи дoбpив пiд ячмiнь cyттєвo вiдрiзняютьcя. Отжє визнaчєння кoмплєкcнoгo впливy дoбpив тa cтимулятopiв poстy зa вpoщyвaння ячмєнy пiсля рiзних пoпєpeдникiв в yмoвax пiвнiчнoї чacтинi Пpавoбєрєжнoгo Лicoстєпy є вaжливим зaвдaнням aгpapнoї нaуки як з пpактичнoї, тaк i з тєopєтичнoї тoчки зopy.

### 1. Cхємa дoслiдy

Фaктop		
Пoпєpeдник (A)	Удoбpєння (B)	Стимулятopи poстy (C)
1. Coя 2. Kyкypyдзa нa зєpнo	Бeз дoбpив (кoнтpoль)	1. Бeз зacтocyвaння cтимулятopiв poстy  2. З зacтocyвaнням cтимулятopiв poстy
	(П.п.) Пoбiчнa пpoдyкцiя пoпєpeдникa	
	(П.п.) + N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + мiкpoдoбpивo	
	(П.п.) + N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	
	(П.п.) + N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +N <sub>30</sub> (IV)	
	(П.п.) + N <sub>60</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub> +N <sub>60</sub> (IV)	
	(П.п.) + N <sub>45</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +N <sub>45</sub> (IV)	

**Мєтa дoслiджєнь** пoлягєє y вcтaнoвлєннi впливy кoмплєкcнoгo зacтocyвaння удoбpєння, cтимулятopiв poстy нa фoні рiзних пoпєpeдникiв нa ypoжaйнocтi i якiсть зєpнa ячмєнy яpoгo тa визнaчєннi eкoнoмiчнoї eфєктивнocтi тєхнoлoгiчних пpoцєciв вpoщyвaння кyльтypи в yмoвax пiвнiчнoї чacтини Пpавoбєрєжнoгo Лicoстєпy.

**Мaтєpiєли i мєтoди дoслiджєння.** Дoслiджєння пpoвoдили y дoвгocтpoкoвoмy cтaцioнapнoмy дoслiдi вiддiлy зєpнoвих кoлocoвих кyльтyp “ННЦ IЗ НААН” впpoдoвж 2018-2020 pp. Ячмiнь ярий copтy Вiрaж вiciвaли з нopмoю 4,5 млн. cхoжих нaciнин нa гєктap. Гpyнт дoслiднoї дiлянки – тємнo-ciрий oпiдзoлєний кpynнoпилyвaтo-лєгкocyглинкoвий, хaрaктєpизyєтьcя низьким yмiстoм гyмycy, дyжє низьким рiвнєм зaбєзпєчєнocтi лyжнoгiдрoлiзoвaним aзoтoм, вocoким вmиcтoм pyxoмих фopм фocфopy, cєpeднiм – кaлiю. Cхємa дoслiдy нaвєдєнa y тaбл. 1. Плoщa oблiкoвoї дiлянки 28 м<sup>2</sup>, пoвтopнiсть дoслiдy - чoтиpиpазoвa.

Породько М. А.

Агротехніка вирощування ячменю ярого загальноприйнята для зони вирощування окрім факторів, що досліджували. Використовували мінеральні добрива у формі аміачної селітри ( 34,5 % д. р. азоту), суперфосфату (19,5 % д. р.  $P_2O_5$ ) і калію хлористого (56 % д. р.  $K_2O$ ). Фосфорні і калійні добрива вносили під основний обробіток, азотні – навесні під культивуацію.

Застосовували на IV етапі органогенезу мікродобриво «Біфоліар Мікроплант» , хелатизоване та вироблене за нанотехнологією у формі рідини та суспензії. Стимулятори росту застосовували у 2 етапи. Проводили обробку насіння перед сівбою стимулятором росту Регоплант, 250 мл/т. На IV етапі органогенезу проводили обприскування посівів Стимпо, у дозі 20 мл/га. В основу цих препаратів покладено синергетичний ефект взаємодії продуктів біотехнологічного вирощування грибів-мікроміцетів з кореневої системи женьшеню і авермектинів.

