

## ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ З ЕЛЕМЕНТАМИ БІОЛОГІЗАЦІЇ Й ОБРОБІТКУ НА УРОЖАЙНІСТЬ, ЕКОНОМІЧНУ Й ЕНЕРГЕТИЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

**К. С. КАРАБАЧ**, кандидат с.-г. наук,  
доцент кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М.К Шикуну  
ORC ID <https://orcid.org/0000-0002-7706-231X>

E-mail: karabach\_ks@ukr.net

**Є. М. БЕРЕЖНЯК**, кандидат с.-г. наук,  
доцент кафедри екології агросфери та екологічного контролю  
ORC ID <https://orcid.org/0000-0001-5945-1285>

E-mail: genybereg1980@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Анотація.** Досліджено вплив застосування систем удобрення з елементами біологізації й обробітку ґрунту на урожайність, економічну й енергетичну ефективність ячменю ярого. Метою роботи було виявити вплив впроваджуваних систем обробітку ґрунту з елементами мінімізації й удобрення з елементами біологізації на продуктивність і економічні показники ячменю ярого. Встановлено, що в умовах Правобережного Лісостепу України післядія внесення високих норм органічних і мінеральних добрив на чорноземі типовому позитивно впливає на урожайність ячменя ярого, підвищуючи її, порівняно із контролем, на 0,55–1,10 т/га за оранки, на 0,65–1,35 т/га за глибокого безполицевого обробітку й на 0,55–1,30 т/га – за мілкого. Виявлено, що найвищу урожайність культури (3,85 т/га) отримано на фоні мілкого плоскорізного обробітку ґрунту та післядії органо-мінерального удобрення із застосуванням гною. Використання добрив сприяло підвищенню вмісту білка в зерні ячменю ярого. Вплив систем обробітку ґрунту на вміст білку ячменю достовірно відмічено лише у варіанті удобрення із внесенням соломи, сидератів і мінеральних добрив. Застосування мілкого безполицевого обробітку ґрунту на фоні органо-мінерального удобрення забезпечує зменшення на 142,9 грн/т собівартості отриманої продукції, зростання на 886 грн/га умовно чистого прибутку та на 21,2 % зменшення затрат енергії, порівняно з оранкою.

**Ключові слова:** ячмінь ярий, обробіток, ґрунт, добрива, якість зерна, енергетична ефективність

## Актуальність.

Україна належить до провідних аграрних держав світу, у якій із давніх давен вирощуються зернові культури та експортується зерно. За статистичними даними Україні належить приблизно 12 % світового ринку в торгівлі зерновими, а також вона входить у ТОП 5 країн-експортерів зерна. Завдяки такому потенціалу державі вдається задовольняти не лише внутрішні потреби в продовольчій сфері, але і значну частину урожаю зернових культур експортувати до багатьох країн Європи і світу.

Серед культур, які традиційно вирощують в Україні, ячмінь є однією із продуктивних та цінних зернових культур із високим потенціалом урожайності й за розмірами посівних площ поступається тільки озимій пшениці, рису та кукурудзі. В Україні ячмінь висівають на площі приблизно 3 млн га (Когут І. М., Когут С. Г., 2018). За даними Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства у 2020 році збір урожаю ячменю становив 7,81 млн т. Експерти роблять висновок: суттєво мінімізувати вплив кліматичних змін на світове сільське господарство досить складно, однак зарадити ситуації допоможуть нові підходи щодо господарювання (Іванишин В. В. та ін., 2020). У зв'язку з цим, актуальними є завдання щодо впровадження нових розробок і вдосконалення сучасних технологій вирощування ячменю ярого в зоні Лісостепу України, які були б економічно й енергетично виправдані та забезпечували отримання високих і сталих врожаїв високоякісного зерна.

## Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Ячмінь ярий (*Hordeum sativum*) – культура з високим генетичним потен-

ціалом, який характеризується широким діапазоном змін отриманого урожаю зерна (до 40 %) залежно від впливу на неї біотичних і абіотичних чинників. За сприятливих умов урожайність зерна може досягати до 10,0 т/га. Проте, для повної реалізації потенціалу продуктивності сортів ячменю ярого наявних біокліматичних ресурсів недостатньо (Гамаюнова В. В., Касаткіна Е. Щ., 2018). Відомо, що урожайність ячменю залежить від елементів інтенсифікації технології вирощування, а також ячмінь має здатність добре використовувати післядію органічних і мінеральних добрив, які вносили під попередник. Якщо ячмінь ярий висівати після добре удобрених просапних культур, то для одержання урожайності на рівні 5 т/га, безпосередньо під ячмінь, добрива можна не вносити (Лихочвор В., 2018).

Ячмінь досить чутливий до нестачі поживних речовин і вологи в ґрунті. Для одержання зерна з високими пивоварними якість зменшують внесення азотних добрив, а високих урожаїв досягають, збільшуючи густоту стеблостою і стимулюючи фосфорно-калійне живлення рослин. За даними вчених ННЦ «Інститут землеробства НААН» поєднання внесення мінеральних добрив та позакореневого підживлення рослин сприяло підвищенню урожаю зерна ячменю від 0,79 до 0,95 т/га (Камінська В., 2016). Встановлено, що ефект позакореневих підживлень зростає в стресових погодних умовах (Рожков А., 2014). За дефіциту традиційних видів органічних добрив альтернативними джерелами поповнення ґрунту органічними речовинами мають стати солома зернових культур і сидерати хрестоцвітних (Сендецький В. М., 2014). Широке їх використання є важливими елементами біологізації сучасного землероб-

ства, що поліпшує родючість ґрунту й екологічний стан агроєкосистеми (Іванишин В. В., 2016).

Для одержання високих урожаїв ячменю необхідно дотримуватися відповідної системи обробітку ґрунту, яка повинна враховувати родючість ґрунтів, кліматичні й погодні умови, особливості рельєфу місцевості та агротехнологічні карти на кожне поле сівозміни. Така система складається з основного (зяблевого) та передпосівного обробітків і залежить від попередників.

На думку багатьох дослідників, найкращим способом обробітку ґрунту під ячмінь ярий, є осінній полицевий обробіток із попереднім луценням стерні, що дає суттєві прибавки зерна, порівняно з іншими способами обробітку ґрунту, особливо в посушливі роки (Кирилюк В. П. та ін., 2019). За рекомендаціями вчених Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України безполицевий обробіток проводити небажано, оскільки на поверхні залишається багато насіння бур'янів, до того ж сходи ячменю будуть невіривніми та зрідженими через велику кількість рослинних решток (Кириченко В., Костромітін В., 2011). Однак існують і протилежні думки з цього приводу. Використання оранки та чизелювання забезпечує отримання практично рівноцінного врожаю зерна ячменю на рівні 2,69–3,35 і 2,35–3,32 т/га відповідно. Дискування ґрунту знижує врожайність зернової культури на 0,14–0,48 т/га (5,9–17,8%) внаслідок іммобілізації азоту мікроорганізмами в процесі розкладання рослинних залишків (Циліорик О., 2016).

У зв'язку із загальною тенденцією до мінімізації обробітку ґрунту встановлено, що в останні десятиріччя застосування технологій мінімального й

нульового обробітку є перспективними для структурних, добре дренажних ґрунтів, які за посушливих умов мають суттєві переваги завдяки мульчуванню поверхні рослинними рештками, що суттєво зберігає уміст вологи в орному шарі (Носенко Ю., 2010). Мілкий мульчувальний обробіток ґрунту, який передбачає використання побічної продукції попередніх культур, підвищує продуктивність праці, скорочує затрати на виробництво, здійснює захист ґрунтів від ерозії, підвищує уміст гумусу, зберігає ґрунтову вологу завдяки зменшенню фізичного випаровування та знижує собівартість продукції (Циліорик О., Шапка В., 2013; 2014). Так само В. Ф. Сайко та А. М. Малієнко пропонують обробіток під ячмінь ярий після просапних попередників диференціювати, тобто оранку доцільніше застосовувати в сприятливі за вологістю роки, а поверхневий обробіток – у посушливі (Сайко В, Малієнко А., 2007).

