



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)

<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>



original article | UDC 631.51: 631.432.2:633.16 | doi: 10.31210/visnyk2021.01.15

EFFECT OF MINIMIZING SOIL TILLAGE ON MOISTURE SUPPLY AND SPRING BARLEY PRODUCTIVITY IN THE ZONE OF THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

V. V. Hanhur^{1*}

ORCID  [0000-0002-5619-492X](https://orcid.org/0000-0002-5619-492X)

O. I. Len²

N. V. Hanhur¹

¹ Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

² Poltava State Agricultural Experimental Station named after M. I. Vavilov of the Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 86, Shvedska str., 36014, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: volodimirgangur@gmail.com

How to Cite

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

Spring barley (*Hordeum vulgare* L.) is currently one of the important cereals for food and fodder. Under today's conditions, the issue of increasing crop yields while reducing material and technical costs is especially relevant. The purposeful management of plants' growth and development is possible using a certain set of factors, including a system of quality and timely tillage. The aim of the research was to find out the influence of different methods of basic soil tillage on water consumption and productivity of spring barley in the Left Bank Forest-Steppe. Determining moisture content of a meter soil layer at the time of sowing spring barley has shown that under No-till systems, the content of available moisture in the layer of 0–100 cm was 8.8 mm or 5.3 % higher as compared with the classical soil tillage. At shallow tillage to a depth of 10–12 cm and surface tillage to a depth of 6–8 cm in the Min-till system, the available moisture content was almost at the level of classical tillage. The tendency was similar at harvesting time. The influence of the main tillage variants on the indicators of spring barley harvest structural elements has been detected. With the classical tillage, the number of productive stems was the highest and exceeded the variants of the minimum tillage by 12–73 pcs/m² or 2.2–15.7 %. The experiment did not reveal a significant effect of tillage variants on the length and number of grains in the spike. The maximum crop yield (4.16 t/ha) was obtained by carrying out shelf plowing to a depth of 20–22 cm under spring barley. With the minimum tillage (depth of 10–12 cm) and Mini-till technology, the crop productivity was by 0.13–0.17 t/ha or 3.4–4.1 % less in comparison with the technology of classical tillage. Under No-till system, a significant decrease in barley grain yield as compared with shelf plowing to a depth of 20–22 cm was observed during 2016–2018, and in 2019–2020 of the studies, the difference between these variants in terms of productivity was within the LSD (least significant difference).

Key words: spring barley (*Hordeum vulgare* L.), tillage, Mini-till, No-till, available moisture, yield structure, yield.

ВПЛИВ МІНІМАЛІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В ЗОНІ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

*В. В. Гангур*¹, *О. І. Лень*², *М. В. Гангур*¹

¹ Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

² Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція імені М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН, м. Полтава, Україна

*Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.) наразі є однією з важливих зернових культур продовольчого й фуражного спрямування. В умовах сьогодення актуальним є питання збільшення врожайності культури з одночасним скороченням ресурсних витрат. Метою досліджень було з'ясувати вплив різних способів обробітку основного ґрунту на водоспоживання та продуктивність ячменю ярого в умовах Лівобережного Лісостепу. Визначення вологозабезпеченості метрового шару ґрунту на час сівби ячменю ярого показало, що за системи No-till порівняно з класичним обробітком ґрунту, вміст доступної вологи в шарі 0–100 см був вищим на 8,8 мм або 5,3 %. У разі проведення мілкового обробітку на глибину 10–12 см і поверхневого обробітку на глибину 6–8 см у системі Mi-till вміст доступної вологи був практично на рівні класичного обробітку ґрунту. Аналогічною була тенденція і на час збирання культури. Встановлено вплив варіантів основного обробітку ґрунту на показники елементів структури врожаю ячменю ярого. За умови класичного обробітку ґрунту кількість продуктивних стебел була найвищою і переважала варіанти мінімального обробітку на 2,2–15,7 %. В досліді не виявлено істотного впливу варіантів обробітку ґрунту на довжину і кількість зернин у колосі. Максимальну урожайність культури (4,16 т/га) одержано за умови проведення під ячмінь ярий полиневого обробітку на глибину 20–22 см. У разі мінімального обробітку ґрунту (глибина 10–12 см) і Mini-till технології продуктивність культури була нижчою порівняно з технологією класичного обробітку ґрунту на 0,13–0,17 т/га або 3,4–4,1 %. При системі No-till істотне зниження врожайності зерна ячменю порівняно з полицевою оранкою на глибину 20–22 см спостерігається впродовж 2016–2018 рр., а 2019–2020 рр., досліджень різниця між цими варіантами за рівнем продуктивності перебувала в межах НІР.*