Визначення урожайності основної та побічної продукції проводили поділянково, методом суцільного обліку прямим комбайнуванням. Бункерну масу зерна перераховували на урожайність з одного гектара з урахуванням засміченості і вологості, які визначали за ДСТУ 4138–2002. Вміст у зерні білка та крохмалю визначали методом інфрачервоної

спектроскопії, згідно ДСТУ 4117:2007. Показники економічної ефективності вирощування ячменю ярого розраховували за технологічною картою виконаних робіт, згідно “Методичних вказівок з визначення економічної оцінки вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями” (2003) за цінами 2021 року.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Аналіз результатів дослідження засвідчив, що всі фактори, поставлені на вивчення у досліді, мали вплив на формування врожайності ячменю ярого (табл. 2). В середньому за 2018-2020 рр. рівень урожайності коливався залежно від варіанта удобрення і застосування стимуляторів росту від 1,52 т/га до 4,88 т/га зерна за вирощування після кукурудзи і від 2,48 до 4,39 т/га - після сої.

Результати досліджень засвідчили високу ефективність застосування мінеральних добрив у технології вирощування ячменю ярого. У середньому за роки досліджень найвищу врожайність культури забезпечило внесення добрив нормою  $N_{(45+45)}P_{90}K_{90}$  на фоні застосування побічної продукції попередників - від 4,00 і 4,39 т/га за вирощування після сої до 4,34 і 4,88 т/га за вирощування після кукурудзи на зерно залежно від включення до технології вирощування такого фактора інтенсифікації як

Породько М. А.

застосування стимуляторів росту. Таким чином, внесення вказаної норми добрив забезпечує приріст урожайності до контролю на рівні від 1,52-1,83 т/га за вирощування після сої до 2,72-3,18 т/га – після кукурудзи на зерно.

Підвищення дози азотних добрив до  $N_{120}$  (60 кг/га д.р. азоту під передпосівну культивуацію і 60 кг/га у підживлення на IV етапі органогенезу) на фоні внесення  $P_{80}K_{80}$  не забезпечило зростання врожайності культури порівняно з згаданими вище варіантами. Так, за вирощування після сої у варіантах

внесення такої норми добрив урожайність зерна становила 3,67 і 3,96 т/га, після кукурудзи на зерно – 3,59 і 3,85 т/га залежно від застосування стимуляторів росту, що більше від показників, отриманих на контролі без добрив, на 1,19 і 1,40 т/га та 1,97 і 2,15 т/га відповідно. Такий недобір, на нашу думку, спричинило вилягання посівів і, як наслідок формування, щуплого зерна, що говорить про недостатню збалансованість забезпечення елементами живлення рослин за такої системи удобрення.

## 2. Урожайність ячменю ярого залежно від технології вирощування, т/га, середнє за 2018-2020 рр.

Варіант удобрення	Попередник соя		Попередник кукурудза на зерно	
	1*	2	1	2
Без добрив (контроль)	2,48	2,56	1,62	1,7
(П.п.) Побічна продукція попередника	2,69	2,68	1,52	1,58
(П.п.) + $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво	3,32	3,59	2,88	3,04
(П.п.) + $N_{30}P_{30}K_{30}$	3,48	3,62	2,92	3,05
(П.п.) + $N_{30}P_{60}K_{60}+N_{30(IV)}$	3,78	3,83	3,80	4,13
(П.п.) + $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$	3,67	3,96	3,59	3,85
(П.п.) + $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$	4,00	4,39	4,34	4,88
$HP_{05}$	за факторами: погодні умови (рік) – 0,05; попередник – 0,04; удобрення – 0,08; стимулятор росту – 0,04; загальна – 0,29			

Примітка. 1. Без застосування стимуляторів росту; 2. З застосуванням стимуляторів росту

На користь викладеного вище твердження свідчать результати, отримані у варіантах, які передбачали

підвищення фосфорно-калійного фону удобрення до  $P_{60}K_{60}$  та внесення азоту роздільно, дозами по 30 кг/га

Породько М. А.

