



original article | UDC 631.51: 631.432.2:633.16 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.04

IMPACT OF DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS ON SOIL NUTRIENT REGIME IN THE FIELD OF WINTER WHEAT AND SPRING BARLEY IN THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE ZONE OF UKRAINEV. V. Hanhur^{1*}O. I. Len²N. V. Hanhur¹ORCID  [0000-0002-5619-492X](https://orcid.org/0000-0002-5619-492X)¹ Poltava State Agrarian University, Skovoroda St., 1/3, Poltava, 36000, Ukraine² Poltava State Agricultural Experimental Station named after M.I. Vavilov of Institute of Pig Breeding and agroindustrial production of NAAS, Shvedska St., 86, 36014, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: volodimirgangur@gmail.com

How to Cite

Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, N. V. (2022). Impact of different tillage systems on soil nutrient regime in the field of winter wheat and spring barley in the Left-Bank Forest-Steppe zone of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 38–44. doi: 10.31210/visnyk2022.01.04

The priority direction of modern agriculture is finding reserves to increase the yield of field crops with simultaneous improvement of soil fertility. Technological measures that can be used to achieve a real increase in soil fertility, as well as a fuller disclosure of the biological potential of crop productivity, include rational soil tillage, in particular minimal. The technology of minimal soil tillage for winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and spring barley (*Hordeum vulgare* L.) should be taking into account the biological characteristics of crops and bioclimatic potential of the region. The aim of the research was to find the influence of different basic tillage methods on the change of nutrient regime in the fields of winter wheat and spring barley in the conditions of the Left Bank Forest-Steppe. The results of the research showed that the main tillage systems led to changes in the content of easily hydrolyzed nitrogen, mobile phosphorus and exchangeable potassium in the soil of winter wheat and spring barley fields. It was found that carrying out the minimal soil tillage, Mini-till and No-till systems for winter wheat crops, contributed to increase in the easily hydrolyzed nitrogen content in the soil layer 0–20 cm by 1.6 % 3.0 % and 2.4 % respectively, compared to classical soil tillage. In addition, there was a reverse trend in the nitrogen content in the soil layer of 20–40 cm when using minimized tillage systems relative to the classical. In the experiment it was found that according to the content of mobile phosphorus in the soil, the most pronounced was difference between the classical tillage and No-till. Studies have shown that the non-shelf tillage of soil for winter wheat increased the content of exchangeable potassium in the soil layer 0–20 cm by 1.7–6.2 %, compared with classical tillage. In the soil layer of 20–40 cm, this indicator was relatively stable in the variants of tillage options. In the experiment with spring barley, similar trends were observed in the change of nitrogen, phosphorus and potassium content in the soil layer 0–20 and 20–40 cm, as well as the distribution of these elements in the soil profile depending on the main tillage systems.

Key words: winter wheat (*Triticum aestivum* L.), spring barley (*Hordeum vulgare* L.), tillage, Mini-till, No-till, easily hydrolyzed nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium.

ВПЛИВ РІЗНИХ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ НА ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ ПІД ПШЕНИЦЕЮ ОЗИМОЮ ТА ЯЧМЕНЕМ ЯРИМ В ЗОНІ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

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

¹Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

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

Пріоритетним напрямком сучасного землеробства є пошук резервів збільшення врожайності польових культур за одночасного покращення родючості ґрунту. До технологічних заходів, за допомогою яких можна досягти реального підвищення родючості ґрунту, а також більш повного розкриття біологічного потенціалу продуктивності сільськогосподарських культур, належить раціональний обробіток ґрунту, зокрема мінімальний. Технологія мінімального обробітку ґрунту під пшеницю озиму (*Triticum aestivum* L.) та ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.) повинна враховувати біологічні особливості культур та біокліматичний потенціал регіону. Метою досліджень було з'ясувати вплив різних способів основного обробітку ґрунту на зміну поживного режиму у посівах пшениці озимої та ячменю ярого в умовах Лівобережного Лісостепу. За результатами досліджень встановлено, що за мінімального обробітку ґрунту під пшеницю озиму, а також системи Mini-till і No-till вміст в ґрунті азоту, що легко гідролізується в шарі ґрунту 0–20 см був вищим, порівняно з класичною, відповідно на 1,6, 3,0 і 2,4 %. Поряд з цим відзначено зворотну тенденцію щодо вмісту азоту в шарі ґрунту 20–40 см за мінімалізованих систем обробітку ґрунту відносно класичного. В досліді виявлено, що за вмістом у ґрунті рухомого фосфору, найбільш вираженою є різниця між класичним обробітком ґрунту та No-till. Дослідженнями встановлено, що безпліцевий обробіток ґрунту під пшеницю озиму сприяв збільшенню вмісту обмінного калію в шарі ґрунту 0–20 см на 1,7–6,2 %, порівняно із класичним обробітком. В шарі ґрунту 20–40 см цей показник був порівняно стабільним за варіантами обробітку ґрунту. В досліді із ячменем ярим спостерігали подібні тенденції щодо зміни вмісту азоту, фосфору і калію у шарі ґрунту 0–20 і 20–40 см, а також розподілу цих елементів по профілю ґрунту залежно від систем основного обробітку.

