

## ВОДОСПОЖИВАННЯ РОСЛИН ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ ТА ПОПЕРЕДНИКА

Породько Максим Анатолійович

провідний агроном

Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук»,

с. Чабани, Київська обл., Україна

ORCID: 0000-0001-5930-0508

mporodko279@gmail.com

На основі проведених досліджень в період 2018-2020 рр. в умовах Правобережного Лісостепу України встановлено, що найменший коефіцієнт водоспоживання за вирощування ячменю був після попередника кукурудза на зерно. За даного попередника витрачання вологи рослинами ячменю ярого було найбільш економне – 375 м<sup>3</sup>/т насіння за технології вирощування, яка передбачала внесення добрив у дозі  $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(I/V)}$ . Вирощування ячменю після попередника соя впливало на зростання водоспоживання до рівня 425 м<sup>3</sup>/т насіння, що на 50 м<sup>3</sup>/т насіння, або 13 % більше, ніж за вирощування після кукурудзи. В цілому, за рахунок внесення різних доз мінеральних добрив після попередника соя, за трьохрічний період досліджень, у роки з різним рівнем зволоження та гідротермічними показниками, як за осінньо-зимового накопичувального періоду, так і за вегетаційного весняно-літнього періоду, відмічали зменшення коефіцієнта водоспоживання на 33–301 м<sup>3</sup>/т, що свідчить про ефективніше використання вологи рослинами ячменю на удобрених варіантах порівняно з контролем. Після попередника кукурудза на зерно спостерігається аналогічна залежність. Встановлено, що найвищу урожайність 4,88 т/га ячменю ярого сорту Віраж забезпечила технологія вирощування за внесення добрив в дозі  $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(I/V)}$  на фоні інтегрованої системи захисту із застосуванням стимулятора росту після попередника кукурудза на зерно. За аналогічної технології вирощування після попередника соя отримали нижчий урожай на рівні 4,39 т/га. Проведений математичний аналіз водоспоживання ячменю ярого за різних попередників показав, що існує середній кореляційний зв'язок ( $r = 0,506$ ) урожайності із загальним водоспоживанням за вирощування після сої, тісний зв'язок ( $r = 0,835$ ) за вирощування після кукурудзи. Разом з цим, встановлено тісний обернений зв'язок урожайності з коефіцієнтом водоспоживання за обох попередників, про що засвідчують коефіцієнти кореляції, які становили: за вирощування після сої  $r = -0,993$ , за вирощування після кукурудзи  $r = -0,957$ . В цілому рівень водоспоживання залежав від системи удобрення та рівня забезпеченості вологою після попередника.

**Ключові слова:** ячмінь ярий, коефіцієнт водоспоживання, мінеральні добрива, попередник, урожайність, продуктивна волога, ґрунт.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.2.12>

**Вступ.** Ячмінь разом із пшеницею, рисом і кукурудзою є однією з важливих світових зернових сільськогосподарських культур продовольчого і фуражного значення, що користується значним попитом на аграрному ринку (Kaflevska & Koziar, 2013).

Фактичний рівень посівних площ ячменю та ринок споживання, реалізації агровиробниками отриманої продукції, фактична економічна ефективність вирощування останніми роками дещо знизилися, про що свідчить динаміка зменшення посівних площ під цією сільськогосподарською культурою (Borys & Krasjuk, 2020). Слід зауважити, що ячмінь ярий є однією з основних зернових культур в Україні, після пшениці озимої та кукурудзи на зерно. За даними Державної служби статистики, відмічена тенденція до зменшення посівних площ цієї цінної культури. Якщо у 2005 році її площі складали понад 4,0 млн га, то у 2021 році – 1,3 млн га, у той же час площі під кукурудзою зросли майже в 3 рази (Roslynyntstvo Ukrainy, 2018). Аналізуючи фактичну структуру посівних площ зернових культур, структуру формування сівозміни із декількох культур зернової групи за останні 5-ть років, очевидним є те, що відбувається заміна культур із домінування пшениці та кукурудзи, зниження площ ячменю та вівса (Malienko & Borys, 2019).

Вагомий внесок вносить ячмінь у гарантування продовольчої безпеки країни, добробуту населення,

експортних можливостей, так як Україна є однією з найбільших держав, які експортують зерно в Європу. Щоб утримуватися на міжнародному ринку, сучасним аграріям потрібно повсякденно інвестувати кошти у зростанні ефективності галузі, впроваджувати новітні технології вирощування, що в подальшому дають змогу виробляти конкурентоспроможну продукцію (Protchenko & Padusenko, 2019).

Ячмінь посідає 3 місце після кукурудзи і пшениці у структурі виробництва і експорту зерна нашої держави. Маючи низьку собівартість та великий ринок збуту ячмінь є вигідною культурою для експорту. В продовж 2021 року було експортовано 5,7 млн тон. Слід відмітити, що до початку повномасштабного вторгнення, Україна змогла відправити всю необхідну кількість зерна ячменю заплановану на експорт, вирощеного у 2021 році (Lotysh, 2022).

«Щодо потреб ярого ячменю у волозі, то загальне використання води рослинами збільшується у період від сходів до колосіння. Якщо під час фази сходів та куціння опади відсутні, то верхній шар ґрунту (3-5 см) висихає, що перешкоджає утворенню вторинної кореневої системи. По цій причині в роки весняної посухи ярий ячмінь має слабкі вторинні корені і не може використовувати вологу з шару ґрунту 50-100 см. Максимальна витрата її припадає на фази виходу в трубку-колосіння» (Sobko et al., 2023).

