doi: 10.33249/2663-2144-2019-82-9-36-44

UDC 633.16:631.559:631,8

YIELD AND QUALITY OF BARLEY GRAIN ACCORDING TO THE SYSTEMS OF BASIC TILLAGE AND FERTILIZATION

V. Kyrylyuk[1], T. Tymoshchuk[2], G. Kotelnytska[2]
e-mail: golovbuh-hdsgds@yandex.ru, tat-niktim@ukr.net
[1]Khmelnitsky State Agricultural Experimental Station of the Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of NAAS
Samchyky village, Starokostyantynivsky district, Khmelnytsky region, 31182, Ukraine
[2]Zhytomyr National Agroecological University
7, Stary Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

Barley in Ukraine is one of the most important world grain crops of food and feed value being in high demand in the agricultural market. multi-year research has found that the optimization of the technology for growing spring barley provides the formation of maximum grain yield under different climatic conditions.

The aim of the research was to study the effect of long-term use of different systems of basic tillage and fertilizer systems (mineral and organo-mineral) on the yield and quality of spring barley grain in the conditions of the Right-bank Forest Steppe of Ukraine.

The study was conducted in a stationary experiment during 2001–2018 on black-earth sub-soil mid-loam soils.

It has been established that the highest yield of barley grain (3.94 t/ha) was provided by the traditional system of basic tillage on the background of mineral fertilizer at the dose of $N_{60}P_{60}K_{60}$. The use of non-traditional tillage led to a decrease in the yield of spring barley grain by 0.15–0.46 t/ha as compared to plowing. The lowest yield of spring barley grain (3.48 t/ha) was obtained by disking to a depth of 10–12 cm.

The application of traditional tillage on the background of organo-mineral fertilizer, with the predecessor straw being left in the field, along with the application of N_{10} per ton of straw on the background $N_{30}P_{30}K_{30}$, provides a yield of 3.91 t/ha. Under non-traditional tillage grain yield decreases by 3–12 % as compared to traditional plowing.

Both traditional and flat tillage systems on both fertilizer backgrounds yielded the best grain quality indices such as grain nature and 1000 seeds weight.

The highest net operating profit and profitability level (118 %) were obtained from the flat tillage system on the organo-mineral background of the fertilizer. Disk plowing leads to a 31 % decrease in profitability as compared to flat-loosening.

Further research should focus on examining the effectiveness of applying straw with destructors in spring barley fertilizer systems, depending on the method of basic tillage under different weather conditions.

Key words: *spring barley, yield, tillage, fertilizer system, grain quality, profitability.*

ВПЛИВ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

В. П. Кирилюк[1], Т. М. Тимощук[2], Г. М. Котельницька[2]
e-mail: golovbuh-hdsgds@yandex.ru, tat-niktim@ukr.net
[1]Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН
с. Самчики, Старокостянтинівський р-н, Хмельницька обл., 31182, Україна
[2]Житомирський національний агроекологічний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Ячмінь в Україні є однією з важливих світових зернових культур продовольчого і фуражного значення та користується значним попитом на аграрному ринку. Багаторічними дослідження

науковців встановлено, що оптимізація елементів технології вирощування ячменю ярого забезпечує формування максимальної урожайності зерна за різних кліматичних умов.

Метою досліджень було вивчити вплив тривалого застосування різних систем основного обробітку ґрунту і систем удобрення (мінеральної та органо-мінеральної) на врожайність та якість зерна ячменю ярого в умовах Правобережного Лісостепу України.

Дослідження проведено у стаціонарному досліді протягом 2001–2018 рр. на чорноземних опідзолених середньосуглинкових ґрунтах.

Встановлено, що на фоні мінерального удобрення у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ найвищу урожайність зерна ячменю ярого (3,94 т/га) забезпечила полицева система основного обробітку ґрунту. Застосування безполицевих обробітків ґрунту призвело до зниження урожайності зерна ячменю ярого на 0,15–0,46 т/га порівняно з оранкою. Найнижчу урожайність зерна ячменю ярого (3,48 т/га) отримано за дискування на глибину 10–12 см.

Застосування полицевого обробітку ґрунту на фоні органо-мінерального удобрення, що передбачає залишення у полі соломи попередника, внесення N_{10} на тонну соломи на фоні $N_{30}P_{30}K_{30}$, забезпечує урожайність зерна ячменю ярого – 3,91 т/га. За проведення безполицевих обробітків ґрунту урожайність зерна знижується на 3–12 % порівняно з оранкою.