Ключові слова: пшениця озима (*Triticum aestivum* L.), ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.), обробіток ґрунту, Mini-till, No-till, легкогідролізований азот, рухомий фосфор, обмінний калій.

Вступ

Стратегічним завданням сучасного інтенсивного та енергонасиченого землеробства є збільшення врожайності культур і продуктивності сівозмін в цілому за одночасного покращення агрофізичних, агрохімічних властивостей ґрунту. Лише підвищення родючості та енергетичного потенціалу ґрунту може гарантувати ефективне та стабільне функціонування галузі рослинництва упродовж довготривалого періоду [2, 10].

Серед прийомів агротехніки, за допомогою яких можна цілеспрямовано впливати на покращення показників родючості ґрунту, а також на рівень реалізації продуктивного потенціалу сільськогосподарських культур, вагому роль відіграє раціональний обробіток ґрунту. За його допомогою здійснюється регулювання агрофізичних, біологічних та агрохімічних процесів, які проходять в ґрунтовому середовищі, інтенсивність мінералізації рослинних решток і акумулювання органічної речовини та вологи у кореневмісному шарі ґрунту, а також формування умов для більш ефективного використання польовими культурами внесених добрив. У теперішній час спостерігається тенденція до мінімалізації обробітку ґрунту, суть якої полягає у відмові від перевертання скиби та глибокого розпушування ґрунту, поєднанні ряду агротехнічних операцій у один технологічний процес. Але такі технології не повинні призводити до зниження продуктивності сільськогосподарських культур, деградації ґрунтів, погіршення їх родючості [4, 22].

В умовах сьогодення перехід до мінімалізованих технологій обробітку ґрунту зумовлений не лише потребою покращення стану навколишнього природного середовища, але й причинами економічного характеру, зокрема постійним зростанням цін на пально-мастильні матеріали, сільськогосподарську

техніку та запчастини до неї. Поряд з цим, ряд дослідників вважають, що безполицевий обробіток ґрунту, який притаманний для таких технологій, зумовлює зниження продуктивності окремих сільськогосподарських культур як внаслідок зростання чисельності бур'янів у посівах, так і погіршення фізико-механічних і технологічних показників ґрунту, тимчасового зниження його біологічної активності. Однак такий висновок поділяють не всі науковці, які проводять дослідження в цьому напрямку [1, 3, 13].

Мінімалізовані технології обробітку ґрунту під пшеницю озиму (*Triticum aestivum* L.) та ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.) мають свої особливості, які зумовлені біологією культур, строками підготовки ґрунту, місцем у сівозміні [5, 6].

За результатами досліджень, які виконано в умовах Харківського НАУ ім. В. В. Докучаєва впродовж 2016–2018 рр., виявлено, що найвищу зернову продуктивність ячменю ярого (3,04 т/га), одержано за проведення сівби сівалкою Great Plains СРН-1500, яка обладнана дисковою сошником системою. Приріст врожаю, порівняно з контролем (основний обробіток ґрунту здійснювали культиватором-плоскорізом КПЕ-3,8; передпосівну культивуацію – культиватором КПС-4, а сівбу – зерною сівалкою СЗ-3,6) становив 20,1 %. За використання сівалки «John Deere 730» урожайність ячменю ярого перевищувала контрольний варіант лише на 2 % [17, 18].

Експериментальні дані одержані в ДУ Інститут зернових культур НААН впродовж 2010–2015 рр., свідчать, що за впливом на рівень урожайності ячменю, розпушування ґрунту за системою мілкого мульчувального обробітку, поступалося диференційованій залежно від варіанту мінерального живлення на 0,22–0,36 т/га, а полицевій оранці – на 0,25–0,55 т/га [21].