Ключові слова: ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.), обробіток ґрунту, Mini-till, No-till, доступна волога, структура врожаю, урожайність.

Вступ

Цілеспрямоване управління процесами росту і розвитку рослин можливе в разі використання певного набору чинників, які відіграють найбільш важливу роль у формуванні рівня продуктивності посівів, зокрема запровадженням науково обґрунтованих сівозмін, системою якісного і своєчасного обробітку ґрунту, раціональною системою удобрення, використанням на посівах ефективних пестицидів, формуванням сортового складу культур, зважаючи на біокліматичний потенціал регіону [1, 2, 10, 15].

Низка науковців спрямували свій науковий пошук на розв'язання питань щодо покращання технологій вирощування ячменю, зокрема, вибору оптимальних способів обробітку ґрунту, зважаючи на ґрунтові і кліматичні особливості регіонів [3, 14].

Ячмінь ярий належить до групи сільськогосподарських культур, які мають порівняно високі вимоги до агрофізичного стану ґрунту, вмісту в ньому поживних речовин та достатніх запасів продуктивної вологи. Загальновідомо, що на кількісний і якісний рівень цих чинників можна ефективно впливати застосуванням різних систем та способів основного, передпосівного обробітку ґрунту, їх глибиною, а також внесенням оптимальних норм органічних і мінеральних добрив [11]. Наукові дослідження, проведені в умовах зони Степу свідчать, що впродовж осінньо-зимового періоду в разі проведення чизельного і мілкового дискового обробітку ґрунту під ячмінь ярий на глибину 10–12 см, нагромаджувалося продуктивної вологи, відповідно, на 18,1 і 8,8 мм або на 11,9 і 5,8 % більше, ніж на фоні зі звичайною оранкою. Під час проведення досліджень спостерігали збільшення забур'яненості посівів культури на фоні мілкового дискового обробітку ґрунту, що було однією з причин зниження зернової продуктивності ячменю ярого на 0,20–0,46 т/га порівняно із зяблевою оранкою та чизелюванням [16].

У дослідженнях Уманського національного університету садівництва встановлено, що заміна оранки на 20–22 см плоскорізним обробітком ґрунту на ту ж глибину практично не впливає на врожайність ячменю ярого, різниця становила лише 0,08 т/га. Використання ж як основного обробітку дис-

кування на глибину 10–12 см призводило як до істотного зростання забур'яненості посівів, так і зниження зернової продуктивності культури [7].

В умовах Лісостепу Сумської області в разі проведення плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 20–22 см приріст урожайності зерна ячменю ярого порівняно з оранкою становив 0,31–0,52 т/га через нагромадження більших запасів продуктивної вологи у ґрунті, а також позитивного впливу на агрохімічні властивості ґрунту [4].

Однак упродовж останніх років на виробництві поступово змінюються пріоритети щодо вибору способів обробітку ґрунту на користь технологій, які забезпечують суттєве скорочення витрат праці, часу та енергоносіїв, зокрема через запровадження no-till систем або окремих їх елементів [9].

