



original article | UDC 631.11"324":[631.51:631.582]: 631.559:006.83:631.53.01 | doi: 10.31210/visnyk2021.04.07

THE IMPACT OF SOIL TILLAGE SYSTEM AND PROCEEDING CROPS ON WINTER WHEAT GRAIN YIELD CAPACITY AND QUALITY

V. V. Liashenko*

ORCID  [0000-0003-0177-6209](https://orcid.org/0000-0003-0177-6209)

V. M. Karasenko

S. I. Krakotets

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

* Corresponding author

E-mail: viktor.liashenko@ukr.net

How to Cite

Liashenko, V. V., Karasenko, V. M., & Krakotets, S. I., (2021). The impact of soil tillage system and proceeding crops on winter wheat grain yield capacity and quality. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 64–70. doi: 10.31210/visnyk2021.04.07

The expediency of transition from traditional tillage systems to alternative ensuring soil protection from erosion, preventing humus and moisture loss, and ensuring soil fertility restoration has been substantiated in the article. The purpose of the article is the assessment of different tillage systems and proceeding crops impact on winter wheat grain yield capacity and quality. To achieve it, the following tasks were set and solved: the reserves of productive moisture in the soil were determined; soil density was defined; weed infestation of sown areas was studied; winter wheat grain yield capacity and quality depending on soil tillage systems and proceeding crops were determined. In the fixed experiment, winter wheat was sown after three proceeding crops: weed free fallow, soya, and silage corn. In all the rotation fields, the crop was grown according to three technologies: traditional, minimum, and zero. According to the research results, it has been established that energy saving minimum and zero technologies ensured the obtaining of winter wheat yield gain by 1.4 hundredweight/ha, on the average. At the traditional tillage technology, soil moisture in the upper layer is less than at minimum and zero technologies, while in the deeper layers, no significant difference between technology variants was observed as a result of considerable amount of precipitation before harvesting. The level of winter wheat areas' weed infestation was the highest at minimum tillage technology after any proceeding crop and the lowest – at the traditional technology, which is a typical phenomenon as a result of mechanical soil tillage limitation. The largest gluten content of winter wheat grain was obtained while using minimum and zero technologies – 24.3 and 24.8 %, respectively, in comparison with the standard technology – 22.9 %. The minimum and zero technologies resulted in a sharp improvement of the sown crop condition after the worst precursor – silage corn. It was especially noticeable on the zero technology variant, at which plant density after this proceeding crop was by 46 % higher than at the traditional one. Thus, under insufficient moisture conditions, there will be more advantages after using minimum and zero technologies.

Key words: soil tillage systems, winter wheat, minimum technology, zero technology, proceeding crops, yield capacity, grain quality.

ВПЛИВ СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ПОПЕРЕДНИКІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

В. В. Ляшенко, В. М. Карасенко, С. І. Кракотець

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У статті обґрунтовано доцільність переходу від традиційних систем обробітку ґрунту до альтернативних, що сприяють його захисту від ерозії, попереджають втрату гумусу та вологи,

забезпечують відновлення його родючості. Метою статті є оцінка впливу різних систем обробітку ґрунту та попередників на урожайність і якість зерна пшениці озимої. Для цього було поставлено та розв'язано такі завдання: встановлено запаси продуктивної вологи у ґрунті; визначено щільність ґрунту; досліджено забур'яненість посівів; визначено урожайність і якість зерна пшениці озимої залежно від систем обробітку ґрунту та попередників. У стаціонарному досліді пшеницю озиму розміщували по трьох попередниках: чорний пар, соя, кукурудза на силос. На всіх полях сівозміни культуру вирощували за трьома технологіями: традиційна, мінімальна і нульова. За результатами досліджень виявлено, що в середньому енергозберігаюча мінімальна та нульова технології забезпечили отримання прибавки врожаю пшениці озимої на 1,4 ц/га. За традиційної технології обробітку у верхньому шарі вологість ґрунту менша, ніж при мінімальній чи нульовій технологіях, тоді як у глибших шарах внаслідок значних опадів перед збиранням суттєвої різниці між варіантами технологій не спостерігалось. Рівень забур'яненості посівів пшениці озимої був найбільшим у разі мінімальної технології обробітку ґрунту за будь-якого попередника та найменшим – за традиційної технології, що є типовим явищем через обмеження механічного обробітку ґрунту. Найбільш високий вміст клейковини зерна пшениці озимої було отримано у разі мінімальної та нульової технологій – відповідно 24,3 і 24,8 % порівняно зі стандартною технологією – 22,9 %. Мінімальна та нульова технології сприяли різкому поліпшенню стану посіву після найгіршого попередника кукурудзи на силос. Особливо це помітно на варіантах нульової технології, де густина стояння після цього попередника на 46 % вище, ніж за традиційної. Отже, в умовах нестачі вологи переваги мінімальної та нульової технологій будуть більші.