В інших дослідженнях виявлено, що безполицевий основний обробіток ґрунту сприяв створенню найкращих умов для росту, розвитку рослин пшениці озимої та формування структурних елементів врожаю. За цього способу обробітку ґрунту врожайність зерна культури дорівнювала 4,54 т/га, або була вищою на 16,4 %, порівняно із полицевим обробітком ґрунту на глибину 22–24 см. Найнижчі значення врожайності одержано на фоні мілкого обробітку ґрунту на глибину 8–10 см [12, 19].

П. П. Колмаков і А. М. Нестеренко на підставі власних досліджень зробили висновок, що за мілкого поверхневого обробітку ґрунту кращі умови для росту зернових культур і збільшення їх врожайності формуються лише на відносно чистих від бур'янів полях. У разі зростання забур'яненості полів виникає потреба у більш інтенсивному хімічному захисті посівів або поверненні до глибокої плужної оранки. У зв'язку з цим поверхневий обробіток повинен займати окреме місце в тій чи іншій системі обробітку ґрунту, де його застосування не буде призводити до збільшення чисельності бур'янів у посівах та зумовлювати зниження продуктивності культур [11].

Аналіз літературних джерел свідчить про різні погляди науковців щодо найбільшої ефективності того чи іншого способу обробітку ґрунту під пшеницю озиму та ячмінь ярий. У зв'язку з цим актуальним є вивчення ефективності способів основного обробітку під ці культури, зокрема і систем Mi-till, No-till в Лівобережному Лісостепу на фоні стійких тенденцій до посилення посушливості клімату.

Мета досліджень – з'ясувати вплив різних способів основного обробітку ґрунту на зміну поживного режиму у посівах пшениці озимої та ячменю ярого.

Завдання дослідження: вивчити вплив способів обробітку ґрунту на трансформацію елементів мінерального живлення під посівами ячменю ярого; визначити зміни вмісту поживних речовин у посівах пшениці озимої залежно від способів обробітку ґрунту.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на дослідному полі Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова (с. Степне) впродовж 2016–2020 рр., в тривалому стаціонарному досліді, який ведеться з 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 Тюріним та Коновою); Р₂О₅ в оцтовокислій витяжці – 12,8 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 17,3 мг/100 г ґрунту (за Масловою), реакція ґрунтового розчину слабкисла (рН сольової витяжки – 6,2). Повна схема польового досліді приведена в таблиці 1.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

1. Схема дослідів із вивчення різних систем основного обробітку ґрунту

№ з/п	Варіанти систем обробітку ґрунту	Культура	
		пшениця озима	ячмінь ярий
1.	Класичний обробіток ґрунту	поверхневий обробіток на глибину 8–10 см	оранка на глибину 20–22 см
2.	Мілкий обробіток ґрунту	мілкий обробіток на глибину 10–12 см	мілкий обробіток на глибину 10–12 см
3.	Mini-till	лушення стерні на глибину 6–8 см + пряма сівба	лушення стерні на глибину 6–8 см + пряма сівба
4.	No-till	пряма сівба	пряма сівба

Посівна площа ділянки 972 м², облікова – 200 м². Повторність дослідів – чотириразова. Розміщення варіантів і повторень – систематичне. Попередником пшениці озимої була соя, а ячменю ярого – кукурудза на зерно. Пшеницю озиму та ячмінь ярий вирощували на фоні внесення мінеральних добрив в дозі N₄₈P₄₈K₄₈. Сівбу культур на всіх варіантах обробітку ґрунту здійснювали сівалкою для прямої сівби Great Plains ADC 2220.

Обліки та спостереження проводили за загальноприйнятими методиками ведення польових дослідів [9].

Вміст азоту, що легко гідролізується, в ґрунті визначали за Корнфілдом відповідно до ДСТУ 7863:2015 [8]; вміст рухомих сполук фосфору і обмінного калію в ґрунті за модифікованим методом Чирікова згідно ДСТУ 4115 – 2002 [7].

Результати досліджень та їх обговорення

Поживний режим ґрунту разом із вологозабезпеченням є найбільш важливими чинниками, що формують сприятливі умови для нормального росту і розвитку рослин. Вони безпосередньо впливають на активність і спрямованість біохімічних процесів у рослині. Джерелом елементів мінерального живлення для рослин є їх запаси у ґрунті та внесені із різними видами добрив. Уміст основних макроелементів у ґрунті, зокрема азоту, фосфору і калію, їх доступність для кореневої системи рослин, істотно змінюється залежно від культури землеробства.