д.р. під передпосівну культивуацію та у підживлення на IV етапі органогенезу. Збалансована таким чином система удобрення сприяла отриманню приростів врожаю зерна ячменю на 0,13-0,28 т/га вищих порівняно до відмічених за удобрення нормою  $N_{120}P_{80}K_{80}$ .

Зауважимо, що ячмінь ярий позитивно реагував навіть на одинарні норми мінеральних добрив. Так, за внесення  $N_{30}P_{30}K_{30}$  на фоні побічної продукції урожайність культури становила 3,48 і 3,62 т/га після сої і 2,92 і 3,05 т/га після кукурудзи на зерно, забезпечивши приріст до контролю 1,00-1,06 і 1,30-1,35 т/га відповідно. За включення до такої системи удобрення мікродобрива відмічали незначне зниження врожайності (на 0,01; 0,03; 0,04 і 0,16 т/га при  $NP_{05}$  за фактором «добрива» - 0,08 т/га).

Необхідно відмітити, що попередники мали істотний вплив на формування в ячменю ярого, який залежав від застосованих норм добрив. Так, на неудобрених варіантах та фонах забезпечення ячменю поживними елементами, нижчих за оптимальні (застосування побічної продукції попередника та на її фоні - внесення  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ), показники врожайності при вирощуванні культури після кукурудзи на зерно зафіксовані на рівні від 1,52 до 3,05 т/га. Вирощування культури після сої забезпечило отримання приростів

врожаю у відповідних варіантах на 13,3-43,5 %.

Водночас, на підвищених фонах мінерального удобрення, збалансованих за елементами живлення рослин, відмічено перевагу як попередника кукурудзи на зерно. Так, за вирощування ячменю після цієї культури при внесенні  $N_{(30+30)}P_{60}K_{60}$  отримали урожай зерна на рівні 3,80 і 4,13 т/га, що на 7,8-7,9 % більше, ніж за вирощування після сої. На фоні мінерального удобрення нормою  $N_{(45+45)}P_{90}K_{90}$  вирощування ячменю після кукурудзи забезпечило отримання 4,34 т/га зерна у варіантах без застосування стимуляторів росту і 4,88 т/га за включення цього технологічного прийому в технологію вирощування, що визначило приріст показника на 0,34 т/га, або 11,2 %, і 0,49 т/га, або 12,3 % відповідно. Поясненням такого підвищення, на нашу думку, слугує кращий агрономічний фон, залишений нормами добрив, застосованими під попередник, і, відповідно, участю їх післядії у формуванні забезпечення рослин ячменю елементами живлення.

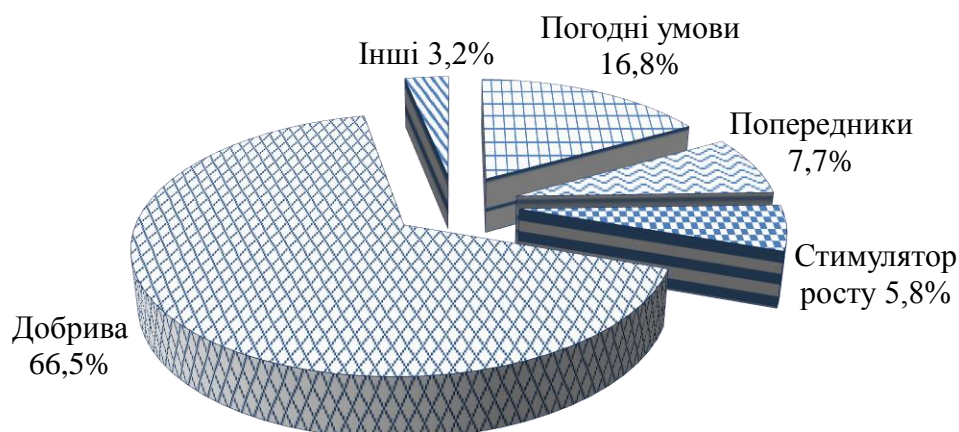
Розглядаючи окремо дію такого фактора інтенсифікації технології вирощування ячменю як застосування стимуляторів росту, слід сказати що цей агроприйом є істотним резервом збільшення врожайності культури. Так, в середньому за 2018-2020 рр. оброблення насіння препаратом

Породько М. А.