Ключові слова: системи обробітку ґрунту, пшениця озима, мінімальна технологія, нульова технологія, попередники, урожайність, якість зерна.

Вступ

Останні 20–30 років в Україні використовується диференційована (комбінована) система обробітку ґрунту, що ґрунтується на впровадженні різних методів і технологій, зважаючи на особливості ґрунтово-кліматичних умов, попередників, сівозмін і вимог рослин. Серед позитивних ознак цієї системи доцільно відмітити спосіб обробітку ґрунту, який передбачає: поверхневий (0–8 см), мілкий (8–16 см), середній (16–24 см) та глибокий (24–32 см) способи обробітку ґрунту [1]. Водночас він має такі недоліки: втрата структури й ерозія ґрунтів, великі втрати органічної речовини в результаті обробітку верхнього шару ґрунту; переущільненість піднасіневого (навесні) та підорного шару в результаті використання важких колісних тракторів в умовах, коли вологість зазначених шарів ґрунтів є оптимальною; значний обсяг технологічних операцій призводить до перевитрат пального [2–5]. У результаті незбалансованого внесення та винесення органічної речовини й ерозії втрати гумусу в середньому за рік становлять понад 1,0 т/га (1228 кг/га) земель, що перебувають в обробітку, а у перерахунку на азот втрати еквівалентні приблизно 10,0 млрд м³ газу [6].

Відомо, що територія України має 4 ґрунтово-кліматичних зони, 9 ґрунтово-кліматичних підзон, 23 номенклатури ґрунтів і 1147 їх видів. Зважаючи на вищезазначене, можна дійти висновку, що наявні способи обробітку ґрунту не можуть бути єдиними [7]. З огляду на концепцію стійкого розвитку сучасна методологія обробітку ґрунту повинна враховувати не лише здешевлення, а й вплив на навколишнє середовище, забезпечувати його збереження та відновлення [8–10]. Через це система обробітку ґрунту, що використовується, має об'єднувати економічні інтереси виробників сільськогосподарської продукції із впровадженням заходів із попередження та ліквідації ерозійних процесів, відновлення гумусу, підвищення дефляційної стійкості та зниження кислотності сільськогосподарських угідь [11–13].

Сучасні способи обробітку ґрунту повинні враховувати альтернативні методи, цінності, переконання тощо, ніж економічне зростання, оскільки воно не бере до уваги екологічну загрозу, яка є результатом використання інтенсивних технологій, не є джерелом безпечності виробленої сільськогосподарської продукції [14, 15]. Результативність цих заходів передусім залежить від відповідального ставлення землекористувачів і землевласників, тому що заради отримання надприбутків сільськогосподарські угіддя використовуються екстенсивно, що призводить до їхньої деградації [16, 17]. Отже, актуальності набувають заходи подолання руйнівного впливу та збереження сільськогосподарських угідь. Зважаючи на це, доцільними стають системи обробітку ґрунту, що є альтернативними (органічна, нульова, мінімальна тощо),

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

і практичні знання, які мають вітчизняні сільськогосподарські виробники в різних ґрунтово-кліматичних зонах України [18–21].