Дослідження, які проведено на дослідному полі Харківського НАУ імені В. В. Докучаєва впродовж 2016–2018 рр., свідчать, що в період повних сходів у шарі ґрунту 0–30 см вміст продуктивної вологи за умови прямої сівби сівалкою Great Plains SPH-1500 становив 27,1 мм або був вищим порівняно традиційним обробітком (основний обробіток ґрунту здійснювали культиватором-плоскорізом КПЕ-3,8; передпосівну культивацию – культиватором КПС-4, а сівбу – зерновою сівалкою СЗ-3,6) на 0,9 мм або 3,4 %. На час збирання у разі вирощування ячменю ярого за системою No-till вміст вологи в орному шарі ґрунту перевищував контроль на 6,9 мм або 25,9 % [12, 13].

У провінції Альберта (Канада) на чорноземних ґрунтах урожайність ячменю на ділянках з нульовим обробітком ґрунту за умови внесення мінерального азоту була близькою до ділянок з традиційним обробітком. На думку авторів, за умови внесення більших доз азотних добрив, можливо, що врожайність на ділянках з нульовим обробітком ґрунту дорівнювала б або перевищувала б продуктивність культури на варіантах із традиційним обробітком. Вміст вологи у ґрунті був більшим за нульовий обробіток ґрунту порівняно з ділянками із традиційним обробітком ґрунту [21].

За результатами чотирирічного (2010–2014 рр.) польового експерименту з вирощування монокультури ячменю, який проводили на північному сході Іспанії в типовій богарній зоні Середземномор'я, встановлено, що у разі нульового обробітку ґрунту урожай зерна був в 1,0, 1,7 і 6,3 рази вищим, ніж у разі традиційного обробітку впродовж трьох із чотирьох років досліджень у результаті більших запасів вологи у ґрунті до фази кушіння [19, 20].

Іншої думки відносно ефективності способів основного обробітку ґрунту дотримуються М. С. Шевченко, Л. М. Десятник, О. І. Бокун [18], які з'ясували, що зі зменшенням глибини обробітку ґрунту також знижуються витрати вологи рослинами. Посіви ячменю найбільш ефективно використовували вологу з ґрунту за умови полицевої оранки на глибину 20–22 см. Близькими до оранки були показники водоспоживання і урожайності ячменю за умови безполицевого обробітку на глибину 14–16 см. Пряма сівба в необроблений ґрунт виявилася найменш ефективним прийомом як за впливом на урожайність, так і за ефективністю використання вологи рослинами ячменю.

Аналіз літературних джерел свідчить про деякі розбіжності щодо доцільності використання того чи того способу обробітку ґрунту під ячмінь ярий. Тому актуальним питанням є вивчення ефективності способів основного обробітку під цю культуру, зокрема і систем Mi-till, No-till у Лівобережному Лісостепу на фоні стійких тенденцій до змін клімату.

Мета досліджень – з'ясувати вплив різних способів обробітку основного ґрунту на водоспоживання та продуктивність ячменю ярого в умовах Лівобережного Лісостепу.

Завдання дослідження: вивчити вплив способів обробітку ґрунту на використання вологи посівами ячменю ярого; визначити ефективність способів обробітку ґрунту за впливом на рівень урожайності зерна ячменю ярого.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на Полтавській ДСГДС імені М. І. Вавилова впродовж 2016–2020 рр., у стаціонарному досліді, який закладено 2008 р. Ґрунт ділянки, де проводили дослідження, чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий, із вмістом гумусу в шарі 0–20 см 4,1 %; азоту, що легко гідролізується – 7,1 мг/100 г ґрунту (за Тюрінім та Коновою); P₂O₅ в оцтовокислій витяжці – 12,8 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 17,3 мг/100 г ґрунту (за Масловою), реакція ґрунтового розчину слабкокисла (рН сольової витяжки – 6,2).