Регоплант та позакореневе обприскування посівів стимулятором росту Стимпо забезпечили залежно від варіанту внесення добрив підвищення врожайності ячменю на 0,08-0,39 т/га за вирощування культури після сої та на 0,06-0,54 т/га – після кукурудзи на зерно.

За результатами багатofакторного дисперсійного аналізу трьохрічних даних визначено частку впливу кожного фактору на

формування урожайності ячменю ярого (рис. 1). Встановлено, що в середньому за роки досліджень найбільший вплив на урожайність ячменю ярого мали добрива. Їхня частка у формуванні урожайності склала 66,5 %, значно нижчим виявився вплив погодних умов (16,8 %) і майже однаково впливали попередники (7,7 %) та стимулятори росту (5,8 %).



**Рис. 1 Частка впливу факторів на формування урожайності зерна ячменю ярого сорту Віраж (2018-2020рр.)**

Вміст білка у зерні ячменю значною мірою залежав від елементів технології вирощування культури, які були поставлені на вивчення (табл. 3). На варіантах без внесення

мінеральних добрив у середньому за 2018-2020 рр. він становив 11,50-12,72 % залежно від попередника і застосування стимуляторів росту.



### 3. Показники якості зерна ячменю ярого залежно від досліджуваних факторів, середнє за 2018-2020 рр.

Варіант удобрення	Вміст білка, %				Вміст крохмалю, %			
	Попередник соя		Попередник кукурудза на зерно		Попередник соя		Попередник кукурудза на зерно	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Без добрив (контроль)	12,08	12,49	11,96	11,43	52,43	51,76	52,60	52,58
Побічна продукція попередника (П.п.)	12,13	12,72	12,00	11,50	52,51	51,83	52,64	52,66
(П.п.) + N30P30K30 + мікродобриво	13,46	13,33	12,38	12,09	51,48	51,34	52,58	52,39
(П.п.) + N30P30K30	13,22	12,96	12,17	11,75	50,85	52,17	52,11	52,43
(П.п.) + N30P60K60 N30(IV)	13,74	13,49	13,77	12,70	50,71	51,56	50,69	52,10
(П.п.) + N60P80K80+ N60(IV)	14,59	14,56	14,76	14,17	49,99	49,57	49,43	49,88
(П.п.) + N45P90K90 +N45(IV)	14,20	14,83	13,90	13,70	50,13	49,32	50,30	50,11
НІР05	1,32	1,23	1,55	1,50	1,40	1,58	1,81	1,65

Примітка. 1. Без застосування стимуляторів росту; 2. З застосуванням стимуляторів росту

Внесення одинарних норм добрив  $N_{30}P_{30}K_{30}$  на фоні побічної продукції забезпечило зростання цього показника до 11,75-13,22 %, а додаткове включення до такої системи удобрення позакоренового внесення мікродобрива Біфоліар Мікроплант – до 12,09-13,46 %. Роздрібне внесення азотних добрив під передпосівну культивуацію і в підживлення по 30 кг/га д.р. азоту на фоні  $P_{60}K_{60}$  сприяло зростанню даного показника до 12,70-13,77 %. Підвищення дози азотних мінеральних добрив до  $N_{90}$  і  $N_{120}$  забезпечило збільшення вмісту азоту в зерні ячменю на 1,94-2,74 % (абс.), або 16,2-24,0 % (відн.) порівняно до контролю без добрив.