Мета дослідження: оцінка впливу різних систем обробки ґрунту та різних попередників на урожайність і якість зерна пшениці озимої, що сприятиме підвищенню врожайності цієї культури.

Завдання дослідження: визначити запаси ефективної вологи у ґрунті; визначити щільність ґрунту; дослідити забур'яненість посівів; визначити урожайність і якість зерна пшениці озимої.

Матеріали і методи досліджень

У стаціонарному досліді пшениця озима розміщувалася по трьох попередниках: чорний пар, соя, кукурудза на силос. На всіх полях сівозміни культури вирощувалися за трьома технологіями: традиційна технологія – базується на полицевому обробітку ґрунту (оранка); мінімальна технологія – базується на поверхневому обробітку ґрунту на 5–7 см; нульова технологія – базується на нульовому обробітку ґрунту, використанні сівалок прямого посіву.

З метою забезпечення ґрунтозберігаючої технології вирощування сільськогосподарських культур було використано поєднання технологічних операцій завдяки: посівному комплексу Bourgault – одночасне проведення посіву, підживлення рідкими добривами, боронування, прикочування; внесенню ґрунтових гербіцидів одночасно із загортанням їх у ґрунт культиватором, шириною захвату 12 м; висіву сидератних культур одночасно із загортанням їх у ґрунт ротаційною бороною Phillips.

Результати досліджень та їх обговорення

Умови осені 2020 року були не зовсім сприятливими за рівнем вологості та тривалості без морозного періоду для розвитку озимої пшениці, однак на всіх варіантах технологій були отримані дружні сходи.

Результати обліку урожаю (табл. 1) показали, що і в не зовсім сприятливих кліматичних умовах вплив попередника на рівень продуктивності озимої пшениці значно вищий, ніж вплив технології вирощування. Так, різниця в урожайності після кращого (чистий пар) та гіршого (кукурудзи на силос) попередника складала 13,8 ц/га, а різниця між технологіями лише 2,0 ц/га.

1. Вплив систем обробки ґрунту в сівозміні та попередників на урожайність пшениці озимої, ц/га

| Варіанти технології | Попередники | | | Середня урожайність |
|---------------------|-------------|------|--------------------|---------------------|
| | чорний пар | соя | кукурудза на силос | |
| Традиційна | 61,5 | 55,1 | 48,9 | 55,2 |
| Мінімальна | 61,5 | 58,5 | 49,7 | 56,6 |
| Нульова | 61,3 | 55,9 | 47,5 | 54,6 |

Вплив технології вирощування проявляється насамперед на гірших попередниках. Наприклад, різниця у продуктивності між мінімальною та нульовою технологіями на фоні попередника чистий пар складала 0,2 ц/га, а на фоні попередника соя – 3,6 ц/га, на фоні кукурудзи на силос – 2,2 ц/га. Різниця по останнім двом попередникам є статистично достовірною. В середньому енергозберігаюча мінімальна та нульова технології забезпечили отримання прибавки врожаю на 1,4 ц/га.

Показники стану посіву пшениці озимої (табл. 2) залежно від технології вирощування в останній період свідчать, що і в не зовсім сприятливих кліматичних умовах, які були характерні для осіннього періоду розвитку культури 2021 року, технології суттєвого впливу не мають. Густина стеблостою озимої пшениці за будь-якої технології найвища після чорного пару, а найменша після кукурудзи на силос.

2. Стан пшениці озимої в осінній період залежно від технології вирощування та попередників

| Варіанти технології | Соя | | Кукурудза на силос | | Чорний пар | |
|---------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| | Глибина вузла кущення, см | Густина стояння, шт./м ² | Глибина вузла кущення, см | Густина стояння, шт./м ² | Глибина вузла кущення, см | Густина стояння, шт./м ² |
| Традиційна | 3,7 | 569 | 3,7 | 550 | 5,3 | 579 |
| Мінімальна | 3,7 | 561 | 3,7 | 540 | 5,3 | 568 |
| Нульова | 3,7 | 557 | 3,7 | 541 | 5,3 | 560 |

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Одна з головних переваг мінімалізації обробітку ґрунту – це збереження вологи. За рахунок цього фактору часто вдається отримати сходи пшениці як першої запоруки високого урожаю цієї культури. Для наступних культур сівозміни має значення вологість ґрунту після збирання пшениці озимої. Значення останньої насамперед проявляється в можливій кількості сходів післяжнивних бур'янів, якості проведення наступних механічних обробітків ґрунту.