Погодні умови впродовж періоду вегетації були малосприятливими для ячменю ярого. Ріст і розвиток рослин культури відбувався переважно в умовах дефіциту вологи, опадів і підвищеного температурного режиму в найбільш критичні фенологічні фази. Загалом за вегетаційний період ячменю

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

ярого (квітень–липень) 2016 р., сума опадів була нижчою від середнього багаторічного показника лише на 5,2 мм, однак у червні та липні недобір опадів становив, відповідно 33,9 і 40,9 мм або 56,5 і 57,6 %. Вегетаційний період 2017 р., характеризувався значним дефіцитом опадів, який порівняно з нормою становив 99,2 мм або 44,7 %. 2018 р., кількість і розподіл опадів упродовж періоду вегетації були близькими до середніх багаторічних показників. Високі температури навесні і влітку та недостатня кількість опадів були обмежуючим чинником формування високого врожаю ячменю ярого. Середньомісячна температура повітря вегетаційного періоду 2016 р., становила 18,6 °С, що на 2,8 °С більше норми, а в 2017 і 2018 рр., перевищення середнього багаторічного значення становило, відповідно 1,2 і 3,1 °С. Температурний режим і вологозабезпеченість весняного періоду 2019 р., сприяли появі дружних сходів ячменю і подальшого його росту та розвитку. Однак умови тепло- та вологозабезпеченості місця проведення досліджень за гідротермічним коефіцієнтом відповідно до класифікації (за Г. Т. Селяниновим, 1928) у червні відносилися до дуже посушливих (ГТК 0,47), у липні – до надпосушливих (ГТК 0,26), що негативно позначилося на рівні зернової продуктивності культури. Погодні умови періоду вегетації 2020 р., були достатньо сприятливими для ячменю як за температурним режимом, так сумою опадів.

Схема польового дослідження включала чотири варіанти основного обробітку ґрунту: класичний (застосування в якості основного обробітку оранки на глибину 20–22 см), мінімальний (мілкий дисковий обробіток на глибину 10–12 см), Mi-till (поверхневий дисковий обробіток на глибину 6–8 см), No-till (пряма сівба без попереднього обробітку). Посівна площа ділянки 972 м², облікова – 200 м². Повторність дослідження – чотириразова. Розміщення варіантів і повторень – систематичне.

Обліки та спостереження проводили згідно із загальноприйнятими методиками ведення польових дослідів. Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом на час сівби та збирання ячменю ярого [6].

Облік урожайності проводили на кожній ділянці методом суцільного обмолоту комбайном SAMPO-500 з подальшим зважуванням, визначенням вологості зерна та чистоти зерна.

Математичний обробіток результатів досліджень проводили, використовуючи дисперсійний аналіз за Б. О. Доспеховим [5].

Результати досліджень та їх обговорення

Визначення вологозабезпеченості метрового шару ґрунту на час сівби ячменю ярого показало, що в середньому за роки досліджень (2016–2020) перевага за системою обробітку ґрунту No-till. Згідно із системою No-till порівняно з класичним обробітком ґрунту вміст доступної вологи в шарі 0–100 см був більшим на 8,8 мм або 5,3 % (табл. 1). На нашу думку, цьому сприяла залишена на поверхні ґрунту стерня попередньої культури, яка в зимовий період затримувала на полях сніг, що і забезпечило збільшення запасів вологи у ґрунті на фоні системи No-till. У разі проведення мілкового обробітку на глибину 10–12 см і поверхневого обробітку на глибину 6–8 см у системі Mi-till вміст доступної вологи був практично на рівні класичного обробітку ґрунту. До часу збирання ячменю ярого збереглася раніше виявлена тенденція щодо запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту за варіантами обробітку ґрунту. Найбільше доступної вологи залишалося на фоні системи No-till, де різниця порівняно з класичним обробітком ґрунту становила 6,5 мм або 12,7 %.

Дослідження свідчать, що сумарні витрати вологи на одиницю сухої речовини в разі класичної технології основного обробітку ґрунту були на 63,0 м³/т нижчими порівняно із прямою сівбою. На варіантах мінімального обробітку ґрунту і технології Mi-till сумарні витрати вологи на одиницю сухої речовини були практично однаковими і лише на 2,2–2,7 % вищими відносно контролю.

1. Вплив способів обробітку ґрунту на вміст продуктивної вологи під ячменем ярим, середнє за 2016–2020 рр.