З огляду на суперечливість поглядів учених щодо доцільності використання різних способів обробітку ґрунту під ячмінь ярий на фоні загальної неоднорідності ґрунтового покриву, зміни кліматичних умов та прояву ерозійних процесів, перспективним напрямом є вдосконалення ґрунтозахисних технологій вирощування цієї культури. В основі цих технологій лежить зменшення загальних витрат на одиницю продукції, запровадження альтернативних систем удобрення й мінімізація обробітку, підбір та оптимізація умов вирощування через застосування перспективних сортів, регуляторів росту рослин, що сприятиме реалізації генетичного потенціалу сортів ячменю ярого.

**Мета.** Дослідити вплив мінімізації обробітку ґрунту та систем удобрення з елементами біологізації

в ланці сівозміни на урожайність і якісні показники зерна ячменю ярого, економічну й енергетичну ефективність технологій вирощування.

**Методи.** Дослідження проводилися у двофакторному стаціонарному досліді кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М.К. Шичули НУБіП України в НДГ «Великоснітинське ім. О.В. Музиченка» Фастівського району Київської області. У дослідях вивчали три системи обробітку ґрунту і три системи удобрення (табл. 1). Спостереження проводилися в ланці сівозміни: пшениця озима – буряк цукровий – ячмінь ярий із підсівом багаторічних трав. Повторність досліду триразова, розміщення варіантів рендомізоване в повтореннях. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем типовий малогумусний грубопилувато-середньосуглинковий на лесі. Облік врожаю зерна ячменю сорту Вакула проводили поділянково. Уміст білка у ячмені визначали за допомогою аналізатора зерна «Infratec 122». Економічну й енергетичну ефективність різних технологій вирощування ячменю ярого визначали згідно з технологічними картами та відповідними рекомендаціями і за методиками Ю. О. Тараріко.

### Результати.

Вирощування ячменю має базуватися на елементах технологій, спрямованих на забезпечення високої продуктивності культури та розкритті генетичного потенціалу сорту, залежно від напрямку використання. Водночас сучасна технологія має бути ресурсозберігаючою й мінімізувати негативний вплив на екологічний стан природного середовища. Впровадження елементів біологізації має собі за мету зниження хімічного й антропогенного наванта-

ження на агроєкосистеми та забезпечення вимог поступового переходу до органічного землеробства в умовах регіональних кліматичних змін. Досягти мети можливо завдяки удосконаленню сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур із їхньою адаптацією до вимог довкілля, тому напрям цих наукових досліджень є порівняно новий і потребує подальшого вивчення.

У наших дослідженнях на стаціонарних ділянках ячмінь ярий у сівозміні висівали після буряка цукрового. Варто відмітити добру післядію використання ячменем високих норм органічних і мінеральних добрив внесенних під буряк (табл. 1). Урожайність ячменю суттєво залежала переважно від систем удобрення ґрунту, де найефективнішим була післядія внесення гною 12 т/га +  $N_{55}P_{45}K_{45}$ . Так, за оранки урожайність ячменю складала 3,45 т/га, що на 46,8 % більше, ніж на контролі (без внесення добрив).