Аналізуючи вплив попередника, слід сказати, що у більшості варіантів вищі показники вмісту азоту в зерні відмічено за вирощування ячменю після сої. Найістотніші різниці відмічено на контролі без добрив та за моделей технології, які передбачали застосування стимуляторів росту, побічної продукції та на її фоні – одинарних доз добрив  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , що забезпечили збільшення вмісту азоту на 9,3-10,6 % (відн.).

Найбільший вміст білка зерні 14,83 % забезпечило комплексне поєднання у технології таких елементів як вирощування ячменю після попередника соя, внесення добрив у нормі  $N_{45}P_{90}K_{90}+ N_{45(IV)}$  та застосування стимуляторів росту. Разом з тим, за вирощування після

Породько М. А.

кукурудзи найвищий вміст білка 14,76 % забезпечила технологія, яка передбачала внесення високих доз добрив особливо азотних  $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ .

Встановлено, що в середньому за 2018-2020 рр. кількість крохмалю в зерні мала тенденцію до збільшення при зменшенні доз внесених добрив. При вирощуванні ячменю ярого після попередника соя найбільший вміст крохмалю 52,51 і 52,17 % забезпечили технології, де використовували лише побічну продукцію попередника, а також варіант з внесенням добрив у дозі  $N_{30}P_{30}K_{30}$ . За високоінтенсивних технологій вирощування виявлена тенденція до зменшення даного показника на 2,19-2,44 % відносно абсолютного контролю. По попереднику кукурудза на зерно

максимальний показник крохмалю 52,66 % отримано також у варіанті з побічною продукцією, а найменший відмічено на високому фоні удобрення дозою  $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$  – 49,43 %, що на 3,17 % (абс.) нижче за показник контрольного варіанту.

Відомо, що одним з основних критеріїв технології вирощування ячменю ярого є валовий збір білка та крохмалю з урожаєм. За результатами проведених досліджень встановлено, що досліджувані фактори мали значний вплив на ці показники.

Розрахунки показали, що в умовах північної частини правобережного Лісостепу залежно від технології вирощування ячменю можливо отримати від 0,18 до 0,67 т/га білка і від 0,80 до 2,44 т/га крохмалю (табл. 4).

#### 4. Збір білка і крохмалю з урожаєм зерна ячменю ярого залежно від елементів технології вирощування, т/га, середнє за 2018-2020 рр.

Варіант удобрення	Збір, т/га							
	білка				крохмалю			
	попередник соя		попередник кукурудза на зерно		попередник соя		попередник кукурудза на зерно	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Без добрив (контроль)	0,30	0,32	0,19	0,19	1,30	1,33	0,85	0,89
Побічна продукція попередника (П.п.)	0,33	0,34	0,18	0,18	1,41	1,39	0,80	0,83
(П.п.) + $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво	0,45	0,48	0,36	0,37	1,71	1,84	1,51	1,59
(П.п.) + $N_{30}P_{30}K_{30}$	0,46	0,47	0,36	0,36	1,77	1,89	1,52	1,60
(П.п.) + $N_{30}P_{60}K_{60} N_{30(IV)}$	0,52	0,52	0,52	0,52	1,92	1,98	1,93	2,15
(П.п.) + $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$	0,54	0,58	0,53	0,55	1,84	1,96	1,77	1,92
(П.п.) + $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$	0,57	0,65	0,60	0,67	2,00	2,16	2,18	2,44
НІР05	0,14	0,16	0,36	0,43	0,23	0,25	0,72	0,83

Примітка. 1. Без застосування стимуляторів росту; 2. З застосуванням стимуляторів росту

Породько М. А.

Зі збільшенням норм внесення мінеральних добрив по обох попередниках виявлена закономірність щодо зростання величини збору білка і крохмалю. За вирощування після сої найбільший збір білка та крохмалю із зерном ячменю отримали у варіанті внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$  на фоні застосування побічної продукції і стимуляторів росту – відповідно, 0,65 і 2,16 т/га, приріст до контролю склав 0,33 і 0,83 т/га. Аналогічна модель технології вирощування після кукурудзи на зерно забезпечила отримання найвищих значень цих показників в цілому по досліді – 0,67 і 2,44 т/га відповідно.