За полицевої і плоскорізної систем основного обробітку ґрунту на обох фонах удобрення отримано такі найкращі показники якості зерна, як натура зерна та маса 1000 насінин.

Найвищий умовно чистий прибуток та рівень рентабельності (118 %) отримано за плоскорізної системи основного обробітку ґрунту на органо-мінеральному фоні удобрення. Проведення дискування призводить до зниження на 31% рівня рентабельності порівняно з плоскорізним рихленням.

Подальші дослідження слід зосередити на вивченні ефективності застосування соломи з деструкторами в системах удобрення ячменю ярого залежно від способу основного обробітку ґрунту за різних погодних умов.

Ключові слова: *ячмінь ярий, урожайність, обробіток ґрунту, система удобрення, якість зерна, рентабельність.*

Вступ

Вирощування зернових культур відноситься до основних пріоритетів розвитку аграрного сектору держави, і є важливим джерелом прибутковості сільськогосподарських підприємств різних форм власності. У світі однією з найбільш розповсюджених в аграрному виробництві злакових сільськогосподарських культур є ячмінь (*Romanyuk et al.,* 2018).

Ячмінь є цінною продовольчою і кормовою культурою, оскільки зерно найбільш збалансоване за амінокислотним складом і може забезпечити виробництво фуражем і пивоварною сировиною. Крім того, завдяки дієтичним та лікувальним властивостям ячмінь використовується в медицині (*Gorash, 2010; Gamayunova et al.,* 2018).

Наразі спостерігається динаміка скорочення зменшення посівних площ під цією сільськогосподарською культурою на відміну від загальносвітових тенденцій зростання виробництва ячменю. Слід зазначити, що за останні 15 років площі посіву ячменю ярого в Україні зменшилися на 56 % (*Gamayunova et al., 2018; Romanyuk et al.,* 2018).

Таким чином, актуальною проблемою є збільшення обсягів виробництва зерна ячменю ярого за рахунок максимальної реалізації генетичного потенціалу сучасних сортів та застосування окремих елементів технологій.

В Україні створено перспективні сорти ячменю ярого вітчизняної селекції, які вирізняються потенційною врожайністю, реакцією на умови вирощування та внесені дози добрив (*Kozachenko et al.,* 2014; *Petuhova et al.,* 2016). Забезпечити реалізацію генетичного потенціалу сортів ячменю ярого та підвищення рівня конкурентоспроможності виробництва можна шляхом оптимізації агротехнологій (*Romanyuk,* 2019).

Оскільки ячмінь ярий має відносно короткий період вегетації та слаборозвинену кореневу систему з низькою засвоювальною здатністю поживних речовин, тому вимогливий до фізичного стану ґрунту, вмісту в ньому рухомих легкодоступних поживних речовин і достатньої кількості вологи (*Gorash, 2010$ Shejbalová et al.,* 2014).

В результаті багаторічних досліджень науковцями встановлено, що регулюючими факторами умов росту і розвитку рослин ячменю ярого для формування врожайності з високими якісними показниками є рівень мінерального живлення, способи обробітку ґрунту та їх глибина, сортові особливості культури та кліматичні умови *(Brennan et al.,* 2015; *Niero et al.,* 2015; *Abi Saab et al.,* 2019).

У грунтово-кліматичних умовах Лісостепу були проведені дослідження з вивчення ефективності нових агротехнологій, що дозволяють підвищувати продуктивність посівів зернових культур на 15–20 % (*Baranovska, 2004*).

В останні десятиріччя спостерігається тенденція до мінімалізації обробітку ґрунту під ячмінь ярий з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, кількості залишених післяжнивних решток попередника, добрив, фітосанітарного стану посівів (Gordienko *et al.,* 2005; Pabat *et al.,* 2005; *Sayko et al.,* 2007).

Однак, чимало питань щодо ефективності застосування безполицевого обробітку ґрунту замість традиційного полицевого під ячмінь ярий, залишається не виясненими як у теоретичному, так і у практичному плані. Зокрема, не уточнено спосіб мінімалізації обробітку ґрунту, оптимальне поєднання поверхневих, мілких, звичайних та глибоких, полицевих і безполицевих обробітків.

Кожен із способів основного обробітку ґрунту забезпечує неоднозначні результати за різних ґрунтово-кліматичних умов (*Małecka et al.,* 2012; *Kaminska et al.,* 2016; *Bogužas et al.,* 2018). Досліджено, що обробіток ґрунту під ячмінь ярий необхідно диференціювати, зокрема у сприятливі за вологістю роки доцільніше застосовувати оранку, а у посушливі – поверхневий обробіток ґрунту (Konishhev *et al.,* 2007; *Sayko et al.,* 2007).