Застосування альтернативних систем удобрення за оранки (солома 2,4 т/га +  $N_{55}P_{45}K_{45}$ ) і (солома 1,2 т/га +  $N_{12}$  + сидерати +  $N_{55}P_{45}K_{45}$ ) були помітно нижчі, де їхня ефективність становила 14,9–23,4%. Найефективніше спрацювали системи удобрення за застосування глибокого та мілкого плоскорізного обробітків, урожайність на фоні добрив гній 12 т/га +  $N_{55}P_{45}K_{45}$  була відповідно 3,75 та 3,85 т/га. Деяко менша урожайність відмічена на варіантах, де частину гною заміняли соломою, а урожайність на них зерна ячменю була в межах 3,05–3,55 т/га. Порівняльний аналіз обробітків під ячмінь свідчить, що за альтернативних систем удобрення із застосуванням соломи й сидератів ефективнішим був варіант обробітку плоскорізними знаряддями на глиби-

**1. Вплив систем удобрення з елементами біологізації на урожайність зерна ячменю ярого за різного обробітку, т/га (середні дані за 4 роки)**

Система удобрення ґрунту (на 1 га сівозмінної площі)	Урожайність, т/га	Прибавка до контролю		Вміст білка, %
		т/га	%	
Полицева оранка на глибину 23-25 см				
Контроль (без добрив)	2,35	–	–	10,2
Гній (12 т/га) + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	3,45	+1,10	46,8	11,6
Гній (6 т/га) + солома 1,2 т/га + N <sub>12</sub> + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	3,00	+0,65	27,7	12,5
Солома (2,4 т/га) + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	2,70	+0,35	14,9	11,8
Солома (1,2 т/га) + N <sub>12</sub> + сидерати + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	2,90	+0,55	23,4	11,0
Плоскорізний обробіток на глибину 23-25 см				
Контроль (без добрив)	2,40	–	–	10,6
Гній (12 т/га) + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	3,75	+1,35	56,3	11,8
Гній (6 т/га) + солома 1,2 т/га + N <sub>12</sub> + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	3,05	+0,65	27,1	11,4
Солома (2,4 т/га) + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	3,10	+0,70	29,2	11,2
Солома (1,2 т/га) + N <sub>12</sub> + сидерати + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	3,20	+0,80	33,3	11,1
Плоскорізний обробіток на глибину 10-12 см				
Контроль (без добрив)	2,55	–	–	10,5
Гній (12 т/га) + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	3,85	+1,30	51,0	11,3
Гній (6 т/га) + солома 1,2 т/га + N <sub>12</sub> + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	3,20	+0,65	25,5	12,2
Солома (2,4 т/га) + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	3,55	+1,00	39,2	11,9
Солома (1,2 т/га) + N <sub>12</sub> + сидерати + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	3,10	+0,55	21,6	11,5
	для удобрення	0,23		
	для обробітку	0,20		

ну 10–12 см, де приріст урожайності складав 0,55–1,00 т/га або ж 21,6–39,2%, порівняно із контролем.

Перспективність застосування нових удосконалених технологій вирощування сільськогосподарських культур потребують економічного, енергетичного й екологічного обґрунтування. З погляду економічної вигоди, то найбільший чистий прибуток від застосування добрив за умов оранки одержаний на варіанті гній

12 т/га + N<sub>55</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>, який складав 2895 грн. За застосування плоскорізних обробітків економічний ефект був помітно вищий і становив відповідно 3572 і 3781 грн/га. Використання орґано-адаптивної системи вирощування дає можливість підвищити урожайність ячменю ярого з одночасним зниженням собівартості 1 т зерна та збільшенням рівня рентабельності виробництва, порівняно з інтенсивною технологією (табл. 2).