Урожайність ячменю ярого певною мірою залежить від правильно підбраного попередника та витрат води, яку рослини ячменю ярого використовують протягом усього періоду вегетації. Тому, основою для вивчення продуктивності зерна, було встановлення оптимального попередника з найменшими витратами вологості ґрунту за оптимального рівня живлення.

У зв'язку зі змінами клімату сільськогосподарське виробництво все частіше зіштовхується з проблемою вологозабезпеченості ґрунту. Так як за останні роки відбувається нерівномірний розподіл опадів, протягом вегетації за добу може випасти середньомісячна норма опадів, що негативно впливає на формування культури, особливо в критичні періоди росту і розвитку.

На думку Цілюрика О.І., Чорної В.І., Десятник Л.М., Горщара В.І., між продуктивністю ячменю ярого і вологозабезпеченістю існує пряма пропорційна залежність (Tsyliuryk et al., 2020). За достатньої кількості ґрунтової води, формуються сприятливі умови для росту і розвитку польових культур і як результат підвищується їх урожайність. Установлено, що загальна кількість води, яка витрачається посівом за період вегетації та витрат води на одиницю врожаю може регулюватися у певних межах за допомогою агротехніки, зокрема, підбором сортів, густоти посіву, попередників, норм мінеральних добрив та інших чинників (Ivashchenko, 2007; Lib, 2012; Onufran, 2012; Saiko & Malienko, 2007).

Як стверджує Шкурко В.С., на врожайність ячменю ярого найбільше впливають мінеральні добрива та вибір сорту, проте не менш важливим є підбір попередника, зокрема, для зони нестійкого зволоження (Shkurko, 2012).

За даними науковців Гамаюнової В.В. та Кувшинової А.О. встановлено, що на ґрунтах з низькою забезпеченістю поживних речовин навіть у роки з достатньою кількістю опадів одержати високу урожайність сільськогосподарських культур без використання оптимальної кількості мінеральних добрив просто неможливо (Gamayunova & Kuvshinova, 2020). За 12 річний період встановлено неоднорідність та не типовість розподілу опадів, а також підвищення середньодобової температури повітря, як по місяцях, так і в цілому за вегетаційний період. Саме зміни гідротермічних показників, які відбулись за 2005–2016 рр., свідчать про достатній рівень забезпечення опадами у травні-червні та їх дефіцит впродовж липня-серпня, а відповідно і вплив цих факторів на продуктивність культур (Shkurko, 2012).

Оптимізація умов живлення рослин значно зменшує витрати води на формування врожаю і, навпаки, без добрив ґрунтова волога нераціонально витрачається рослинами (Borysonik, 1975; Tsyliuryk et al., 2020). Впродовж останніх років спостерігаються суттєві зміни клімату, змінюється середньорічна кількість опадів і температурний режим, що негативно впливає на водоспоживання культур. За істотних змін гідротермічних показників, особливо в період активної вегетації та закладання продуктивності культури, інтенсивності водоспоживання ячменю в період дефіциту зволоження, а також динамічний вплив агротехнічних заходів на витрати води вивчені недостатньо. У зв'язку з цим, дослідження даних

питань є дуже актуальним та потребують розширеного аналізу в поєднанні кліматичних та агротехнічних заходів в комплексі.

Метою дослідження є встановлення впливу удобрення і попередників на урожайність зерна ячменю ярого та вологозабезпеченість ґрунту в умовах Правобережного Лісостепу.

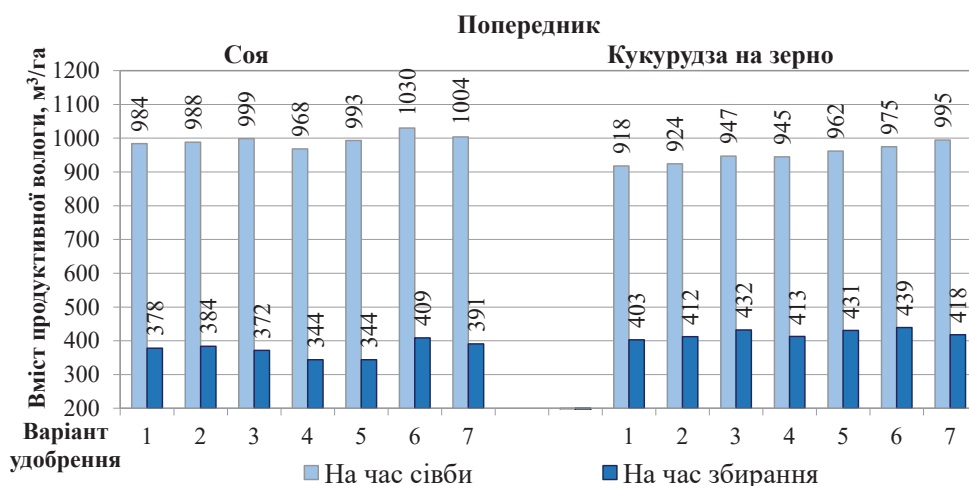
**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводилися у довгостроковому стаціонарному досліді відділу зернових колосових культур "ННЦ Інститут землеробства НААН" впродовж 2018–2020 рр. Ячмінь ярий сорту Віраж з нормою висіву 4,5 млн. схожих насінин на гектар сіяли у сівозміні після попередників соя та кукурудза на зерно. Ґрунт ділянки, на якій проводився дослід – темно-сірий опідзолений крупнопилувато-легкосуглинковий.