Встановлено, що в посушливих умовах північного Степу чизелювання (на глибину 14–16 см) забезпечує максимальні запаси продуктивної вологи навесні порівняно з іншими способами основного обробітку ґрунту, завдяки наявності на поверхні ґрунту рослинних залишків попередника і хвилястому нанорельєфу. Разом з тим, використання поверхневого дискового обробітку ґрунту (на глибину 0–12 см) під ячмінь ярий призводить до підвищення забур'яненості посівів та зниження продуктивності порівняно з полицевою оранкою та чизелюванням (*Tsilyurik et al.,* 2014). Так, використання полицевої оранки та чизелювання забезпечує отримання врожаю зерна ячменю ярого на рівні 2,69–3,35 і 2,35–3,32 т/га, відповідно. Дискування ґрунту знижує врожайність ячменю ярого на 5,9–17,8 % за рахунок іммобілізації азоту мікроорганізмами при розкладанні рослинних решток. *(Tsilyurik,* 2017).

Заміна зяблевої оранки дискуванням призводить до того, що основна маса коренів рослин ячменю розміщується мілкіше, порівняно з полицевим обробітком. Саме це ставить рослини у залежність від літніх опадів, що загрожує їх продуктивності. Тому потрібно глибоко вивчати багаторічний їх вплив на основні показники родючості ґрунту, що здебільшого буде вирішальним у розв'язанні питання, якому заходу або системі обробітку надати перевагу (*Małecka et al.,* 2012; *Tsilyurik et al.,* 2014; *Brennan et al.,* 2015).

Дослідженнями доведено значний вплив щільності будови ґрунту на водний, повітряний, і деякою мірою, поживний режими, а також на ріст та розвиток сільськогосподарських культур. Встановлено, що ущільнення ґрунту до рівня 1,4 г/см^3 негативно впливає на ріст і розвиток рослин, ускладнює використання елементів живлення з ґрунту та знижує продуктивність ячменю ярого (*Uvarenko,* 2018).

У сучасних технологіях вирощування польових культур пріоритетна увага надається, насамперед, використанню добрив, які в агроценозі зумовлюють і корегують продуційні процеси рослин. За застосування мінеральних добрив оптимізується живлення рослин впродовж усієї вегетації, створюються сприятливі умови для росту і розвитку рослин, поліпшується родючість ґрунту *(Samak et al.,* 2016; *Gamayunova et al.,* 2019).

Установлено, що максимальний рівень урожайності зерна сорту ячменю ярого Набат (6,39 т/га) на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах було отримано за внесення регулятору росту Терпал та азотних добрив в дозі N_{90} на фосфорно-калійному фоні $P_{45}K_{45}$ (*Romanyuk,* 2019).

Таким чином, сучасні технології вирощування ячменю ярого мають створювати оптимальні умови для формування потужного фотосинтетичного апарату рослин і максимальної продуктивності рослин.

На основі отриманих результатів вітчизняних і зарубіжних вчених, які проводили дослідження із вивчення доцільності способу обробітку ґрунту під

ячмінь ярий, можна зробити висновок, що єдиної думки не існує.

Тому, вивчення ефективності основного обробітку ґрунту та удобрення побічною продукцією попередника у сучасних агротехнологіях вирощування ячменю ярого за неоднорідності ґрунтового покриву та зміни кліматичних умов є актуальним питанням в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методи

Мета дослідження – дослідити особливості формування продуктивності ячменю ярого залежно від застосування систем основного обробітку ґрунту та удобрення у короткоротаційних сівозмінах Правобережного Лісостепу України.

У стаціонарному досліді Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН впродовж 2001–2018 рр. вивчали вплив різних систем основного обробітку ґрунту (табл. 1) та удобрення на продуктивність та якість ячменю ярого на чорноземних опідзолених середньосуглинкових ґрунтах.

Таблиця 1. **Схема основного обробітку ґрунту в сівозміні**

Система основного обробітку ґрунту	Спосіб та глибина обробітку під ячмінь ярий, см	Знаряддя
Полицева	оранка на 20–22	ПЛН-3-35
Плоскорізна	плоскорізне рихлення на 25–27 см	КПГ-2-150
Чизельна	чизелювання на 25–27 см	ПЧ-2,5 + ПСТ-2,5
Поверхнева	дискування на 10–12 см	БДТ-7

Схема досліду включала два фони удобрення: фон 1 – $N_{60}P_{60}K_{60}$ (мінеральна система удобрення), фон 2 – солома попередника + N_{10} на тонну соломи + $N_{30}P_{30}K_{30}$ (органо-мінеральна система удобрення).