## 2. Економічна і енергетична ефективність вирощування ячменю ярого залежно від систем удобрення та обробітку

Варіант удобрення	Економічні показники		Енергетичні показники		
	Собівартість 1 т, грн.	Чистий прибуток, грн./га	Затрати енергії на 1 т, МДж	Вихід енергії, МДж/га	Ксе
Полицева оранка на глибину 23-25 см					
Без добрив (контроль)	510,8	2090	3887,1	61223	4,12
Гній (12 т/га) + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	560,8	2895	6120,0	76998	3,70
Гній (6 т/га) + солома (1,2 т/га) + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	643,2	2270	6189,9	75308	3,27
Солома (2,4 т/га) + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	800,3	1439	6293,1	72115	2,72
Солома (2,4 т/га) + сидерати + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	663,5	2136	6698,1	66481	3,24
Плоскорізний обробіток на глибину 23-25 см					
Без добрив (контроль)	391,8	2420	3396,4	62162	5,81
Гній (12 т/га) + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	445,0	3572	5009,1	85825	5,35
Гній (6 т/га) + солома (1,2 т/га) + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	545,9	2605	5452,7	80378	4,41
Солома (2,4 т/га) + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	534,0	2684	5440,2	77749	4,64
Солома (2,4 т/га) + сидерати + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	519,1	2819	6276,5	68923	4,73
Плоскорізний обробіток на глибину 10-12 см					
Без добрив (контроль)	344,1	2692	3316,1	59533	7,52
Гній (12 т/га) + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	417,9	3781	4820,3	88642	6,42
Гній (6 т/га) + солома (1,2 т/га) + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	499,6	2881	5927,0	70237	5,50
Солома (2,4 т/га) + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	448,9	3376	5955,1	67045	6,25
Солома (2,4 т/га) + сидерати + N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	515,1	2743	5874,5	70425	5,38

Затрати енергії на вирощування 1 т зерна ячменю збільшувалися від 3396 мДж на контролі без добрив до 5009–6277 мДж за застосування різних систем органо-мінерального удобрення. Найвищий вихід енергії 88642 мДж/га одержано за післядії удобрення гноєм 12 т/га + N55P45K45 за мілкого плоскорізного обробітку. З екологічної точки зору варто відмітити, що обробіток ґрунту плоскорізними знаряддями

сприяє збереженню поживних решток на поверхні ґрунту, а це так само захищає його від водної і вітрової ерозії та зумовлює зменшення фізичного випаровування вологи із товщі ґрунту.

### Висновки і перспективи.

Систематичне застосування ресурсоощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур у лан-

ці сівозміни з мінімізацією обробітку ґрунту й застосуванням альтернативних систем удобрення з елементами біологізації сприяли підвищенню урожайності ячменю ярого та поліпшенню показників якості зерна, водночас зменшувалися енергетичні затрати на вирощування продукції і, відповідно, собівартість, що сприяло зростанню умовно чистого прибутку.

1. Найвищу урожайність зерна ячменю ярого (3,75–3,85 т/га) відмічено за післядії внесення гною 12 т/га + N<sub>55</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> на 1 га сівозмінної площі за мілкого і глибокого безполицевих систем обробітку ґрунту.
2. Застосування органо-мінерального удобрення сприяло підвищенню вмісту білку в зерні ячменю ярого. Оскільки цей сорт ячменю застосовується в пивоварінні, то вміст білку в ньому на удобрених агрофонах також був порівняно низький (11,0-12,5%). Достовірний вплив обробітку ґрунту на вміст білка виявлено за удобрення ґрунту мінеральними добривами із соломною й сидератами.
3. Для Правобережного Лісостепу України економічно ефективними були технології післядії внесення на 1 га сівозмінної площі 12 т/га гною і N55P45K45 за мілкого безполицевого обробітку, що забезпечило умовно чистий прибуток у розмірі 3781 грн./га. Собівартість продукції за цієї технології була найнижчою і становила 417,9–445,0 грн./т. Застосування гною й соломи на фоні внесених мінеральних добрив виявилось найбільш енергозатратним. Найвищий вихід енергії відмічено за внесення гною й мінеральних добрив за мілкого безполицевого обробітку, де перевага над оранкою становила 21385 мДж/га.