Визначення вологості ґрунту перед збиранням пшениці озимої (табл. 3) показало, що навіть в умовах незначної кількості опадів у першій половині вегетаційного сезону, при стандартній технології у верхньому шарі вологість ґрунту менша, ніж при мінімальній чи нульовій технологіях.

Наприклад, у шарі 0–10 см на нульовій та мінімальній технологіях на 25,5 та 28,8 %, а після кращого попередника сої – відповідно на 19,0 та 12,8 %. У глибших шарах внаслідок значних опадів перед збиранням суттєвої різниці між варіантами технологій не спостерігається.

3. Вологість ґрунту перед збиранням пшениці озимої

| Шар ґрунту, см | Традиційна | | Мінімальна | | Нульова | |
|----------------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|
| | кукурудза на силос | соя | кукурудза на силос | соя | кукурудза на силос | соя |
| 0–10 | 18,4 | 21,1 | 23,7 | 23,8 | 23,1 | 25,1 |
| 10–20 | 25,2 | 27,3 | 25,2 | 26,2 | 24,2 | 26,6 |
| 20–30 | 26,5 | 25,6 | 25,3 | 25,8 | 24,8 | 24,6 |
| 30–40 | 27,6 | 25,3 | 27,8 | 26,4 | 26,9 | 24,7 |
| 40–50 | 27,2 | 22,5 | 27,5 | 23,0 | 25,1 | 21,0 |
| 50–60 | 24,3 | 19,4 | 25,3 | 23,7 | 24,9 | 22,5 |
| 60–70 | 23,0 | 20,4 | 24,4 | 19,6 | 23,5 | 19,8 |
| 70–80 | 23,7 | 17,7 | 23,7 | 18,1 | 23,6 | 17,9 |
| 80–100 | 23,6 | 16,6 | 24,2 | 17,1 | 24,1 | 17,5 |

Переваги мінімального та нульового обробітку ґрунту з успіхом використовують не лише культурні рослини, а й бур'яни. Це пояснює загальновідомий факт, що за мінімалізації обробітку ґрунту зростає рівень забур'яненості, особливо в перші роки цього впровадження.

4. Вплив технологій вирощування та попередників на рівень забур'яненості посівів пшениці озимої, шт./м²

| Варіанти технології | Попередник | | |
|---------------------|--------------------------------------------|------|--------------------|
| | чорний пар | соя | кукурудза на силос |
| | Забур'яненість посівів, шт./м ² | | |
| Традиційна | 16,4 | 12,2 | 12,2 |
| Мінімальна | 18,1 | 18,2 | 16,8 |
| Нульова | 18,4 | 13,6 | 14,5 |

Наведені в табл. 4 результати свідчать, що навіть після найбільш сприятливого попередника чорний пар, рівень забур'яненості навесні у фазу кушення пшениці озимої на варіантах мінімальної та нульової технологій був відповідно у 2,7 та 3,5 раза вищим, ніж на варіантах стандартної технології. Після сої це співвідношення відповідно складає 5,9 та 3,3 раза, а після кукурудзи на силос – 3,1 та 2,3 раза. Загалом у середньому весняна забур'яненість на варіантах мінімальної та нульової технологій виявилася близько 19,0 та 17,8 шт./м². Типовим явищем є те, що обмеження механічного обробітку ґрунту насамперед призводить до поширення у складі бур'янового угруповання багаторічних та дводольних бур'янів. Малорічні зимуючі види при зменшенні глибини обробітку ґрунту або повної відмови від нього різко збільшують рівень своєї присутності в посівах. Наприклад, чисельність талабану польового на стандартній технології в середньому складала 2,2 шт./м², а на варіантах мінімальної та нульової технології – відповідно 4,5 та 3,4 шт./м².