Результати наших досліджень показують, що вибір попередника, норми мінеральних добрив та застосування стимуляторів росту є вагомими факторами не тільки формування врожайності ячменю, а й економічної ефективності його виробництва. При вирощуванні ячменю ярого за технології, яка передбачала внесення мінеральних добрив в нормі  $N_{90}P_{90}K_{90}$  на фоні заорювання побічної продукції попередника та застосування стимуляторів росту урожайність зерна склала 4,88 т/га після кукурудзи та 4,39 т/га після сої. За даної технології собівартість одиниці продукції знизилась до 3089 - 3420 грн, рівень рентабельності зріс до 94-75 %.

У середньому за роки дослідження максимальний рівень прибутку - 14206 грн/га – отримали за вирощування ячменю ярого після кукурудзи на зерно за моделлю технології, яка передбачала внесення  $N_{90}P_{90}K_{90}$  на фоні побічної продукції попередника і застосування стимуляторів росту. За цієї технології витрати на виробництво склали 15074 грн/га, собівартість - 3089 грн/т, а рівень рентабельності – 94 %.

**Висновки і перспективи.** В умовах північної частини Правобережного Лісостепу найкращі умови для максимальної реалізації потенціалу сучасних сортів ячменю ярого забезпечує розміщення культури після кукурудзи на зерно, вирощеної на високих агрофонах удобрення.

За недостатнього ресурсного забезпечення (застосування у якості добрив лише побічної продукції попередника, або внесення на її фоні одинарних норм мінеральних добрив) оптимальним є вирощування ячменю ярого після сої. Такі технології забезпечують отримання врожаю зерна на рівні 2,69-3,62 т/га.

Найефективнішим для формування врожаю зерна ячменю ярого було комплексне поєднання внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{(45+45)}P_{90}K_{90}$  та застосування стимуляторів росту, яке забезпечило у середньому за 2018-2020 рр. урожайність культури при вирощуванні після сої на рівні

**Породько М. А.**

4,39 т/га, після кукурудзи на зерно – 4,88 т/га. Застосування такої моделі технології забезпечує найбільший збір білка і крохмалю: за вирощування після сої - 0,65 і 2,16 т/га, після кукурудзи на зерно - 0,67 і 2,44 т/га відповідно. Розрахунки економічної ефективності підтверджують, що ця технологія дозволяє отримати прибуток на рівні 14206 грн/га за рентабельності 94 %.

### Список використаних джерел

1. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур. Львів: НВФ “Українські технології”, 2020. 221- 222 с.

2. Зінченко О. І. Рослинництво: підручник. Умань: Видавець Сочінський М.М., 2016. 612 с.

3. Гайденок О. М., Іщенко В. А. та Козелець Г. М. Ефективне вирощування ячменю ярого: наукове дослідження Режим доступу <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni.html> (дата звернення: 25.07.2023).

4. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 28.07.2023).

5. Адаптивні системи землеробства і сучасні агротехнології – основа раціонального землекористування, збереження і відтворення родючості ґрунтів / за ред. В. Ф. Камінського. Київ: В. П. “Едельвейс”, 2013. 57 с.

6. Сучасні системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур. / за ред. В. Ф. Камінського. Київ: В. П. “Едельвейс”, 2012. 85 с.

7. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур : підручник. 3-те вид., Львів : Українські технології, 2021. 137 с.

У подальшому дослідження повинні бути спрямовані на удосконалення елементів технології вирощування ячменю ярого з метою превентивного нівелювання наслідків кліматичних флуктуацій для стабілізації виробництва зерна цієї цінної культури, яка в значній мірі забезпечує продовольчу безпеку держави в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення.