## References

1. Kohut I.M., Kohut S.H. (2018). Formuvannya produktyvnosti ozymoho yachmenyu zalezno vid norm vysivu v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrayiny [Formation of productivity of winter barley depending on sowing norms in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine].: *Ahrarny visnyk Prychornomor'ya*. 87, P.109-115.
2. Ivanyshyn V.V., Shuvar I.A., Bakhmat M.I., Sendets'kyi V.M. Tanchyk S. P., Tsentylo L. V., Bunchak O. M., Mel'nychuk T. V., Kolisnyk N. M., Tymofiychuk B. V., Mel'nyk I. P., Shuvar B. I., Tymofiychuk P. B. (2020). Soloma, pisyazhnyvni reshtky i syderaty – ahrotekhnolohichni elementy biolohizatsiyi suchasnoho zemlerobstva: monohrafiya [Straw, post-harvest residues and green manures - agrotechnological elements of biologization of modern agriculture]. Ivano-Frankiv'sk. Symfoniya forte, 2020. 292 p.
3. Hamaiunova V.V., Kasatkina T.O. (2018). Perspektyvy ta osoblyvosti vyroshchuvannya yachmeniu yaroho na Pivdni Ukrainy [Erspectiveis that the particularity of the barley is vivid on the countryside].: *Naukovi horizonty*, 7–8 (70), 131–138. doi: 10.33249/2663-2144-2018-70-7-8-131-138.
4. Lykhochvor V.V., Horash O.S., Potoplyak O.I. (2018). Urozhaynist' yachmenyu zalezno vid elementiv intensyfikatsiyi tekhnolohiyi vyroshchuvannya. [Barley yield depending on the elements of intensification of cultivation technology].: *Ahronom*, 1.
5. Kamins'ka V., Dudka O., Mushyk B. (2016). Produktyvnist' yachmenyu yaroho za ryznykh tekhnolohiy vyroshchuvannya. [Productivity of spring barley by different cultivation technologies].: *Zbirnyk naukovykh prats' NNTS "Instytut zemlerobstva NAAN"*, 3-4. P.114-122.
6. *Naukovi osnovy efektyvnoho rozvytku zemlerobstva v ahrolandshaftakh Ukrayiny / Za red. V.F. Kaminskoho* (2015). [Scientific bases of effective development of agricul-