Дослідження проводили в 5-пільній сівозміні (2001–2008 рр.) з таким чергуванням культур – горох, пшениця озима, буряки цукрові, гречка, ячмінь та в 4-пільній (2009–2018 рр.) з наступним чергуванням культур – соя, ячмінь ярий, гірчиця біла, пшениця озима.

Агрохімічна характеристика ґрунту: вміст ґумусу (за Тюріним і Кононовою) становив 2,62–3,12 %, pH – 6,0–6,5, азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 15,0–16,3 мг на 100 г грунту, рухомих форм фосфору (за Чіріковим) – 12,5–19,61 мг на 100 г грунту, обмінного калію (за Чіріковим) – 6,5–7,2 мг на 100 г ґрунту.

Агротехніка вирощування ячменю ярого загальноприйнята для зони Лісостепу, за винятком систем основного обробітку ґрунту та удобрення.

Облікова площа дослідних ділянок – 40 м^2, повторність досліду – чотириразова. Розміщення ділянок у повтореннях систематичне.

Агрометеорологічні умови характеризувались істотним відхиленням від середньобагаторічних показників як за кількістю опадів, температурним режимом, так і їх розподілом у період вегетації ячменю, що мало значний вплив на урожайність культури, але в цілому вплив досліджуваних факторів спостерігався стабільно. За роки досліджень відмічена тенденція у бік зростання як кількості опадів, так і температур. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) у період найбільшого водоспоживання рослинами ячменю ярого (травень) складав у 2016 р. – 1,62, у 2017 р. – 0,99 і в 2018 р. – 1,56.

Протягом вегетаційного періоду проводили регулярні фенологічні спостереження, обліки та аналізи згідно із загальноприйнятими методиками (*Moiseichenko et al.,* 1994). Економічну оцінку впливу досліджуваних факторів на урожайність зерна ячменю ярого визначали розрахунковим методом з використанням технологічних карт за цінами, які склалися на 2018 р.

Результати досліджень та їх обгооврення

Важливим показником оцінки ефективності застосування елементів технології вирощування ячменю ярого є рівень урожайності зерна, яка залежить від сукупної дії багатьох факторів (*Gamayunova et al.,* 2018). За результатами досліджень встановлено, що максимальну врожайність зерна ячменю ярого (3,94 т/га) на фоні мінерального удобрення забезпечила полицева

система основного обробітку грунту (табл. 2).

Застосування безполицевих обробітків ґрунту призвело до зниження урожайності зерна ячменю ярого на 4,0–12,0 % порівняно з оранкою. Варто відмітити незначне зниження на 0,15 т/га урожайності зерна ячменю ярого за плоскорізного рихлення порівняно з полицевим обробітком грунту.

Оптимізація мінерального живлення, де на фоні залишення соломи попередника і N_{10} вносили нітроамофоску у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$, забезпечила отримання найвищої урожайності зерна ячменю ярого також, за полицевої системи обробітку грунту. За плоскорізної системи обробітку грунту відбулося зниження урожайності зерна на 3 %, порівняно з оранкою.

Проведення чизелювання на глибину 25–27 см та дискування на 10–12 см призводить до зниження урожайності зерна на 0,35–0,46 т/га порівняно з полицевою системою обробітку грунту.

Зниження урожайності зерна ячменю ярого за безполицевих систем основного обробітку ґрунту, особливо за поверхневої, порівняно з оранкою, на обох фонах удобрення можна пояснити різницею в якості та глибині розпушення ґрунту, що впливає на його фізичний стан.

Таблиця 2. **Вплив систем основного обробітку грунту та удобрення на урожайність зерна ячменю ярого, т/га (2001–2018 рр.)**