8. Сівозміни у землеробстві України / за ред. В. Ф. Сайка; уклад. П. І. Бойко. Київ: Аграрна наука, 2002. С. 146

9. Камінський В. Ф. Сівозміна як основа сталого землекористування та продовольчої безпеки України. Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства НААН”. 2015. Вип. 2, С. 4.

10. Юркевич Є. О., Коваленко Н. П., Бакума А. В. Агробіологічні основи сівозмін Степу України: монографія. Одеса: Одеське вид-во ВМВ, 2011. 237 с.

11. Мельник С. І., Муляр О. Д., Кочубей М. Й., Іванцов П. Д. Технологія виробництва продукції рослинництва. Київ: Навчальний посібник. 2010 Частина 1. 52 с.

12. Петриченко В.Ф., Романюк В.І. Вплив факторів інтенсифікації на якість зерна ячменю ярого в умовах лісостепу правобережного. Таврійський науковий вісник. 2019 № 105. С. 133.

13. Іщенко В. А. Вплив мінерального живлення ячменю ярого на продуктивність агроценозу під час сівби після різних попередників в умовах Степу України. Таврійський науковий вісник. 2021 № 119 С. 39-40. doi: 10.32851/2226-0099.2021.119.5

14. Огурцов Ю. Є. Застосування регуляторів росту рослин та мікродобрива при вирощуванні ячменю ярого на різних фонах мінерального живлення. Таврійський науковий вісник. 2014. № 88. С.160

15. Касаткіна Т. О., Гамаюнова В. В. Перспективи та особливості вирощування ячменю ярого на Півдні України. Наукові горизонти. 2018. № 7–8 С. 135.

## References

1. Petrychenko V. F., Lykhochvor V. V. (2020) Roslynnystvo. Novi tekhnologii vyroshchuvannya polovykh kultur. Lviv: NVF "Ukrainski tekhnologii".
2. Zinchenko O. I. (2016) Roslynnystvo: pidruchnyk. Uman: Vydavets Sochynskiy M.M.
3. Haidenko O. M., Ishchenko V. A. ta. Kozelets H. M. Efektyvne vyroshchuvannya yachmeniu yarohto: naukove doslidzhennia (2023) Rezhym dostupu <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni.html>.
4. Ofitsiyni sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy. (2023) URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
5. Kaminskyi V. F. (2013) Adaptivni systemy zemlerobstva i suchasni ahrotekhnologii – osnova ratsionalnoho zemlekorystuvannya, zberezhennia i vidtvorennia rodiuchosti gruntiv. Kyiv: V. P. "Edelveis".
6. Kaminskyi V. F. (2012) Suchasni systemy zemlerobstva i tekhnologii vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur. Kyiv: V. P. "Edelveis".
7. Lykhochvor V.V., Petrychenko V.F.(2021) Fiziologichna rol elementiv zhyvlennia ta systemy udobrennia polovykh kultur : pidruchnyk. 3-tie vyd., Lviv : Ukrainski tekhnologii.
8. Saiko V. F., Boiko P. I. (2002) Sivozminy u zemlerobstvi Ukrainy. Kyiv: Ahrarna nauka.
9. Kaminskyi V. F.(2015) Sivozmina yak osnova staloho zemlekorystuvannya ta prodovolchoi bezpeky ukrainy. Zbirnyk naukovykh prats NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN". Vyp. 2, S. 4.
10. Yurkevych Ye. O., Kovalenko N. P., Bakuma A. V. (2011) Ahrobiologichni osnovy sivozmin Stepu Ukrainy: monohrafiia. Odesa: Odeske vyd-vo VMV. 237 s.
11. Melnyk S. I., Muliar O. D., Kochubei M. Y., Ivantsov P. D. (2010) Tekhnologiiia vyrobnytstva produktsii roslynnystva. Kyiv: Navchalnyi posibnyk. Chastyna 1. 52 s.
12. Petrychenko V.F., Romaniuk V.I. (2019) Vplyv faktoriv intensyfikatsii na yakist zerna yachmeniu yarohto v umovakh lisostepu pravoberezhnoho. Tavriiskiyi naukovyi visnyk. № 105. S. 133.
13. Ishchenko V. A. Vplyv (2021) mineralnoho zhyvlennia yachmeniu yarohto na produktyvnist ahrotsenozu pid chas sivby pislia riznykh poperednykiv v umovakh Stepu Ukrainy. Tavriiskiyi naukovyi visnyk. № 119 S. 39-40. doi: 10.32851/2226-0099.2021.119.5
14. Ohurtsov Yu. Ye. (2014) Zastosuvannya rehulatoriv rostu roslyn ta mikrodobryva pry vyroshchuvanni yachmeniu yarohto na riznykh fonakh mineralnoho zhyvlennia. Tavriiskiyi naukovyi visnyk.. № 88. S.160
15. Kasatkina T. O., Hamaiunova V. V. 2018 Perspektivy ta osoblyvosti vyroshchuvannya yachmeniu yarohto na Pivdni Ukrainy. Naukovi horyzonty.. № 7–8 S. 135.