Особливості формування продуктивності та водоспоживання рослин ячменю ярого вивчали залежно від дії різних доз мінеральних добрив ( $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{30}P_{30}K_{30}$  + мікродобриво,  $N_{30}P_{60}K_{60}$  +  $N_{30(IV)}$ ,  $N_{60}P_{80}K_{80}$  +  $N_{60(IV)}$ ,  $N_{45}P_{90}K_{90}$  +  $N_{45(IV)}$ ) на фоні побічної продукції, які прирівнювали до контролю (без добрив). Використовували мінеральні добрива у формі аміачної селітри (34,5 % д. р. азоту), амофос (19,5 % д. р.  $P_2O_5$ ) і калій хлористий (56 % д. р.  $K_2O$ ). Фосфорні і калійні добрива вносили під основний обробіток, азотні – навесні під культивуацію. На IV етапі органогенезу ячменю ярого проводили його підживлення азотними добривами на варіантах 2, 3, 5. На варіанті удобрення ( $N_{30}P_{30}K_{30}$ ) застосовували мікродобриво Біфоліар (Мікро плант) на IV етапі органогенезу. Площа облікової ділянки становить 28 м<sup>2</sup>.

Визначення у шістдесяти сантиметровому шарі ґрунту вмісту продуктивної води через кожні 20 см проводили згідно ДСТУ ISO 11465: 2001 термостатно-ваговим методом. Визначення урожайності основної та побічної продукції проводили поділяючно, методом суцільного обліку прямим комбайнуванням. Бункерну масу зерна перераховували на урожайність з 1 гектара з урахуванням засміченості та вологості (ДСТУ 4138–2002).

**Результати.** Одним з основних факторів, що впливає на урожайність ячменю ярого, є вміст продуктивної води в ґрунті. При проведенні досліджень встановлено закономірності динаміки вмісту продуктивної води 0–60 см шару ґрунту залежно від попередника, рівня удобрення та періоду визначення. У середньому за 2018–2020 рр. вміст продуктивної води на час сівби за попередника соя на контрольному варіанті становив 984 та 918 м<sup>3</sup>/га за попередника кукурудза на зерно (рис. 1). На варіантах досліді, де зароблялася лише побічна продукція попередника, даний показник збільшувався до 988 і 924 м<sup>3</sup>/га залежно від попередника.

Найбільший вміст продуктивної води 1030 м<sup>3</sup>/га отримали після попередника соя за технології вирощування, яка передбачала внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{80}K_{80}$  +  $N_{60(IV)}$ . Щодо попередника кукурудза на зерно досліджуваній показник був нижчим і максимум 995 м<sup>3</sup>/га, відмічали на фоні внесення добрив в дозі  $N_{45}P_{90}K_{90}$  +  $N_{45(IV)}$ . Вміст продуктивної води мав тенденцію до збільшення із збільшенням дози внесення



**Рис. 1. Вміст продуктивної вологи 0–60 см, (м³/га)**

Примітка:

Варіант удобрення: 1 – Без добрив; 2 – Побічна продукція попередника (П.п.);

3 – (П. п.) +  $N_{30}P_{30}K_{30}$  + мікродобриво; 4 – (П. п.) +  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ; 5 – (П. п.) +  $N_{30}P_{60}K_{60}$  +  $N_{30(IV)}$ ;

6 – (П. п.) +  $N_{60}P_{80}K_{80}$  +  $N_{60(IV)}$ ; 7 – (П. п.) +  $N_{45}P_{90}K_{90}$  +  $N_{45(IV)}$

мінеральних добрив на фоні заорювання побічної продукції попередників на добриво. В кінці вегетації рослин ячменю ярого сорту Віраж даний показник варіював в межах від 344 до 409 м³/га по попереднику соя та від 403 до 439 м³/га за попередника кукурудза на зерно.

Аналізуючи кореляцію урожайності із вмістом продуктивної вологи ґрунту за вирощування ячменю після сої на час сівби, встановлено середній рівень зв'язку ( $r = 0,474$ ), а на час збирання зв'язок знизився до слабого рівня ( $r = 0,057$ ). За вирощування ячменю після кукурудзи на час сівби спостерігали прямий тісний кореляційний зв'язок ( $r = 0,967$ ), а на час збирання прямий середній ( $r = 0,593$ ).

В середньому за роки досліджень кількість опадів за період від сівби до збирання ячменю ярого становило 1253 м³/га (табл. 1).

Загальне водоспоживання залежало як від дози внесення мінеральних добрив, так і від попередників. На контрольному варіанті сумарне водоспоживання становило 1831 м³/га за попередника соя та 1735 м³/га за попередника кукурудза на зерно. Найбільше водоспоживання ячменю ярого 1874 м³/га відмічено за технології вирощування з внесенням добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$  +  $N_{30(IV)}$  за попередника соя. За попередника кукурудза на зерно величина даного показника зменшилася до 1797 м³/га, за внесення  $N_{45}P_{90}K_{90}$  +  $N_{45(IV)}$  та заробляння побічної продукції попередника. Встановлено, що при збільшенні урожайності ячменю ярого (сорт Віраж), сумарне водоспоживання збільшувалося відповідно досліджуваних варіантів.

Встановлено, що у середньому за 2018-2020 рр. дослідження урожайність ячменю ярого коливалась в межах від 1,70 до 4,88 т/га залежно від удобрення та попередника. Найвищу урожайність 4,88 т/га ячменю ярого сорту Віраж забезпечила технологія вирощування, що

передбачала внесення добрив у дозі  $N_{45}P_{90}K_{90}$  +  $N_{45(IV)}$  після попередника кукурудза на зерно. За аналогічної технології вирощування після попередника соя відмічено знижено урожайності до 4,39 т/га.