Роки		Мінеральна система удобрення (фон 1)				Органо-мінеральна система удобрення (фон 2)			
		Полицева (контроль)	Плоскорізна	Чизельна	Поверхнева	Полицева (контроль)	Плоскорізна	Чизельна	Поверхнева
2001		3,50	3,72	3,64	3,57	3,38	3,37	3,31	3,15
2002		3,88	3,57	3,58	3,48	3,57	3,27	3,36	3,20
2003		2,01	1,92	1,87	1,89	2,57	2,27	2,36	2,22
2004		5,18	4,72	4,55	3,93	5,23	5,03	4,18	3,51
2005		5,07	4,94	4,87	3,68	5,12	4,55	4,15	3,57
2006		3,59	3,39	3,39	3,24	3,35	3,02	3,13	3,26
2007		3,03	2,89	3,04	2,71	3,00	2,82	3,04	2,89
2008		3,75	3,50	3,60	3,88	4,43	3,55	3,98	4,13
2009		2,41	2,85	2,27	2,33	2,27	2,71	1,99	2,22
2010		3,63	4,00	3,67	3,44	3,79	4,23	4,10	3,80
2011		2,59	2,36	2,42	2,41	1,87	1,99	1,83	1,81
2012		2,85	3,60	3,45	3,57	3,22	3,28	2,51	3,21
2013		3,52	3,65	3,16	3,12	3,41	3,23	3,20	3,21
2014		5,45	4,26	3,16	5,05	4,87	5,02	4,51	3,96
2015		5,31	5,36	5,65	5,42	5,32	5,36	4,73	5,48
2016		5,76	5,10	4,23	3,24	5,44	5,18	4,87	4,23
2017		4,80	4,36	4,45	4,58	4,54	3,98	3,96	3,97
2018		4,65	4,00	3,40	3,08	4,98	5,58	4,73	4,20
Середня		3,94	3,79	3,58	3,48	3,91	3,80	3,56	3,45
± до контролю	т/га	–	-0,15	-0,36	-0,46	–	-0,11	-0,35	-0,46
	%	–	-4	-9	-12	–	-3	-9	-12
± до фону	т/га	–	–	–	–	-0,03	0,01	-0,02	-0,03
	%	–	–	–	–	-1	0,3	-0,6	-1

Встановлено, що органо-мінеральна та мінеральна системи удобрення за усіх систем основного обробітку ґрунту виявилися рівнозначними за ефективністю, оскільки не відмічено істотного зниження урожайності зерна ячменю ярого.

Важливе значення у агротехніці вирощування сільськогосподарських культур має не лише їх продуктивність, але і якість. Одними із основних показників якості врожаю зернових культур, в тому числі і ячменю ярого, є маса 1000 насінин та натура зерна. Маса 1000 насінин ячменю ярого корелює з показниками крупності зерна і у зв'язку з цим підвищується екстрактивність та пивоварні якості загалом.

Серед досліджуваних факторів на масу 1000 насінин найбільший суттєвий вплив відіграють умови вирощування, зокрема удобрення культури (табл. 3). Найвищою маса 1000 насінин (55,1 г) була на фоні мінерального удобрення за плоскорізної системи основного обробітку грунту, а найнижчою (50,2 г) – за поверхневої.

Таблиця 3. **Вплив систем основного обробітку грунту та удобрення на якість зерна ячменю ярого, середнє за 2001–2018 рр.**

Система основного обробітку ґрунту	Натура зерна, г/л	Маса 1000 насінин, г	Склоподібність, %	Плівчастість, %
Мінеральна система удобрення (фон 1)				
Полицева	653	54,6	50,4	9,2
Плоскорізна	652	55,1	52,5	10,5
Чизельна	650	51,3	50,5	10,6
Поверхнева	647	50,2	51,5	10,7
Органо-мінеральна система удобрення (фон 2)				
Полицева	648	48,3	50,6	9,7
Плоскорізна	646	47,8	52,7	11,3
Чизельна	645	47,6	52,2	11,1
Поверхнева	643	47,5	52,4	11,2

За органо-мінеральної системи удобрення, де на фоні залишення соломи попередника, вносили N_{10} на тонну соломи і $N_{30}P_{30}K_{30}$, маса 1000 насінин ячменю ярого зменшується на 2,7–7,3 г. порівняно з мінеральним удобренням.

Найкращі показники натури зерна (652–653 г/л) ячменю ярого отримано за полицевої і плоскорізної систем основного обробітку ґрунту на мінеральному фоні удобрення. На фоні органо-мінерального удобрення, що передбачає залишення у полі соломи попередника, внесення N_{10} на тонну соломи на фоні $N_{30}P_{30}K_{30}$ натура зерна зменшується на 4–6 г/л порівняно з мінеральним удобренням. При проведенні дискування на обох фонах удобрення натура зерна знижується на 5–6 г/л порівняно з полицевою системою основного обробітку грунту.

Нами встановлено, що маса 1000 зерен і натура зерна прямо пропорційно залежала від фону мінерального живлення ячменю ярого. Аналогічні залежності було виявлено і в дослідженнях інших науковців *(Romanyuk,* 2019).

Таким чином, на мінеральному і органо-мінеральному фонах удобрення збільшується натура зерна і маса 1000 насінин за полицевої і плоскорізної систем основного обробітку ґрунту порівняно з поверхневою.