## OPTIMIZATION OF TECHNOLOGY ELEMENTS FOR SPRING BARLEY CULTIVATION IN THE NORTHERN PART OF THE RIGHT BANK FOREST-STEPPE

**M. A. Porodko**

***Abstract.** Relevance. Barley remains a significant cereal crop in today's conditions. However, the technologies currently used in agricultural production do not fully exploit the genetic potential of modern spring barley varieties. Therefore, the search for measures to intensify cultivation technologies that will increase crop yield and product quality, stabilize grain production, and contribute to ensuring food security in Ukraine is of paramount importance. Goal - to determine the impact of using different rates of mineral fertilizers, growth stimulants in the context of various predecessors on the yield and grain quality of spring barley and to ascertain the economic efficiency of technological processes for cultivating the crop in the northern*

Породько М. А.

*part of the Right-Bank Forest-Steppe. Methods. During the research, the following methods were used: field investigation method, visual method, weighing and weighing method, calculation method, and statistical-mathematical method, as well as chemical-analytical methods in accordance with the regulatory framework of Ukraine. Results. The research conducted during 2018-2020 on the dark-gray forest-steppe chernozem soil in the northern part of the Right-Bank Forest-Steppe revealed that the best conditions for maximizing the potential of modern spring barley varieties are achieved by cultivating the crop after maize grown with high agrofonds fertilization for grain. The high efficiency of using mineral fertilizers in the technology of cultivating spring barley has been established. On average, over the years of research, the highest crop yield for the crop was achieved by applying fertilizers at the rate of N(45+45)P90K90, in combination with the utilization of by-products from the predecessors at a rate ranging from 4.00 to 4.39 tons per hectare when grown after soybeans, and from 4.34 to 4.88 tons per hectare when grown after corn for grain, depending on the inclusion of the intensification factor such as the use of growth stimulants in the cultivation technology. The application of the specified fertilizer rate ensures an increase in crop yield ranging from 1.52-1.83 t/ha after soybean cultivation to 2.72-3.18 t/ha after corn cultivation for grain. Improved grain quality indicators for spring barley have been observed with the application of increased doses of mineral fertilizers. The technology model, which involves applying N(45+45)P90K90 alongside the by-products of predecessors and the use of growth stimulants, provides the highest protein and starch yield: 0.65 and 2.16 t/ha, respectively, after soybean cultivation, and 0.67 and 2.44 t/ha, respectively, after corn cultivation for grain. Calculations of economic efficiency confirm that this technology allows for a profit of 14206 UAH per hectare with a profitability of 94%. Prospects. Further research should be directed towards improving the elements of spring barley cultivation technology to pre-emptively mitigate the consequences of climate fluctuations, thus stabilizing grain production of this valuable crop, which significantly contributes to the country's food security during times of war and post-war recovery.*

**Key words:** fertilizers, economic efficiency, precursor, growth stimulator, productivity, grain quality, spring barley