Варіанти основного обробітку ґрунту	Вміст доступної вологи в 0–100 см шарі ґрунту, мм		Сумарні витрати вологи на од. сухої речовини, м ³ /т
	на час сівби	на час збирання	
Класичний	165,6	51,1	584
Мінімальний	163,9	53,7	600
Mini-till	162,6	50,5	597
No-till	174,4	57,6	647

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Результати досліджень свідчать, що режим вологозабезпечення, який формувався залежно від впливу різних варіантів основного обробітку ґрунту, безпосередньо позначався на показниках елементів структури врожаю ячменю ярого. За умови класичного обробітку ґрунту кількість продуктивних стебел була найвищою і переважала варіанти мінімального обробітку на 12–73 шт./м² або 2,2–15,7 % (табл. 2). Варто зазначити, що мінімальне значення цього показника на варіанті з обробітком ґрунту за технологією Mini-till, а верхнє – за No-till. Також за системи No-till рослини ячменю були меншими за висотою на 7,1 %, порівняно з класичним обробітком ґрунту і на 3,1–3,9 % відносно варіантів мінімального обробітку. В досліді не виявлено істотного впливу варіантів обробітку ґрунту на довжину і кількість зернин в колосі. Однак відзначено мінімальне 3,4 % зменшення маси 1000 зернин на фоні No-till, порівняно з контролем.

2. Структурний аналіз снопових зразків ячменю ярого, середнє за 2016–2020 рр.

Варіанти основ-ного обробітку ґрунту	Кількість рослин, шт./м ²	Кількість проду-ктивних стебел, шт./м ²	Висота рослин, см	Довжина колоса, см	Кількість зерен коло-сі, шт.	Маса 1000 зерен, г
Класичний	290	536	80,3	7,5	21,4	47,3
Мінімальний	292	523	77,7	7,5	21,0	46,9
Mini-till	294	524	77,0	7,4	20,6	47,2
No-till	291	463	74,6	7,4	20,4	45,7

Рівень урожайності зерна ячменю ярого за роками досліджень свідчить про неоднозначну реакцію культури на різні технології основного обробітку ґрунту. В середньому за роки досліджень максимальну урожайність культури (4,16 т/га) одержано за умови проведення під ячмінь ярій полиневого обробітку на глибину 20–22 см (табл. 3). У разі мінімального обробітку ґрунту (глибина 10–12 см) і Mini-till технології продуктивність культури була нижчою порівняно з технологією класичного обробітку ґрунту на 0,13–0,17 т/га або 3,4–4,1 %. Максимальне зниження урожайності зерна ячменю ярого спостерігається на варіанті системи No-till. Розмір недобору врожаю ячменю за такої технології порівняно з класичною схемою обробітку ґрунту становить 0,36 т/га або 8,7 %.

3. Урожайність ячменю ярого залежно від технології обробітку ґрунту, середнє за 2016–2020 рр.

Варіанти основного обробітку ґрунту	Роки					
	2016	2017	2018	2019	2020	середня
Класичний	3,14	4,01	4,93	4,01	4,69	4,16
Мінімальний	3,11	3,54	4,79	3,91	4,59	3,99
Mini-till	3,03	3,64	4,87	3,94	4,63	4,02
No-till	2,76	3,24	4,65	3,76	4,58	3,80
<i>НІР</i> _{0,95}	0,35	0,11	0,12	0,30	0,14	–

Водночас за системи No-till істотне зниження врожайності зерна ячменю, порівняно з полицевою оранкою на глибину 20–22 см спостерігається впродовж 2016–2018 рр., а 2019–2020 рр., досліджень різниця між цими варіантами за рівнем продуктивності перебувала в межах НІР. На нашу думку, однією з причин зниження урожайності цієї зернофуражної культури на фоні системи No-till порівняно із класичною технологією основного обробітку ґрунту є недостатня щільність продуктивних стебел культури, яка зумовлена посиленням конкурентних взаємовідносин між рослинами ячменю і бур'янами.