Оптимальні умови живлення є одним з основним факторів, які забезпечують найбільш економне використання вологи рослинами ячменю ярого. В результаті розрахунку коефіцієнта водоспоживання було встановлено, що найменшим він був після попередника кукурудза на зерно. За даного попередника найбільш економне витрачання вологи рослинами ячменю ярого (375 м³/т насіння) мало місце за технології вирощування, яка передбачала внесення добрив у дозі  $N_{45}P_{90}K_{90}$  +  $N_{45(IV)}$ , тоді як після попередника соя він був вищим і становив 425 м³/т зерна.

Найбільший коефіцієнт водоспоживання в досліді 1117 м³/т зерна відмічено після попередника кукурудза на зерно за технології, що передбачала лише заорювання побічної продукції попередника. Тоді як після іншого попередника найбільшим він був на контрольному варіанті та становив 726 м³/т зерна.

Одержані дані показали, що коефіцієнт водоспоживання значно різнився залежно від попередників. На варіантах без добрив та за внесення їх у мінімальних дозах ( $N_{30}P_{30}K_{30}$ ) після попередника кукурудза на зерно на створення 1 т зерна витрачалось на 58-424 м³/т води більше, ніж за вирощування ячменю ярого після сої. За внесення підвищених і високих доз добрив ( $N_{30}P_{60}K_{60}$  +  $N_{30(IV)}$ ,  $N_{60}P_{80}K_{80}$  +  $N_{60(IV)}$ ,  $N_{45}P_{90}K_{90}$  +  $N_{45(IV)}$ ) перевагу має попередник кукурудза на зерно, де витрачалось менше на 8-60 м³ вологи на формування 1 т зерна.

Щодо мінерального живлення, то після попередника соя, за рахунок внесення добрив відмічали зменшення рівня водоспоживання на 33-301 м³/т, що свідчить про ефективніше використання вологи культурою. Після

Особливості водоспоживання ячменю ярого в залежності від попередників та удобрення, середнє за 2018-2020 рр.

Варіант удобрення	Водний баланс шару ґрунту 0-60 см, (м <sup>3</sup> /га)		Кількість опадів за період сіва-збирання, м <sup>3</sup> /га	Урожайність, т/га	Загальне водоспоживання, м <sup>3</sup> /га	Коефіцієнт водоспоживання, м <sup>3</sup> /т зерна
	на час сівби	на час збирання				
Попередник соя						
Без добрив (контроль)	984	378	1253	2,56	1859	726
Побічна продукція попередника (П. п.)	988	384	1253	2,68	1857	693
(П. п.) + N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + мікродобриво	999	372	1253	3,59	1880	524
(П. п.) + N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	968	344	1253	3,62	1877	519
(П. п.) + N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>30</sub> (IV)	993	344	1253	3,83	1902	497
(П. п.) + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>60</sub> (IV)	1030	409	1253	3,96	1874	473
(П. п.) + N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>45</sub> (IV)	1004	391	1253	4,39	1866	425
НІР05	26	33	-	0,92	21	156
Попередник кукурудза на зерно						
Без добрив (контроль)	918	403	1253	1,7	1768	1040
Побічна продукція попередника (П. п.)	924	412	1253	1,58	1765	1117
(П. п.) + N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + мікродобриво	947	432	1253	3,04	1768	582
(П. п.) + N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	945	413	1253	3,05	1785	585
(П. п.) + N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>30</sub> (IV)	962	431	1253	4,13	1784	432
(П. п.) + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>60</sub> (IV)	975	439	1253	3,85	1789	465
(П. п.) + N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>45</sub> (IV)	995	418	1253	4,88	1830	375
НІР05	38	18	-	1,69	31	411

попередника кукурудза на зерно спостерігається аналогічна залежність.

Дослідженнями встановлено, що рослини ячменю ярого, після попередника кукурудза на зерно найбільш ефективно використовували ґрунтову вологу на формування 1 т зерна за технології вирощування, яка передбачала заорювання побічної продукції попередника і внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ , порівняно до попередника соя.

Аналізуючи особливості водоспоживання ячменю ярого за різних попередників визначено середній кореляційний зв'язок ( $r = 0,506$ ) урожайності із загальним водоспоживанням за його вирощування після сої та тісний зв'язок ( $r = 0,835$ ) за вирощування після кукурудзи на зерно. Поряд з цим, встановлено тісний обернений зв'язок урожайності з коефіцієнтом водоспоживання за обох попередників, про що засвідчують коефіцієнти кореляції, які становили: за вирощування після сої  $r = -0,993$  за вирощування після кукурудзи на зерно  $r = -0,957$  (рис. 2, 3).

Отримані результати парного кореляційного аналізу дають підставу провести регресійний аналіз та розрахувати наступні рівняння зв'язку урожайності ячменю ярого з коефіцієнтом водоспоживання. За попередника соя рівняння зв'язку має вигляд:

$$Y = 18,3926 + 0,0144X - 0,9771X^{0,5},$$

де  $Y$  – урожайність, т/га;

$X$  – коефіцієнт водоспоживання,  $m^3/t$  зерна.

Окрім самого рівняння, розраховано множинний коефіцієнт кореляції, який характеризує точність отриманих закономірностей ( $R = 0,999$ ) та коефіцієнт детермінації, який є критерієм оцінки впливу фактору виражений у відсотках ( $D = 99,8\%$ ). Разом з цим, доведена достовірність рівняння за критерієм Фішера ( $F$ ) так як  $F_{\text{фактичне}} (2646,6086)$  значно вище табличного його значення ( $F_{\text{таб-личне}} = 6,94$ ). За попередника кукурудза на зерно рівняння зв'язку має вигляд:

$Y = 19,3417 + 0,0157X - 1,0545X^{0,5}$ , де  $Y$  – урожайність, т/га;  $X$  – коефіцієнт водоспоживання,  $m^3/t$  зерна.