Досить значну увагу в оцінці якості пивоварних сортів ячменю ярого надається склоподібності і плівчастості зерна. Сорти з низькою скловидністю (високою борошнистістю) є придатними для виробництва пива, а з високою склоподібністю – для виготовлення круп.

Найвищі показники склоподібностості і плівчастості сформувалися за органо-мінеральної системи удобрення, що передбачала внесення під ячмінь ярий $N_{30}P_{30}K_{30}$ на фоні побічної продукції попередника і N_{10} на тонну соломи.

У наших дослідженнях на фоні мінерального удобрення найменшу плівчастість (9,2 %) зерна ячменю виявили за полицевої системи, найвищу (10,7 %) – за поверхневої системи основного обробітку грунту. На фоні органо-мінерального

удобрення найменшу плівчастість (9,7 %) виявлено за полицевої системи, найвищу (11,3 %) – за плоскорізної. В цілому, на фоні органо-мінерального удобрення плівчастість зерна ячменю була вищою на 0,5–0,8 % порівняно з мінеральним фоном.

На фоні мінерального удобрення найнижчий відсоток (50,4) склоподібних зерен виявлено за полицевої системи, найвищий (52,5) – за плоскорізної. На фоні органо-мінерального удобрення найнижчий відсоток (50,6) склоподібних зерен виявлено за полицевої системи, найвищий (52,7) – за плоскорізної. Загалом на фоні органо-мінерального удобрення встановлено вищий відсоток склоподібних зерен, порівняно з мінеральним фоном.

Удосконалення окремих елементів технологій вирощування ячменю ярого повинно супроводжуватися оцінкою їх впливу, як на урожайність зерна, так і на показники економічної ефективності. На основі проведених досліджень визначено економічну ефективність вирощування ячменю ярого залежно від впливу досліджуваних факторів (табл. 4).

Таблиця 4. **Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на основні економічні показники виробництва ячменю ярого, середнє за 2001–2018 рр.**

Система основного обробітку ґрунту	Витрати, грн/га		Умовно чистий прибуток, грн/га		Собівартість, грн/т		Рентабельність, %	
	М*	ОМ	М*	ОМ	М	ОМ	М	ОМ
Полицева	11758	10279	9361	11273	2984	2629	80	110
Плоскорізна	11584	10056	7214	11827	3057	2646	62	118
Чизельна	10619	9952	6947	9644	2966	2796	65	97
Поверхнева	11384	9819	5558	8580	3271	2846	49	87

*Примітка: М – мінеральна система удобрення; ОМ – органо-мінеральна система удобрення.

Максимальний рівень витрат встановлено на фоні мінерального удобрення у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ за усі систем основного обробітку грунту, що становив 10619–11758 грн/га. Витрати на вирощування зерна ячменю ярого знижуються на 667–1565 грн/га залежно від системи основного обробітку грунту на фоні органо-мінерального удобрення, що передбачає залишення у полі соломи попередника, внесення N_{10} на тонну соломи на фоні $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Найнижчу собівартість отриманої продукції (2629–2846 грн/т) отримано на варіантах, де, на фоні залишення соломи попередника, вносили N_{10} на тонну соломи і $N_{30}P_{30}K_{30}$ залежно від системи основного обробітку грунту.

За мінерального удобрення у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ собівартість зерна ячменю ярого збільшується на 170–425 грн/т залежно від системи основного обробітку грунту, порівняно з органо-мінеральним удобренням.

Аналізуючи отримані нами дані можна зробити висновок, що найбільшим фактором у формуванні витрат на 1 га посіву ячменю ярого становлять добрива.

Одним з основних показників, що характеризує ефективність застосування різних елементів технології вирощування сільськогосподарських культур, є умовно чистий прибуток.

Найвищий умовно чистий прибуток (11827 грн/га) отримано за застосування плоскорізної системи основного обробітку ґрунту на органо-мінеральному фоні удобрення. Рівень рентабельності на цьому варіанті зростає до 118 %.

Застосування традиційного удобрення нітроамофоскою в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ під ячмінь ярий, порівняно із варіантом, де на фоні залишення соломи попередника, вносили N_{10} на тонну соломи і $N_{30}P_{30}K_{30}$ призводить до зменшення на 1912–4613 грн/га умовно чистого прибутку залежно від системи основного обробітку. На фоні мінерального удобрення ґрунту також зменшується рівень рентабельності на 30–56 % залежно від системи основного обробітку, порівняно з органо-мінеральною системою.

Висновки

1. Найвищу урожайність зерна ячменю ярого (3,91–3,94 т/га) на мінеральному та органо-

мінеральному фонах удобрення забезпечила полицева система основного обробітку ґрунту.