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Зміна родючості ґрунту зумовлює певні зміни і в якості зерна озимої пшениці. Показники якості зерна озимої пшениці залежно від технології наведені в табл. 5.

5. Вплив технологій вирощування та попередників на якісні показники зерна пшениці озимої

| Технологія | Попередник | Вологість зерна, % | Загальна скловидність, % | Клейковина, % | ВДК озимої пшениці | Група якості |
|------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|-----------------------|--------------|
| Традиційна | Чорний пар | 14,6 | 50/10 | 22,9 | 95 | 2 |
| | Соя | 10,1 | 51/11 | 24,0 | 80 | 2 |
| | Кукурудза на силос | 10,2 | 49/10 | 22,8 | 90 | 2 |
| Мінімальна | Чорний пар | 17,1 | 50/11 | 24,0 | 100 | 2 |
| | Соя | 9,7 | 51/12 | 24,0 | 80 | 2 |
| | Кукурудза на силос | 10,9 | 49/10 | 24,8 | 95 | 2 |
| Нульова | Чорний пар | 18,1 | 51/11 | 24,8 | 100 | 2 |
| | Соя | 9,8 | 50/10 | 23,8 | 85 | 2 |
| | Кукурудза на силос | 9,8 | 52/12 | 22,0 | 85 | 2 |

З наведених даних можна зробити висновок, що на показники якості більшою мірою впливали технології, ніж попередники. Найбільш високий вміст клейковини спостерігався при мінімальній та нульовій технологіях – 24,3 і 24,8 % порівняно зі стандартною технологією – 22,9 %. При цьому вплив попередників на вміст клейковини при мінімальній технології порівняно з іншими технологіями був найбільший. Він коливається в межах від 24 до 24,8 %, тоді як за традиційної технології він коливається по попередниках у межах від 22 до 24 %.

Необхідно звернути увагу, що мінімальна та нульова технології різко поліпшили стан посіву після найгіршого попередника кукурудзи на силос. Особливо це помітно на варіантах нульової технології, де густина стояння після цього попередника на 46 % вище, ніж на традиційній, і це в умовах недостатнього зволоження в осінній період. В умовах нестачі вологи переваги мінімальної та нульової технологій будуть більші.

Сукупно із результатами спостережень за рослинами пшениці озимої та рівнем забур'яненості такі спостереження були повторені у фазу кущення та досягання. Це дало змогу детальніше визначити переваги та недоліки кожного варіанту технології.

Істотно впливає на щільність ґрунту обробіток, особливо його способи. Із табл. 6 видно, що при мініальному та нульовому обробітках ґрунту щільність найменша порівняно із традиційним, але суттєво не відрізняються між собою.

6. Об'ємна маса ґрунту після посіву пшениці озимої на стаціонарному досліді, г/см³

| Технологія | Попередники | Шар ґрунту, см | | |
|------------|--------------------|----------------|-------|-------|
| | | 0–10 | 10–20 | 20–30 |
| Традиційна | Чорний пар | 1,20 | 1,25 | 1,19 |
| | Соя | 1,12 | 1,25 | 1,25 |
| | Кукурудза на силос | 1,20 | 1,14 | 1,24 |
| Мінімальна | Чорний пар | 1,08 | 1,15 | 1,15 |
| | Соя | 1,19 | 1,34 | 1,24 |
| | Кукурудза на силос | 1,07 | 1,29 | 1,15 |
| Нульова | Чорний пар | 1,08 | 1,18 | 1,35 |
| | Соя | 1,11 | 1,25 | 1,36 |
| | Кукурудза на силос | 1,06 | 1,27 | 1,24 |

Слід також відмітити, що щільність – один із найбільш важливих агрофізичних показників, що характеризують родючість ґрунту. Оптимальні межі показників для більшості сільськогосподарських культур перебувають у межах 1,1–1,3 г/см³. Оптимальна щільність сприяє більш швидкій і дружній

появі сходів (у середньому на 2–3 дні), збільшенню вегетативної маси культур і продуктивнішому розвитку всієї кореневої системи, що допомагає отримати високі врожаї. За результатами отриманих даних, цей показник перебуває у відповідних межах практично на всіх варіантах системи обробітку ґрунту (виняток становить нульовий обробіток ґрунту в шарі 20–30 см).