Результатами наших досліджень виявлено, що вміст азоту, що легко гідролізується, рухомого фосфору і обмінного калію під пшеницею озимою, змінювався залежно від системи основного обробітку ґрунту (табл. 2).

2. Агрохімічні показники ґрунту під пшеницею озимою залежно від технології обробітку ґрунту, середнє за 2016–2020 рр.

№ вар.	Варіанти основного обробітку ґрунту	Шар ґрунту, см	Вміст азоту, що легко гідролізується, мг/кг ґрунту	Вміст рухомого фосфору, мг/кг ґрунту	Вміст обмінного калію, мг/кг ґрунту
1.	Класичний	0-20	164,2	112,0	169,3
		20-40	158,3	89,8	141,2
2.	Мінімальний	0-20	166,8	113,1	172,1
		20-40	155,6	83,1	139,1
3.	Mini-till	0-20	169,1	110,6	174,2
		20-40	152,8	81,4	140,1
4.	No-till	0-20	168,2	107,8	179,8
		20-40	150,8	80,8	139,2

Експериментальні дані засвідчують, що за мінімального обробітку ґрунту, а також системи Mini-till і No-till вміст в ґрунті азоту, що легко гідролізується в шарі ґрунту 0–20 см був вищим, порівняно з класичною, відповідно на 2,6 мг/кг ґрунту або 1,6 %, 4,9 мг/кг ґрунту або 3,0 % і 4,0 мг/кг ґрунту або 2,4 %. Поряд з цим слід відзначити зворотню тенденцію щодо вмісту азоту в шарі ґрунту 20–40 см за мінімалізованих систем обробітку ґрунту відносно класичного. Зменшення вмісту азоту, що легко гідролізується у вище зазначеному шарі ґрунту становило, відповідно

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

2,7 мг/кг ґрунту або 1,7 %, 5,5 мг/кг ґрунту або 3,5 % і 7,5 мг/кг ґрунту або 4,7 %. Таким чином результати польового дослідження свідчать, що мінімальний безпліцевий обробіток ґрунту зумовив локалізацію сполук азоту в верхньому шарі ґрунту та призвів до більш вираженої диференціації ґрунтового профілю за вмістом вище зазначеного елемента живлення.

Що стосується рухомих форм фосфору то результати досліджень свідчать, що тривале застосування мінімалізованих безпліцевих систем обробітку ґрунту призводило не лише до зменшення вмісту фосфору в орному шарі, але і до явної диференціації його за горизонтами. Слід відзначити, що найбільш очевидною є різниця, за вмістом у ґрунті рухомого фосфору, між варіантами із класичним обробітком ґрунту та No-till. Так, у шарі ґрунту 0–20 см різниця між цими варіантами становила 4,2 мг/кг ґрунту або 3,8 %, а в шарі ґрунту 20–40 см – 9,0 мг/кг ґрунту або 10,0 %.

Дослідженнями встановлено, що застосування різних систем безпліцевого обробітку ґрунту під пшеницю озиму сприяло збільшенню вмісту обмінного калію в шарі ґрунту 0–20 см, порівняно із класичним обробітком. Так, за технології мінімального обробітку ґрунту, а також системи Mini-till і No-till вміст калію в шарі ґрунту 0–20 см збільшився, відповідно на 2,8 мг/кг ґрунту або 1,7 %, 4,9 мг/кг ґрунту або 2,9 %, 10,5 мг/кг ґрунту або 6,2 %. Що стосується шару ґрунту 20–40 см, то в досліді не виявлено помітного впливу різних систем обробітку ґрунту на зміну вмісту обмінного калію. Різниця між класичним і варіантами обробітку без обертання скиби становила 0,8–1,5 %.

В досліді із ячменем ярим спостерігали подібні тенденції щодо зміни вмісту азоту, фосфору і калію у шарі ґрунту 0–20 і 20–40 см, а також розподілу цих елементів по профілю ґрунту залежно від систем основного обробітку (табл. 3). Слід відзначити, що найбільш вираженою за вмістом азоту, що легко гідролізується, рухомого фосфору і обмінного калію є різниця між класичним обробітком, який передбачав проведення пліцевої оранки на глибину 20–22 см і системою No-till.

3. Агрохімічні показники ґрунту під ячменем ярим залежно від технології обробітку ґрунту, середнє за 2016–2020 рр.