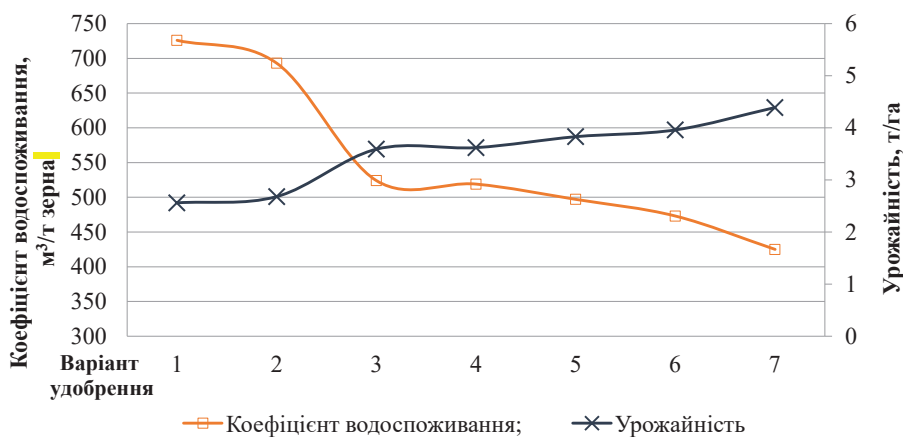


Рис. 2. Особливості водоспоживання ячменю ярого після попередника соя, середнє за 2018 – 2020 рр.

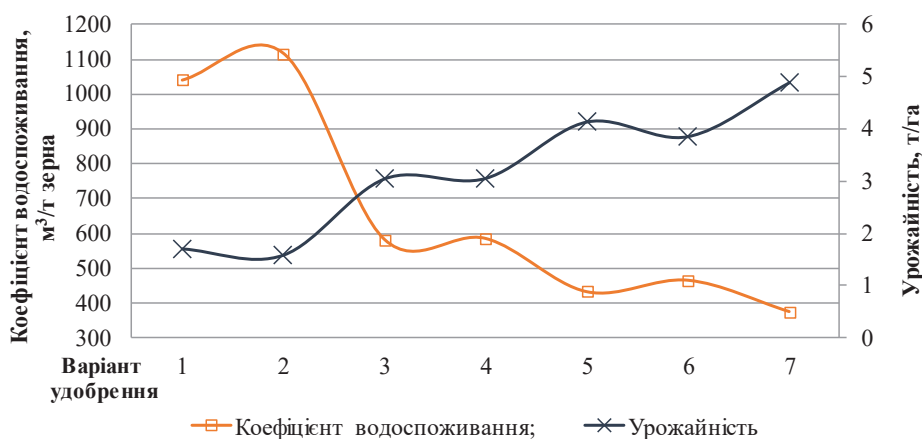


Рис. 3. Особливості водоспоживання ячменю ярого після попередника кукурудза, за 2018 – 2020 рр.

Примітка:

Варіант удобрення: 1 – Без добрив; 2 – Побічна продукція попередника (П.п.);

3 – (П. п.) +  $N_{30}P_{30}K_{30}$  + мікродобриво; 4 – (П. п.) +  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ; 5 – (П. п.) +  $N_{30}P_{60}K_{60}$  +  $N_{30(IV)}$ ;

6 – (П. п.) +  $N_{60}P_{80}K_{80}$  +  $N_{60(IV)}$ ; 7 – (П. п.) +  $N_{45}P_{90}K_{90}$  +  $N_{45(IV)}$



$R = 0,998$ ;  $D = 99,6$ ; фактичне значення критерію Фішера  $F = 966,7914$ ; табличне значення критерію Фішера за  $\alpha = 0,05$  становить  $F = 6,94$ . Результати регресійного аналізу засвідчують, що розраховані рівняння є достовірними за 95 % рівня ймовірності та досить добре описують закономірності які відбулися у досліді.

**Обговорення.** Питання характеру водоспоживання за різних попередників та добрив вивчено недостатньо. На водоспоживання ячменю ярого мають вагомий вплив такі фактори як: погодні умови року, запаси продуктивної вологи в ґрунті на час сівби, кількість опадів, температура і вологість повітря, які зумовлюють різну інтенсивність витрат вологи посівами. За рахунок підвищеної температури повітря, відбувається інтенсивніше витрачання посівами вологи. При цьому, водоспоживання рослин ячменю ярого збільшується в міру покращення забезпечення посівів вологою.

Значення вологозабезпечення відображено в праці Rajala et al. (2011). Посуха перед запиленням зменшувала значущо кількість зерен, масу зерна, виніс азоту зерном.

Низка фахівців підкреслює залежність ячменю ярого від погодних умов вегетаційного періоду, рельєфу і зазначають, що коефіцієнт водоспоживання за 2010–2015 рр. коливався від 543 до 1152 м<sup>3</sup>/т згідно даних з чотирьох метеостанцій Правобережного Лісостепу України (Kyrylyuk & Shemiakin, 2017)

Є багато публікацій щодо ефективності біопрепаратів при вирощуванні ячменю, що підвищує урожайність зерна (Kovalenko, 2023; Gamayunova & Kuvshinova, 2020; Gamayunova & Panfilova, 2020). Група вчених встановила, що ефективність використання води для загального виробництва сухої речовини ячменю ярого збільшувалася на 12 % відповідно внесення підвищених норм калійних добрив (Andersen et al., 2009).