Висновки

За результатами досліджень виявлено, що енергозберігаюча мінімальна та нульова технології забезпечили отримання прибавки врожаю пшениці озимої в середньому на 1,4 ц/га. Рівень забур'яненості посівів пшениці озимої був найбільшим у разі мінімальної технології обробітку ґрунту за будь-якого попередника (від 16,8 шт./м² після кукурудзи на силос до 18,2 шт./м² після сої) та найменшим – за традиційної технології (від 12,2 шт./м² після кукурудзи на силос та сої до 16,4 шт./м² після чорного пару), що є типовим явищем через обмеження механічного обробітку ґрунту. Найбільш високий вміст клейковини зерна пшениці озимої було отримано за умови мінімальної та нульової технологій – відповідно 24,3 і 24,8 %, порівняно зі стандартною технологією – 22,9 %. Мінімальна та нульова технології сприяли різкому поліпшенню стану посіву після найгіршого попередника кукурудзи на силос. Особливо це помітно на варіантах нульової технології, де густина стояння після цього попередника на 46 % вище ніж за традиційної. Отже, в умовах нестачі вологи переваги мінімальної та нульової технологій є очевидні.

Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні мінімальної маловитратної технології, різновидом якої є і технологія No-Till.

References

1. Lahutenko, O. T. (2012). *Ahroekolohiia: navchalnyi posibnyk*. Kyiv: NPU imeni M. P. Drahomanova [In Ukrainian].
2. Medvediev, V. V., Laktionova, T. M., & Bihun O. M. (2009). Otsinka umov ekspluatatsii gruntoobrobnoi tekhniki za vlastyostiamy gruntiv. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 5, 24–32. [In Ukrainian].
3. Zhe Liu, Z., Cao, S., Sun, Z., Wang, H., Qu, S., Lei, N., He, J., & Dong, Q. (2021). Tillage effects on soil properties and crop yield after land reclamation. *Scientific Reports*, 11, 4611. doi: 10.1038/s41598-021-84191-z
4. Tanchyk, S. P. (2009). Efektyvnist system zemlerobstva v Ukraini. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 12, 5–11. [In Ukrainian].
5. Chaika, T. O. (2018). Vybir system obrobittu ґрунту за umovy yoho rodiuchosti. *Importozaminni tekhnologii vyroshchuvannia, zberihannia i pererobky produktsii sadivnytstva ta roslynnytstva: materialy IV mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Uman: Vydavets «Sochinskyi M. M.» Retrieved from: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/4634> [In Ukrainian].
6. Fomenko, Yu., & Horobets, V. (2010). Znyshchennia chornozemiv – katastrofa Ukrainy. Retrieved from: <http://blogger.com.ua/2010/знищення-чорноземів-катастрофа-украї/> [In Ukrainian].
7. Bezuhlyi, M., Havryliuk, M., & Adamchuk, V. (2007). Poshuk obiektyvnoi otsinky system obrobittu ґрунту v Ukraini. Retrieved from: http://a7d.com.ua/501-poshuk_obktivno_ocnki_sistem_obrobttku_ґрунту_v_ukran.html [In Ukrainian].
8. Chaika, T. O. (2018). Rol minimalnogo obrobittu ґрунту v orhanichnomu zemlerobstvi. *Inzheneriia Pryrodokorystuvannia*, 2 (10), 37–44. [In Ukrainian].
9. Busari, M. A., Kukal, S. S., Kaur, A., Bhatt, R., & Dulazi, A. A. (2015). Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International Soil and Water Conservation Research*, 3 (2), 119–129. doi: 10.1016/j.iswcr.2015.05.002
10. Huang, G-B., Chai, Q., Feng, F-X, & Yu, A.-Z. (2012). Effects of different tillage systems on soil properties, root growth, grain yield, and water use efficiency of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in Arid Northwest China. *Journal of Integrative Agriculture*, 11 (8), 1286–1296. doi: 10.1016/S2095-3119(12)60125-7
11. Mousavi-Boogar, A., Azizi, K., Feizian, M., & Eisvand, H. R. (2021). Effects of different tillage systems on soil properties, and yield and yield components of barley. *Archives of Agronomy and Soil Science*, doi: 10.1080/03650340.2021.1928090
12. Chichongue, O., Tol, J. V., Ceronio, G., & Preez, C. D. (2020). Effects of tillage systems and cropping patterns on soil physical properties in Mozambique. *Agriculture*, 10 (10), 448. doi: 10.3390/agriculture10100448