2. Органо-мінеральна система удобрення, де на фоні залишення соломи попередника, вносили N_{10} на тонну соломи і $N_{30}P_{30}K_{30}$ за усіх обробітків ґрунту забезпечила урожайність зерна ячменю ярого на рівні з мінеральним удобренням у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$.

3. За органо-мінеральної системи удобрення зменшується маса 1000 насінин, натура та навпаки підвищується плівчастість і склоподібність зерна ячменю ярого залежно від обробітку ґрунту, порівняно з мінеральним удобренням.

4. Застосування плоскорізної системи основного обробітку ґрунту на органо-мінеральному фоні удобрення забезпечує зменшення на 411 грн/т собівартості отриманої продукції, зростання на 4613 грн/га умовно чистого прибутку та на 56 % рівня рентабельності, порівняно з мінеральним удобренням.

References

Abi Saab, M. T., Sellami, M. H, Giorio, P., Basile, A., Bonfante, A., & Albrizio, R. (2019). Assessing the potential of cereal production systems to adapt to contrasting weather conditions in the mediterranean region. *Agronomy, 9* (393), 1–21. doi:10.3390/agronomy9070393.

Baranovska, N. A. (2004). Resursooshchadni zasoby pidvyshchennia produktyvnosti yachmeniu yaroho [Resource-saving means of increasing the productivity of spring barley]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva Ukrainskoi akademii ahrarnykh nauk*, 4, 73–76 [in Ukrainian].

Bogužas, V., Sinkevičienė, A., Romaneckas, K., Steponavičienė, V. & Butkevičienė, L. M. (2018). The impact of tillage intensity and meteorological conditions on soil temperature, moisture content and CO_2 efflux in maize and spring barley cultivation. *Zemdirbyste-Agriculture*, 105 (4), 307–314. doi: 10.13080/z-a.2018.105.039.

Brennan, J., Forristal, P., McCabe, T. & Hackett, R. (2015). The effect of soil tillage system on the nitrogen uptake, grain yield and nitrogen use efficiency of spring barley in a cool Atlantic climate. *The Journal of Agricultural Science*, 153 (5), 862–875. doi:10.1017/S0021859614000471.

Brennan, J., Forristal, P., McCabe, T. & Hackett, R. (2015). The effect of soil tillage system on the nitrogen uptake, grain yield and nitrogen use efficiency of spring barley in a cool Atlantic climate. *The Journal of Agricultural Science, 153*(5), 862–875. doi:10.1017/S0021859614000471.

Hamaiunova, V. V. & Kasatkina, T. O. (2018). Perspektyvy ta osoblyvosti vyroshchuvannia yachmeniu yaroho na Pivdni Ukrainy [Erspective is that the particularity of the barley is vivid on the countryside]. *Naukovi horyzonty,* 7–8 (70), 131–138. doi: 10.33249/2663-2144-2018-70-7-8-131-138 [in Ukrainian].

Hamaiunova, V. V., Dvoretskyi, V. F., Kasatkina, T. O. & Hlushko, T. V. (2019). Formuvannia pozhyvnoho rezhymu chornozemu pivdennoho pid vplyvom mineralnykh dobryv za vyroshchuvannia yarykh zernovykh kultur [The formation of the nutrient regime of the southern black soil under the influence of mineral fertilizers for cultivation of spring grain crops]. *Scientific Horizons,*1 (74), 18–24. doi: 10.332491/2663-2144-2019-74-1-18-24 [in Ukrainian].

Horash, O. S. (2010). Upravlinnia produtsiinym potentsialom pyvovarnoho yachmeniu [Managing the production potential of brewery barley]. Kamianets-Podilskyi : Medobory [in Ukrainian].

Hordiienko, V. P., Bodnia, V. I. (2005). Vplyv tryvaloho zastosuvannia riznykh system udobrennia y obrobitku gruntu v sivozmini na urozhainist yaroho yachmeniu [Influence of prolonged use of different fertilizer systems and tillage in crop rotation on spring barley yield]. *Naukovi pratsi Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 4 (23), 94–100 [in Ukrainian].

Kaminska, V. V., Dudka, O. F. & Mushyk, B. V. (2016). Produktyvnist yachmeniu yaroho za riznykh tekhnolohii vyroshchuvannia [Spring barley productivity with different growing technologies]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovoho tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 3–4, 115–121 [in Ukrainian].

Konishhev, A. A. & Konishheva, E. H. (2007). Pogodnye uslovija i vybor obrabotki pochvy [Weather conditions and choice of tillage]. *Zemledelie*, 6, 12 [in Russian].