Правильне живлення рослин є необхідною стратегією для підвищення ефективності використання води та сільськогосподарських рослин (Kharchenko et al., 2019; Radchenko et al., 2021; Zakharchenko & Tunguz, 2020). В умовах обмеженого водопостачання поживні речовини відіграють дуже важливу роль у підвищенні ефективності використання води (Zhang et al., 2022). Фосфор, калій, магній та цинк покращують ріст коренів, що збільшує споживання води, підвищує ефективність використання води, інтенсивність фотосинтетичної активності (Waraich et al., 2011).

Доведено, що за високої температури повітря та нестачі вологи перевагу дають в сівозміні саме мінеральні та органо-мінеральні системи удобрення, при цьому збільшується вміст протеїну та врожайність зерна ячменю (Hosrodarenko & Liubych, 2021). Ліміт азоту призводить до зменшення біомаси, приводить до змін у проходженні фізіологічних процесів (Decouard et al., 2022).

Обробіток ґрунту також впливає на рух води у ґрунті та фільтрацію води, що надходить з атмосферними опадами (Datsko & Zakharchenko, 2022; Dindaroglu et al., 2022; Mishchenko et al., 2022). Залежно від ґрунтово-кліматичних умов коливається і вміст доступної

вологи, особливо, на початку вегетаційного періоду (Malienko & Borys, 2019). Наприклад, ноу-тіл мав однакові показники з оранкою по урожайності ячменю на ділянках Полтавської ДСГДС ім. М.І. Вавилова (2016–2020 рр.) на чорноземі типовому малогумусному важкосуглинковому (Hanhur et al., 2021).

В той же час, в умовах Хмельницької ДСДС Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН за 19-річний період досліджень на чорноземах опідзолених на фоні повного мінерального добрива саме оранка забезпечувала підвищення врожайності зерна. Також застосування соломи попередника позитивно впливала на якість та врожай ячменю ярого (Kyryliuk et al., 2019).

Забарна Т., проводячи дослідження в умовах Правобережного Лісостепу, отримала позитивний відгук ячменю на внесення мінеральних добрив і найбільш ефективним виявилася норма  $N_{30}P_{60}K_{60}$  (Zabarna, 2020). Порівнюючі такі попередники як ріпак озимий, кукурудза, соняшнику, то найкращим варіантом на фоні без добрив за два роки досліджень отримано саме при ріпаку озимому. Урожайність зерна ячменю за попередника кукурудза була більше за урожайність за попередника соняшнику на 0,9-1,7 т/га на фоні удобрення.

**Висновки.** Найнижчий коефіцієнт водоспоживання рослин ячменю ярого отримано після попередника кукурудза на зерно, за якого споживання вологи рослинами ячменю ярого було найекономічніше – 375 м<sup>3</sup>/т насіння за технології вирощування, яка передбачала внесення добрив у дозі  $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ . Після сої зростало водоспоживання до рівня 425 м<sup>3</sup>/т насіння, що на 50 м<sup>3</sup>/т насіння, або 13 % більше, ніж за вирощування після кукурудзи. За рахунок внесення різних доз мінеральних добрив після попередника соя, у роки з різним рівнем зволоження та гідротермічними показниками, як за осінньо-зимового накопичувального періоду, так і за вегетаційного весняно-літнього періоду, відмічали зменшення коефіцієнта водоспоживання на 33–301 м<sup>3</sup>/т, що свідчить про ефективніше використання вологи рослинами ячменю на удобрених варіантах порівняно з контролем. Після попередника кукурудза на зерно спостерігається аналогічна залежність.

Найвищу врожайність ячменю ярого сорту Віраж забезпечила технологія вирощування за внесення добрив в дозі  $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$  на фоні інтегрованої системи захисту із застосуванням стимулятора росту після попередника кукурудза на зерно. Проведений математичний аналіз водоспоживання ячменю ярого за різних попередників показав, що існує середній кореляційний зв'язок урожайності із загальним водоспоживанням за вирощування після сої, тісний зв'язок за вирощування після кукурудзи. Отримано тісний обернений зв'язок урожайності з коефіцієнтом водоспоживання за обох попередників. Підтверджено, що рівень водоспоживання залежав від системи удобрення та рівня забезпеченості вологою після попередника.