- ture in agrolandscapes of Ukraine] K.: VP «Edel'veys». P. 208-213.
7. Sayko V.F., Maliyenko A.M. (2007). Systemy obrobittu ґрунту v Ukrayini. [Tillage systems in Ukraine].: Zbirnyk naukovykh prats' Natsional'noho naukovooho tsentru Instytut zemlerobstva NAAN, 1, P. 3-10.
  8. Rozhkov A.O., Chernobay S.V. (2014). Urozhaynist' yachmenyu yaroho sortu Dokuchayevs'kyy 15 zalezjno vid zastosuvannya riznykh norm vysivu ta pozakorenevnykh pidzhyvlen'. [Yield of spring barley Dokuchaevsky 15 depending on the application of different seeding rates and foliar fertilization].: Visnyk Poltav's'koyi derzhavnoyi ahrarynoyi akademiyi, 4. P. 30-34.
  9. Sendets'kyi V.M. (2014). Vykorystannya solomy ta inshykh roslynnykh reshtok dlya pidvyshchennya rodyuchosti ґрунту [The use of straw and other plant residues to increase soil fertility]. Zbirnyk naukovykh prats' Podil's'koho derzhavnogo ahraryno-tekhnichnoho universytetu, Kamyanets-Podil's'kyi: PP Zvoleyko D.H., V. 22. P.25-27.
  10. Ivanyshyn V.V., Roy H.V., Shubar A.I. (2016). Biologizatsiya zemlerobstva v Ukrayini: Realii ta perspektyvy [Biology of Agriculture in Ukraine: Realities and Prospects]. Ivano-Frankivsk: Forte Symphony, 284 p.
  11. Kyrylyuk V.P., Tymoshchuk T.M., Kotel'nyts'ka H.M. (2019). Vplyv system osnovnoho obrobittu hruntu ta udobrennya na produktyvnist' yachmenyu yaroho [Influence of basic tillage and fertilization systems on the productivity of spring barley] Naukovi horyzonty. 9 (82). P. 36–44. doi: 10.33249/2663-2144-2019-82-9-36-44.
  12. Kyrychenko V.V., Kostromitin V.M., Popov S.I. ta in. (2011). Tekhnolohiya vyroshchuvannya yachmenyu yaroho v umovakh skhidnoyi chastyny Lisostepu Ukrayiny. [Technology of spring barley cultivation in the conditions of the eastern part of the Forest-Steppe of Ukraine].: Kharkiv: NAAN. Instytut roslynnytstva im. V.YA. Yur'yeva. 170 p.
  13. Tsilyuryk O.I., Shapka V.P. (2016). Vplyv obrobittu ґрунту ta udobrennya na rist i rozvytok roslyn yachmenyu yaroho v pivnichnomu stepu Ukrayiny. [Influence of tillage and fertilizers on the growth and development of spring barley plants in the northern steppe of Ukraine].: Tavriys'kyi naukovyy visnyk, 95. P. 87-95.
  14. Nosenko Y. (2010) Systemy obrobittu hruntu i aspekty rozvytku. [Tillage systems and aspects of development AgroPerspective].: AhroPerspektyva, 3. P. 64–66.
  15. Tsilyuryk O.I., Shapka V.P. (2014). Efektyvnist' bezpolytsevoho obrobittu ґрунту za vyroshchuvannya yachmenyu yaroho v pivnichnomu Stepu. [Efficiency of shelfless tillage for growing spring barley in the northern steppe].: Visnyk Poltav's'koyi derzhavnoyi ahrarynoyi akademiyi, 1 (72). P. 25-29.
  16. Tsilyurik O.Í., Shapka V.P. (2017). Minimalizatsiya obrabotki pochvy pod yachmen' yarovoy v severnoy Stepi Ukrainy. [Minimization of tillage for spring barley in the northern Steppe of Ukraine].: Ştiinţa agricolă, 2. P. 25-29.

---

**Karabach K.S., Berezhniak E.M. (2021). INFLUENCE OF FERTILIZATION WITH GREEN MANURE AND TREATMENT ON YIELD, ECONOMIC AND ENERGY EFFICIENCY OF SPRING BARLEY. PLANT AND SOIL SCIENCE, 12(2): 60–68.**  
<https://doi.org/10.31548/agr2021.02.060>

**Annotation.** *The influence of the application of fertilizers with green manure and soil treatment on the yield, economic and energy efficiency of spring barley has been studied. The aim of the work was to identify the impact of the implemented tillage systems with elements of minimization and fertilization with elements of biologization on the productivity and economic perfor-*



mance of spring barley. It is established that in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine the aftereffect of application of high norms of organic and mineral fertilizers on typical chernozem has a positive effect on spring barley yield, increasing it, compared to control, by 0.55–1.10 t/ha per plowing, by 0, 65–1.35 t/ha for deep tillage and 0.55–1.30 t/ha for shallow tillage. It was found that the highest crop yield (3.85 t/ha) was obtained against after shallow tillage and aftereffects of fertilizer application with manure. The use of fertilizers helped to increase the protein content in the grain of spring barley. The influence of tillage systems on the protein content of barley was reliably noted only in the variant of fertilizers with straw & green manure. The use of shallow tillage with organic manure and fertilizer provides a decrease of 142.9 UAH/t of the cost of production, an increase of 886 UAH/ha of net profit and a 21.2% reduction in energy consumption compared to plowing.

**Keywords:** spring barley, cultivation, soil, fertilizers, grain quality, energy efficiency

---