У дослідженнях кафедри загального землеробства Уманського НУС з'ясовано, що уже в перші роки освоєння технології проведення сівби в попередньо необроблений ґрунт, не погіршувались умови вологозабезпеченості посівів гороху, пшениці озимої та ячменю ярого [8]. На сірих лісових опідзолених ґрунтах Правобережного Лісостепу за умови застосування мілкового дискового обробітку ґрунту запаси продуктивної вологи на час сівби ячменю були меншими порівняно з технологією No-Till. Однак використання мінімального обробітку ґрунту в технології вирощування ячменю сприяло збільшенню урожайності зерна ячменю ярого на 0,11–0,44 т/га порівняно з технологією No-till. Проте варто зазначити, що рентабельність виробництва на варіантах No-till була вищою відносно технології мінімального обробітку ґрунту на 1,0–13,0 % [17].

Висновки

Використання системи No-till у технології вирощування ячменю ярого порівняно з іншими способами основного обробітку ґрунту забезпечує покращення акумуляції ґрунтової вологи впродовж осінньо-зимового періоду внаслідок наявності на поверхні ґрунту рослинних залишків попередника. Завдяки цьому формується найвищий вміст доступної вологи у ґрунті на час сівби культури. Встановлено, що урожайність ячменю ярого у разі мінімального обробітку ґрунту (10–12 см) та використання технології Mini-till істотно не поступається показнику на фоні оранки на глибину 20–22 см.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспектива подальших досліджень полягає у вивченні впливу різних систем основного обробітку ґрунту на його агрохімічні та агрофізичні показники, забур'яненість посівів ячменю ярого.

References

1. Brazhenko, I. P., Hanhur, V. V., Kramarenko, I. V., Len, O. I., & Udovenko, K. P. (2008.) Polovi sivozminy z korotkoiu rotatsiieiu v skhidnomu Lisostepu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 25–30 [In Ukrainian].
2. Hanhur, V. V., & Kovalenko, N. P. (2003). Efektyvne rozmishchennia zernovykh kultur v sivozminakh Lisostepu. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 4, 35–37 [In Ukrainian].
3. Horbatenko, A. I., Horobets, A. I., & Tsyliuryk, A. I. (2009). Minimalizatsiia obrobittu ґрунту pry vyroshchuvanni yaroho yachmeniu v Stepu. *Ahronom*, 4 (26), 40–45 [In Ukrainian].
4. Davydenko, H. A., & Masyk, I. M. (2013). Efektyvnist hruntozakhysnoi tekhnolohii vyroshchuvannya yaroho yachmeniu v umovakh Lisostepovoi zony Sumskoi oblasti. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 11 (26), 91–95 [In Ukrainian].
5. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodyka polevoho opyta*. Moskva: Ahropromyzdat [In Russian].
6. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014.) Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: Pidruchnyk. Vinnytsia: PP «TD «Edelveis i K»» [In Ukrainian].
7. Karnaukh, O. B., Yeshchenko, V. O., Kaliievskiy, M. V., Nakloka, Yu. I., Usyk, S. V., & Koval, H. V. (2019). Zaburianenist posiviv yachmeniu yaroho ta yikh produktyvnist zalezho vid zakhodiv osnovnoho obrobittu hruntu. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 95, 1, 105–115. doi: 10.31395/2415-8240-2019-95-1-105-115 [In Ukrainian].
8. Kozubenko, O. S. (2006). Vplyv variantiv osnovnoho obrobittu ґрунту na zapasy dostupnoi volohy pid posivamy tsukrovykh buriakiv, yachmeniu i kukurudzy. *Ahrarna nauka i osvita XXI stolittia: Materialy mizhnarodnoi naukovoї konferentsii*. Uman [In Ukrainian].
9. Maliienko, A. M., & Havrylov, S. O. (2014). Nulovy obrobittok hruntu – perspektyvy i shliakhy yoho zaprovadzhennia v Ukraini v svitli zahalnykh zakonornosteї rozvytku ahrarnykh tekhnolohii. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 79, 9–15 [In Ukrainian].
10. Potapenko, L., Skachok, L., & Horbachenko, N. (2018). Ekonomichna ta enerhetychna efektyvnist system udobrennia silskohospodarskykh kultur za dii mikrobynykh preparativ u korotkorotatsiini sivozmini. *Silskohospodarska Mikrobiolohiia*, 28, 63–69. doi: 10.35868/1997-3004.28.63-69 [In Ukrainian].
11. Saiko, V. F., & Maliienko, A. M. (2007). *Systemy obrobittu ґрунту v Ukraini*. Kyiv: VD «EMKO» [In Ukrainian].
12. Syromiatnykov, Yu. M. (2020). Vplyv sposobiv priamoi sivby na rist, rozvytok i urozhainist zerna yachmeniu yaroho v umovakh Pivnichno-Skhidnoi chastyny Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 4, 2, 296–304. doi: 10.31867/2523-4544/0138 [In Ukrainian].
13. Syromiatnykov, Yu. N. (2018). Pokazately kachestva raboty pochvoobrabatyvaiushchei rykhlytelno-separyruiushchei mashyny. *Selskokhoziaistvennye Mashyny y Tekhnolohyy*, 12 (3), 38–44. doi: 10.22314/2073-7599-2018-12-3-38-44 [In Russian].
14. Tykhonov, N. Y., & Avdeev, A. A. (2015). Sovremennoe sostoianye proyzvodstva yachmenia. *Ahronomyia y Lesnoe Khoziaistvo*, 1 (37), 1–5 [In Russian].
15. Tsentylo, L. V., Tsiuk, O. A., & Melnyk, V. I. (2019). Enerhetychna efektyvnist system udobrennia i obrobittu hurtu. *Bioresursy i Pryrodokorystuvannia*, 11, 3–4, 90–96. doi: 10.31548/bio2019.03.010 [In Ukrainian].
16. Tsyliuryk, O. I., & Shapka, V. P. (2014). Efektyvnist bezpolytsevoho obrobittu hruntu za vyroshchuvannya yachmeniu yaroho v Pivnichnomu Stepu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 25–29 [In Ukrainian].