№ вар.	Варіанти основного обробітку ґрунту	Шар ґрунту, см	Вміст азоту, що легко гідролізується, мг/кг ґрунту	Вміст рухомого фосфору, мг/кг ґрунту	Вміст обмінного калію, мг/кг ґрунту
1.	Класичний	0-20	161,0	111,6	170,3
		20-40	157,8	93,5	149,2
2.	Мінімальний	0-20	162,7	109,8	172,2
		20-40	152,0	86,5	145,8
3.	Mini-till	0-20	162,1	105,2	174,4
		20-40	149,1	84,8	144,2
4.	No-till	0-20	165,1	102,2	177,2
		20-40	147,0	84,1	144,9

Так, в шарі ґрунту 0–20 см, за системи No-till відбулося зростання вмісту азоту і калію, порівняно з класичним обробітком, відповідно на 2,5 і 4,1 %, а вміст рухомого фосфору навпаки зменшився на 8,4 %. Що стосується шару ґрунту 20–40 см, то відзначено зменшення вмісту як азоту, так і фосфору та калію за системи No-till порівняно з полиневим обробітком ґрунту під ячмінь ярий, відповідно на 6,8, 10,1, 2,9 %.

Дослідженнями, які проведено в умовах Північного Степу відзначено, що різні способи основного обробітку ґрунту, впливають не лише на його водні властивості, ступінь аерації, інтенсивність мікробіологічних процесів, але й допомагають регулювати поживний режим ґрунту. Виявлено тенденцію до збільшення вмісту нітратного азоту на 3–4 мг/кг за проведення оранки, відносно мілкому мульчувальному обробітку ґрунту. Вміст рухомого фосфору і обмінного калію був практично однаковим як за чизельного обробітку, так і пліцевої оранки [20]. В досліді О. Є. Марковської [14] спостерігали зменшення вмісту рухомого фосфору в шарі ґрунту 0–40 см на 3,8 % за зменшення глибини обробітку до 12–14 см, порівняно з оранкою під всі культури сівозміни. Подібну закономірність, щодо зміни вмісту рухомого фосфору за системи No-till і проведення оранки в зерно-просапній сівозміні, спостерігали у ґрунтово-кліматичних умовах Донецького регіону [16].

Висновки

Використання системи No-till в технології вирощування пшениці озимої та ячменю ярого, порівняно з іншими способами основної обробки ґрунту, забезпечує покращення поживного режиму за рахунок збільшення вмісту азоту, що легко гідролізується та обмінного калію у верхньому шарі ґрунту (0–20 см). Вміст рухомого фосфору вищий за проведення класичної обробки ґрунту, де створюються більш сприятливі умови для трансформації цього елемента мінерального живлення.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспектива подальших досліджень полягає у вивченні впливу різних систем основної обробки ґрунту на його водний режим, забур'яненість посівів зернових колосових культур.