### **Бібліографічні посилання:**

1. Andersen, M. N., Jensen, C. R. & Lösch, R. (1992) The Interaction Effects of Potassium and Drought in Field-Grown Barley. I. Yield, Water-Use Efficiency and Growth, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, 42:1, 34–44. doi: 10.1080/09064719209410197
2. Borys, N., & Krasjuk, L. (2020). Pozhyvnyi rezhym siroho lisovoho gruntu zalezno vid system osnovnoho obrobitku i udobrennia v korotkorotatsiinii zernovii sivozmini [Nutritional regime of gray forest soil at different anthropogenic loads]. *Agrobiology*, 2, 16–26 (in Ukrainian). doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-16-26
3. Borysonik, Z. B. (1975). Yari kolosovi kultury [Spring ear crops]. Kyiv: Urozhai, 176 (in Ukrainian).
4. Datsko, O. M. & Zakharchenko, E. A. (2022). The characteristics of tillage methods under maize cultivation. *Agrarian innovations*, 13, 46–52. doi: 10.32848/agrar.innov.2022.13.7
5. Decouard, B., Bailly, M., Rigault, M., Marmagne, A., Arkoun, M., Soulay, F., Caïus, J., Paysant-Le Roux, C., Louahia, S., Jacquard, C., Esmaeel, Q., Chardon, F., Masclaux-Daubresse, C. & Dellagi, A. (2022). Genotypic variation of nitrogen use efficiency and amino acid metabolism in barley. *Front. Plant Sci.* 12:807798. doi: 10.3389/fpls.2021.807798
6. Dindaroglu, T., Tunguz, V., Babur, E., Alkharabsheh, H. M., Seleiman, M. F., Roy, R., & Zakharchenko, E. (2022). The use of remote sensing to characterise geomorphometry and soil properties at watershed scale. *International Journal of Global Warming*, 27(4), 402–421. doi: 10.1504/IJGW.2022.10049112
7. Gamayunova, V. V., & Kuvshinova, A. O. (2020). Osoblyvosti vodospozhyvannia yachmeniu ozymoho zalezno vid sortu i optymizatsii zhyvlennia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Features of water consumption of winter barley depending on a grade and optimization of food in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Agrarian innovations*, 4, 10–17 (in Ukrainian). doi: 10.32848/agrar.innov.2020.4.2
8. Gamajunova, V., & Panfilova, A. (2020). The productivity of spring barley varieties depending on the optimization of nutrition in the southern steppe of Ukraine. *AgroLife Scientific journal*, 9(1), 132–140. Access mode: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/8382/1/Art17.pdf>
9. Hanhur, V. V., Len, O. I. & Hanhur, N. V. (2021). Effect of minimizing soil tillage on moisture supply and spring barley productivity in the zone of the Left-Bank Forest- Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 128–134. doi: 10.31210/visnyk2021.01.15
10. Hospodarenko, H., & Liubych, V. (2021). Influence of long-term fertilization on yield and quality of spring triticale grain. *Research for rural development*, 36, 29–35. doi: 10.22616/rrd.27.2021.004
11. Ivashchenko, L. (2007). Enerhozberihaiuchy obrobok gruntu [Energy-saving tillage]. *Agronom*, 2, 162–164 (in Ukrainian).
12. Kaflevska, S. H., & Koziar, N. O. (2013). Stan ta problemy rozvytku rynku zerna v Ukraini [State and problems of grain market development in Ukraine]. *Efektivna ekonomika*, 4 (in Ukrainian). Access mode: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek\\_2013\\_4\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2013_4_13).
13. Kharchenko, O., Zakharchenko, E., Kovalenko, I., Prasol, V., Pshychenko, O. & Mishchenko, Y. (2019). On problem of establishing the intensity level of crop variety and its yield value subject to the environmental conditions and constraints. *AgroLife Scientific Journal*, 8(1), 113–119.
14. Kovalenko, T. M. (2023). Influence of spring Barley plant nutrition optimization on yield formation in the Rightbank Foreststeppe of Ukraine. *Agriculture and forestry*, 1(28), 46–61. doi: 10.37128/2707-5826-2023-1-4
15. Kyrylyuk, V. P., & Shemiakin, M. V. (2017). Vplyv volohozabezpechennia vehetatsiinoho periodu na zapasy produktyvnoi volohy i vodospozhyvannia yachmeniu yaroho v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu [The influence of a moisture supply of a growing season on the stock of productive moisture and water consumption of spring barley under conditions of the rightbank Forest-steppe]. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 1, 18–26 (in Ukrainian).
16. Kyryliuk, V., Tymoshchuk, T., & Kotelnytska, H. (2019). Vplyv system osnovnoho obrobitku hruntu ta udobrennia na produktyvnist yachmeniu yaroho [Yield and quality of barley grain according to the systems of basic tillage and fertilization]. *Scientific Horizons*, 9(82), 36–44 (in Ukrainian). doi: 10.33249/2663-2144-2019-82-9-36-44
17. Lib, I. M. (2012). Vodospozhyvannia roslyn yachmeniu yaroho v lankakh sivozmin zalezno vid system obrobitku gruntu ta udobrennia [Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy], 3, 91–95 (in Ukrainian). URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg\\_2012\\_3\\_27](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2012_3_27)
18. Lotysh, O. (2022). Rol Ukrainy na svitovomu rynku zerna: vykylyky i zahrozy [Ukraine's role in the global grain market: challenges and threats]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 45 (in Ukrainian). doi: 10.32782/2524-0072/2022-45-56
19. Malienko, A., & Borys, N. (2019). Typovist hidrotermichnykh umov zony Pravoberezhnoho Lisostepu ta yi vplyv na produktyvnist kukurudz [Typical hydrothermal conditions of the Right-bank Forest-step zone and their influence on corn productivity]. *Agrobiology*, 1, 55–64 (in Ukrainian). doi: 10.33245/2310-9270-2019-146-1-55-64
20. Mishchenko, Y., Kovalenko, I., Butenko, A., Danko, Y., Trotsenko, V., Masyk, I., Zakharchenko, E., Hotvianska, A., Kyrsanova, G., & Datsko, O. (2022). Post-harvest siderates and soil hardness. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 23(3), 54–63. doi: 10.12912/27197050/147148
21. Onufron, L. I. (2012). Vodospozhyvannia yachmeniu yaroho za riznykh umov vyroshchuvannia. *Irrigated farming*, 57, 144–148 (in Ukrainian). Access mode: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zz\\_2012\\_57\\_24](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zz_2012_57_24)
22. Protsenko, D. S., & Padusenko, O. A. (2019). Efektivnist vyrobnytstva yachmeniu v Ukraini: stan, problemy ta perspektyvy [Efficiency of barley production in Ukraine: state, problems and prospects]. *Visnyk SNT NNI Biznesu i Menedzhmentu KhNTUSH*, 2, 118–121 (in Ukrainian).
23. Radchenko, M. V., Trotsenko, V. I., Hlupak, Z. I., Zakharchenko, E. A., Osmachko, O. M., Moisiienko, V. V., Panchyshyn, V. Z., & Stotska, S. V. (2021). Influence of mineral fertilizers on yielding capacity and quality of soft spring wheat grain. *Agronomy Research*, 19(4), 1901–1913. doi: 10.15159/AR.21.104