Kozachenko, M. R., Vasko, N. I. & Naumov, O. H. (2014). Sorty yachmeniu dlia suchasnoho silskohospodarskoho vyrobnytstva [Spring barley varieties for the modern agricultural industry]. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti*, 17, 97–100 [in Ukrainian].

Małecka, I., Blecharczyk, A., Sawinska, Z. & Dobrzeniecki, T. (2012). The effect of various long-

term tillage systems on soil properties and spring barley yield. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry,* 36, 217–226. doi: 10.3906/tar-1104-20.

Moiseichenko, V. F. & Eshchenko, V. O. (1994). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of research in agronomy]. Kyiv : Vyshcha shkola [in Ukrainian].

Niero, M., Ingvordsen, C. H., Peltonen-Sainio, P., Jalli, M., Lyngkjær, M. F., Hauschild, M. Z., & Bagger Jørgensen, R. (2015). Eco-efficient production of spring barley in a changed climate: A Life Cycle Assessment including primary data from future climate scenarios. *Agricultural Systems,* 136, 46–60. doi: org/10.1016/j.agsy.2015.02.007.

Pabat, I. A., Shevchenko, M. S. & Horbatenko, A. I. (2004). Minimalizatsiia obrobitku gruntu pry vyroshchuvanni silskohospodarskykh kultur [Minimization of soil cultivation during crop production]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 1, 11–14 [in Ukrainian].

Petukhova, I. A., Riabchuk, V. K., Muzafarova, V. A. & Padalka, O. I. (2016). Otsinka sortiv yachmeniu yaroho dlia krupianoho napriamku vykorystannia za kompleksom tsinnykh hospodarskykh oznak v umovakh Lisostepu Ukrainy. [Evaluation of groat spring barley varieties for a set of valuable economic features in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Henetychni resursy roslyn,* 18, 31–40 [in Ukrainian].

Romaniuk, V. I. (2018). Formuvannia vysokoproduktyvnykh posiviv yachmeniu yaroho zalezhno vid faktoriv intensyfikatsii v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Formation of highly productive crops of summer barley depending on dozes of nitric fertilizers and regulators of growth in conditions of Foreststeppe Right-bank]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 9 (786), 79–84. doi: org/10.31073/agrovisnyk201809-12 [in Ukrainian].

Romaniuk, V. I. (2019). Fotosyntetychna produktyvnist yachmeniu yaroho v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Photosynthetic productivity of summer barley in conditions of Forest-steppe Right-bank]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 3 (792), 76–81. doi: org/10.31073/agrovisnyk201903-12 [in Ukrainian].

Saiko, V. F. & Maliienko, A. M. (2007). Systemy obrobitku gruntu v Ukraini [Soil tillage systems in Ukraine]. Kyiv : VD «EMKO» [in Ukrainian].

Samak, R. R. Magdy, Gaber, El. I., Galal, Y. G. M. & Mohamed, M. A. (2016). Barley Nitrogen Acquisition as Affected by Water Regime, Fertilizer Rates and Application Mode Using 15N Stable Isotope. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.,* 5(1), 116–135. doi: http://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2016.501.010.

Shejbalová, Š., Černý, J., Vašák, F., Kulhánek, M. & Balík, J. (2014). Nitrogen efficiency of spring barley in long-term experiment. *Plant Soil Environ,* 60 (7), 291–296. doi: 10.17221/916/2013-PSE.

Tsyliuryk, O. I. & Shapka, V. P. (2014). Efektyvnist bezpolytsevoho obrobitku gruntu za vyroshchuvannia yachmeniu yaroho v pivnichnomu Stepu [Effectiveness of moldboardless tillage at spring barley cultivation in the Northern Steppe]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1, 25–29 [in Ukrainian].

Tsyliuryk, O. I. (2017). Vplyv mulchuvalnoho obrobitku gruntu na pozhyvnyi rezhym chornozemu v posivakh yachmeniu yaroho [Influence of mulching tillage on the nutrient regime of black soil in spring barley crops]. *Visnyk Dnipropetrovskoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu,* 3 (45), 23–31 [in Ukrainian].

Uvarenko, K. Yu. (2018). Vplyv ushchilnennia ta udobrennia gruntu na vykorystannia elementiv zhyvlennia i produktyvnist yachmeniu yaroho [Influence of compaction and fertilization of soil on use of nutrients and productivity of spring barley]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 8 (785), 76–81. doi: org/10.31073/agrovisnyk201808-11 [in Ukrainian].