13. Woźniak, A., & Rachoń, L. (2020). Effect of tillage systems on the yield and quality of winter wheat grain and soil properties. *Agriculture*, 10 (9), 405. doi: 10.3390/agriculture10090405
14. Pospelov, S. V., Levchenko, L. M., Chaika, T. O., Perepelytsia, A. A., Shandyba, V. O., & Popova, K. M. (2020). Produktivnist kultur u korotkorotatsiinykh sivozminakh zalezho vid obrobittu gruntu y udobrennia v umovakh Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 69–79. doi: 10.31210/visnyk2020.04.08 [In Ukrainian].
15. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Pysarenko, V. V., Horb, O. O., & Chaika, T. O. (2019). Formuvannia pozhyvnoho rezhymu roslyn v orhanichnomu zemlerobstvi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 85–91. doi: 10.31210/visnyk2019.03.11 [In Ukrainian].
16. Lafond, G. P., Boyetchko, S. M., Brandt, S. A., Clayton, G. W., & Entz, M. H. (1996). Influence of changing tillage practices on crop production. *Canadian Journal of Plant Science*, 76 (4). doi: 10.4141/cjps96-114
17. Karami, A., Homae, M., Afzalnia, S., Ruhipour, H., & Basirat, S. (2012). Organic resource management: Impacts on soil aggregate stability and other soil physico-chemical properties. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 148, 22–28. doi: 10.1016/j.agee.2011.10.021
18. Rabot, E., Wiesmeier, M., Schlüter, S., & Vogel, H. J. (2018). Soil structure as an indicator of soil functions: A review. *Geoderma*, 314, 122–137. doi: 10.1016/j.geoderma.2017.11.009
19. Blanco-Canqui, H., & Ruis, S. J. (2018). No-tillage and soil physical environment. *Geoderma*, 326, 164–200. doi: 10.1016/j.geoderma.2018.03.011
20. Chaika, T. O., Levchenko, L. M., Krykunova, V. Yu., Perepelytsia, A. A., Shandyba, V. O., Popova, K. M., & Antonovskiy, O. V. (2020). Productivity of grain-beet rotations depending on tillage and fertilization in the Forest-steppe of Ukraine. *SWorldJournal*, 6 (2), 107–118. doi: 10.30888/2663-5712.2020-06-02-016
21. Hernanz, J. L., Sánchez-Girón, V., & Navarrete, L. (2009). Soil carbon sequestration and stratification in a cereal/leguminous crop rotation with three tillage systems in semiarid conditions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 133, 114–122. doi: 10.1016/j.agee.2009.05.009

Стаття надійшла до редакції: 26.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Ляшенко В. В., Карасенко В. М., Кракотець С. І. Вплив системи обробітку ґрунту та попередників на урожайність і якість зерна пшениці озимої. *Вісник ПДАА*. 2021. № 4. С. 64–70.

© Ляшенко Віктор Васильович, Карасенко Владислав Миколайович,
Кракотець Світлана Ігорівна, 2021