24. Rajala A., Hakala K., Mäkelä P., & Peltonen-Sainio P. (2011). Drought effect on grain number and grain weight at spike and spikelet level in six-row spring barley. *Journal of agronomy and crop science*, 197(2), 103–112. doi: 10.1111/j.1439-037X.2010.00449.x
25. Roslynyntstvo Ukrainy 2018: statystychnyi zbirnyk [Crop production of Ukraine]. (2019). Kyiv: State Statistics Service of Ukraine, 220 (in Ukrainian).
26. Saiko V. F., & Malienko A. M. (2007). Systemy obrobittu gruntu [Tillage system]. Kyiv, 41 (in Ukrainian).
27. Shkurko, V. S. (2012). Vplyv pohodnykh umov, poperednykiv i dobryv na vrozhainist sortiv yachmeniu pyvovarnoho [The influence of weather conditions, precursors and fertilizers on the yield of malting barley varieties]. *Bulletin of Poltava state agrarian academy*, 3, 167–170 (in Ukrainian). doi: 10.31210/visnyk2012.03.36
28. Sobko, M., Medvid, S., & Bondarenko, I. (2023). Vplyv sposobiv osnovnoho obrobittu gruntu na vrozhainist yachmeniu yarooho. The influence of methods of main tillage on the yield of spring barley. *Ahrobiznes sohodni*. Access mode: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni.html> (in Ukrainian).
29. Tsyliuryk O. I., Chorna V. I., Desyatnyk L. M., & Horshchar V. I. (2020). Vplyv sposobiv osnovnoho obrobittu hruntu na dynamiku zapasiv produktyvnoi volohy v posivakh yachmeniu yarooho v umovakh pivnichnoho stepu Ukrainy [Influence of methods of basic tillage on the dynamics of productive moisture reserves in spring barley crops in the conditions of the northern Steppe of Ukraine]. *Grain Crops*, 4 (2), 339–352 (in Ukrainian). doi: 10.31867/2523-4544/0143
30. Zabarna T. (2020). The influence of hydrothermal conditions on the cultivation of spring barley in the rightbank Forest-steppe of Ukraine. *Sciences of Europe*, 1(60), 10–19.
31. Zakharchenko, E., & Tunguz, V. (2020). Effect of ammonium sulfate and phosphogypsum application on nutrients dynamics and acidity of black soil. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 42(4), 61–69. doi: 10.32845/agrobio.2020.4.8.
32. Zhang X., Wu D., & Zakharchenko E. A. (2022). Review on effects of biogas slurry application on crop growth. *Agrarian innovations*, 13, 155–165. doi: 10.32848/agar.innov.2022.13.24.
33. Waraich, E. A., Rashid, A., Ashraf, M. Yaseen, Saifullah & Ahmad, M. (2011). Improving agricultural water use efficiency by nutrient management in crop plants. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, 61 (4), 291–304. doi: 10.1080/09064710.2010.491954

**Porodko M. A.**, *Leading Agronomist, National Research Center “Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine”, Chabany, Kyiv region, Ukraine*

**Water consumption of spring barley plants depends on fertilizer and predecessor**

*On the basis of the research carried out in the period 2018-2020 in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine, it was established that the lowest coefficient of water consumption of barley was after corn for grain as a predecessor. For this predecessor, the consumption of water by spring barley plants was the most economical – 375 m<sup>3</sup>/t of seeds for the cultivation technology, which involved the application of fertilizers in the dose of N<sub>45</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> + N<sub>45(IV)</sub>. Cultivation of barley after soybeans increased water consumption to the level of 425 m<sup>3</sup>/t of seed, which is 50 m<sup>3</sup>/t of seed or 13 % more than growing after corn. In general, due to application of different doses of mineral fertilizers after soybeans, in years with different levels of precipitation and hydrothermal indicators, both during the autumn-winter storage period and during the spring-summer period, a decrease in the water consumption coefficient was detected by 33–301 m<sup>3</sup>/t, which indicates more efficient use of water by barley plants on fertilized variants compared to the control. After a corn as a predecessor, a similar dependence is observed. It was established that the highest yield of 4.88 t/ha of spring barley of Viraj was provided by the technology of cultivation with the application of fertilizers in the dose of N<sub>45</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> + N<sub>45(IV)</sub> on the background of an integrated protection system with the use of a growth stimulator after the predecessor corn for grain. Under similar cultivation technology, after soybeans as the predecessor, a lower yield at the level of 4.39 t/ha was received. The mathematical analysis of spring barley water consumption under different predecessors showed that there is an average correlation (r = 0.506) of productivity with total water consumption for growing after soybeans, a close relationship (r = 0.835) for growing after corn. At the same time, a close inverse relationship between yield and water consumption was established for both predecessors, as evidenced by the correlation coefficients, which were: for growing after soybeans r = –0.993, for growing after corn r = –0.957. In general, the level of water consumption depended on the fertilization system and the level of water supply after the predecessor.*

**Key words:** spring barley, water consumption coefficient, mineral fertilizers, predecessor, productivity, productive moisture, soil.