References

1. Budonnyi, Yu. V., & Shevchenko, M. V. (2004). Gruntozakhysna resursozberihaiucha systema osnovnoho obrobittku gruntu pid kultury v polovykh sivozminakh dlia umov livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Lvivskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriiia «Ahronomiia»*, 8, 67–72. [In Ukrainian].
2. Hanhur, V. V., & Kotliar, Y. O. (2021). Influence of predecessors on water consumption and productivity of winter wheat in the zone of The Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 122-127. doi: 10.31210/visnyk2021.01.14
3. 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
4. Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, Yu. M. (2015). Efekt minimalizatsii. *Farmer*, 5, 24–25. [In Ukrainian].
5. Horbatenko, A. I., Horobets, A. H., & Tsyliuryk, O. I. (2010). Vplyv sposobiv osnovnoho obrobittku chystoho paru na ahrofizychnyi stan gruntu i urozhainist ozymoi pshenytsi. *Biuletyn Instytutu Zernovoho Hospodarstva UAAN*, 38, 40–45. [In Ukrainian].
6. Horobets, A. H., Horbatenko, A. I., & Tsyliuryk, O. I. (2009). Minimalizatsiia obrobittku hruntu pry vyroshchuvanni yaroho yachmeniu v Stepu. *Ahronom*, 4 (26), 40–45. [In Ukrainian].
7. DSTU 4115-2002 Grunty. Vyznachennia rukhomykh spoluk fosforu i kaliuu za modyfikovanyim metodom Chyrykova. (2016). Kyiv. Derzhavne pidpriemstvo «Ukrainskyi naukovy-doslidnyi i navchalnyi tsentr problem standartyzatsii, sertyfikatsii ta yakosti» [In Ukrainian].
8. DSTU 7863:2015 Yakist gruntu. Vyznachennia lehkohidrolizovanoho azotu metodom Kornfilda. (2016). Kyiv. Derzhavne pidpriemstvo «Ukrainskyi naukovy-doslidnyi i navchalnyi tsentr problem standartyzatsii, sertyfikatsii ta yakosti» [In Ukrainian].
9. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: Pidruchnyk*. Vinnytsia: PP «TD «Edelweis i K»» [In Ukrainian].
10. Kovalenko, A. M., Zhuikova, K. O., & Taran, V. H. (2007). Vplyv spivvidnoshennia kultur v sivozminakh korotkoi rotatsii na fizychni vlastyvosti gruntu. *Zroshuvane Zemlerobstvo*, 47, 27–30. [In Ukrainian].
11. Kolmakov, P. P., & Nesterenko, A. M. (1981). *Minimalnaya obrabotka pochvy*. Moskva: Kolos. [In Russian].
12. Krivenko, A. I., & Pochkolina, S. V. (2021). Produktivnist pshenicy ozimoyi za riznykh sistem osnovnoho obrobittku gruntu v korotkorotacijnih sivozminakh iz sideralnim parom. *Agrarni Innovatsii*, 5, 60–67. doi: 10.32848/agrar.innov.2021.5.10 [In Ukrainian].
13. Kryzhanivskyyi, V. H. (2017). Vmist strukturnykh ahrehativ gruntu na period tsvitinnia horokhu, pshepytsi ozymoi ta buriaku tsukrovoho za riznykh zakhodiv osnovnoho obrobittku. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 84, 150–155. [In Ukrainian].
14. Markovska, O. Ye. (2018). Dynamika pozhyvnoho rezhymu gruntu za riznykh sistem osnovnoho obrobittku gruntu ta udobrennia v sivozmini na zroshenni. *Naukovi Dopovidi NUBiP Ukrainy*, 3 (73). Retrived from: <http://hdl.handle.net/123456789/2386> [In Ukrainian].
15. Medvediev, A. V. (2010). *Nulovyi obrobittok hruntu v yevropeiskykh krainakh*. Kharkiv: TOV EDENA [In Ukrainian].
16. Pohromska, Ya. A. (2020). Vplyv hidrotermichnykh fluktuatsii ta sposobiv obrobittku na rukhomist fosfativ u grunty. *Ahrokhimiia i Gruntoznavstvo*, 89, 71–82. doi: 10.31073/acss89-08 [In Ukrainian].

17. Syromiatnykov, Yu. M. (2020). Vplyv sposobiv priamoj 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].

18. Syromyatnikov, Yu. N. (2018). Pokazateli kachestva roboty pochvoobrabatyvayushej ryhlitelno-separiruyushej mashiny. *Selskohozyajstvennye Mashiny i Tehnologii*, 12 (3), 38–44. doi: 10.22314/2073-7599-2018-12-3-38-44 [In Russian].

19. Filonenko, S. V., & Tyshchenko, M. V. (2020). Winter wheat yield capacity in short-rotation row crop succession depending on fertilization and basic soil tillage. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 61–69. doi: 10.31210/visnyk2020.03.07

20. Tsyliuryk, O. I. (2017). Vplyv mulchervalnoho obrobittku gruntu na pozhyvnyi rezhym chornozemu v posivakh yachmeniu yaroho. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnoho Ahrarno-Ekonomichnoho Universytetu*, 3 (45), 23–31 [In Ukrainian].

21. Tsyliuryk, O. I., Chorna, V. I., Desiatnyk, L. M., & Horshchar, V. I. (2020). Vplyv sposobiv osnovnoho obrobittku hruntu na dynamiku zapasiv produktyvnoi volohy v posivakh yachmeniu yaroho v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 4 (2), 339–352. doi: 10.31867/2523-4544/0143 [In Ukrainian].

22. Shevchenko, M. V., Klochko, M. K., & Kazakov, V. O. (2008). Ahrokhimichni aspekty minimalizatsii obrobittku gruntu na chornozemi. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriya «Gruntoznavstvo, Ahrokhimiia, Zemlerobstvo, Lisove Hospodarstvo»*, 4, 72–74. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 17.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гангур В. В., Лень О. І., Гангур М. В. Вплив різних систем обробітку на поживний режим ґрунту під пшеницею озимою та ячменем ярим в зоні Лівобережного Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 38–44.

© Гангур Володимир Васильович, Лень Олександр Іванович, Гангур Микола Володимирович, 2022