-
17. Chernelivska, O. O., Dziubenko, I. M., & Nakonechnyi, V. O. (2018). Vplyv osnovnoho obrobittu hruntu ta systemy udobrennia na produktyvnist yachmeniu yaroho. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 85, 76–81 [In Ukrainian].
18. Shevchenko, M. S., Desiatnyk, L. M., & Bokun, O. I. (2020). Dynamika zapasiv produktyvnoi volohy v hrunti ta urozhainist yachmeniu yaroho zalezho vid obrobittu hruntu i dobryv. *Zernovi Kultury*, 4 (1), 160–166. doi: 10.31867/2523-4544/0120 [In Ukrainian].
19. Bonilla, D. P., Martínez, C. C., Bareche J., Arrúe, J. L., Lampurlané, J., & Fuentes, J. Á. (2017). Do no-till and pig slurry application improve barley yield and water and nitrogen use efficiencies in rainfed Mediterranean conditions? *Field Crops Research*, 203, 74–85. doi: 10.1016/j.fcr.2016.12.008
20. Bonilla, D. P., Martínez, C. C., Bareche, J., Arrúe, J. L. & Fuentes, J. Á. (2014). Soil carbon dioxide and methane fluxes as affected by tillage and N fertilization in dryland conditions. *Plant and Soil*, 381 (1/2), 111–130. doi: 10.1007/s11104-014-2115-8
21. Nyborg, M., & Malhi, S. S. (1989). Effect of zero and conventional tillage on barley yield and nitrate nitrogen content, moisture and temperature of soil in north-central Alberta. *Soil and Tillage Research*, 15 (1–2), 1–9. doi: 10.1016/0167-1987(89)90059-7

Стаття надійшла до редакції 21.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гангур В. В., Лень О. І., Гангур М. В. Вплив мінімалізації обробітку ґрунту на вологозабезпечення та продуктивність ячменю ярого в зоні Лівобережного Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 128–134.

© Гангур Володимир Васильович, Лень Олександр Іванович, Гангур Микола Володимирович, 2021