

УДК 631.582;
631.51; 631.872

© 2023

ВПЛИВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

В.М. Польовий¹, М.Г. Фурманець², О.В. Сніжок³

¹доктор сільськогосподарських наук, академік НААН

^{2,3}кандидати сільськогосподарських наук

Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН

вул. Рівненська, 5, с. Шубків Рівненського р-ну Рівненської обл., 35325, Україна

e-mail: ¹rivne@ukr.net, ²rivne_apv@ukr.net, ³vs rapv@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-3133-9803; ²0000-0002-3091-4036,

³0000-0002-2239-1810

Надійшла 17.02.2023

Мета. Визначити вплив способів обробітку ґрунту та побічної продукції на його об'ємну масу, забур'яненість посівів і врожайність пшениці озимої. **Методи.** Польові (вивчення впливу обробітків ґрунту, побічної продукції, сегетальної рослинності в посівах пшениці озимої); лабораторні (визначення об'ємної маси ґрунту (щільність складення)); підрахункові (визначення забур'яненості, урожайності культури); хімічні (визначення вмісту елементів живлення в ґрунті); математико-статистичні (оцінка достовірності результатів досліджень). **Результати.** Дослідженнями впродовж 3-х ротацій 4-пільної сівозміни встановлено, що за всіх обробітків об'ємна маса шару ґрунту 0–10 см змінювалася в межах 1,14–1,27 г/см³. Порівняно з верхнім шаром з глибиною вона зростала і в шарах ґрунту 10–20 см і 20–30 см становила відповідно 1,24–1,36 і 1,33–1,53 г/см³. Заміна оранки дискуванням на 10–12 см і 6–8 см призвела до збільшення в I ротації кількості бур'янів зі 108 до 212 і 278 шт./м² відповідно за відчуження побічної продукції та зі 163 до 246 і 305 шт./м² відповідно за її зароблення в ґрунт. Порівняно з оранкою на 20–22 см за дискування на 10–12 і 6–8 см відзначалося зниження врожайності пшениці озимої за відчуження побічної продукції відповідно на 6,4 і 21,5%, а за використання її на удобрення – відповідно на 6,7 і 25%. **Висновки.** Застосування за сівби пшениці озимої різних способів основного обробітку ґрунту: оранки на 20–22 см, дискування на 10–12 см і дискування на 6–8 см забезпечувало сприятливу для культури об'ємну масу ґрунту в шарах 0–10 і 10–20 см відповідно 1,14–1,27 і 1,24–1,36 г/см³, проте в шарі 20–30 см за всіх обробітків, особливо за мілкого, формувалася плужна підшва. Використання на удобрення побічної продукції сприяло певному зниженню щільності складення ґрунту, але призвело до підвищення забур'яненості, яка зростала зі зменшення глибини обробітку. Із заміною оранки дискуванням на 10–12 і 6–8 см урожайність знизилася з 6,57 до 6,15 і 5,16 т/га відповідно за відчуження побічної продукції і з 6,72 до 6,27 і 5,33 т/га відповідно за її зароблення в ґрунт. Унесення побічної продукції як удобрення знижувало врожайність пшениці озимої в I ротації сівозміни, у II, за винятком варіанта з дискуванням на 6–8 см, і в III забезпечувало її підвищення.

Ключові слова: оранка, дискування, щільність ґрунту, забур'яненість, сівозміна.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-04>

Отримання оптимальних агрофізичних показників родючості ґрунту для кожної культури в сівозміні є важливою проблемою в землеробстві. Заходи механічного обробітку інтенсивніше впливають на щільність будови ґрунту, ніж природні процеси [1–3].

Системи обробітку ґрунту періодично змінюються, але залишаються такі фундаментальні заходи основного обробітку, як оранка та безполицевий обробіток [4].

Кожна сільськогосподарська культура за своїми біологічними особливостями по-різному реагує на ущільнення ґрунту [5, 6]. Урожайність культури істотно знижується зі збільшенням чи зменшенням об'ємної маси ґрунту щодо оптимальної. За багаторічної оранки на одну й ту саму глибину утворюється щільна плужна підшва, яка впливає на більшість ґрунтових процесів [7–9].

У Західному Лісостепу оранка традиційно була найпоширенішим способом обробітку ґрунту, хоча під зернові культури після зернообових і просяних попередників її рекомендувалося замінювати поверхневим обробітком [10, 11].

Застосування оранки насамперед зумовлено потребою в боротьбі з бур'янами, для яких умови достатнього зволоження є дуже сприятливими [12, 13].

У сучасному землеробстві, за винятком органічного, забур'яненість посівів переважно контролюється застосуванням високо-ефективних гербіцидів [14, 15]. За останні 10–15 років у зв'язку з глобальним потеплінням і в зоні Західного Лісостепу в літні місяці та вересні дедалі частіше спостерігається періодична відсутність запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, що спонукає до переходу на вологоощадні системи обробітку ґрунту [16].

Безполицеві способи обробітку ґрунту сприяють кращому збереженню вологи і потребують менших енерговитрат, що значно підвищує конкурентоспроможність вирощеної продукції [17].

Особливістю сучасного землеробства є використання для удобрення більшої частини побічної рослинницької продукції, що, крім поліпшення властивостей ґрунтів

на фоні високих доз мінеральних добрив компенсаційного азоту, може призвести до істотного підкислення та дегуміфікації малобуферних ґрунтів [18, 19].

У процесі мінералізації біомаси в ґрунті можуть накопичуватися токсичні для рослин сполуки, що призводить до зниження врожайності [20].

Мета досліджень — визначити вплив способів обробітку ґрунту та побічної продукції на його об'ємну масу, забур'яненість посівів і врожайність пшениці озимої.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2009–2020 рр. у стаціонарному польовому досліді Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН. Чергування культур у сівозміні: пшениця озима — кукурудза на зерно — ячмінь ярий — ріпак озимий. Площа облікової ділянки — 50 м², повторність — 3-разова.

Схема досліді передбачає вивчення 2-х варіантів використання побічної продукції культур сівозміни — відчуження і використання для удобрення з унесенням компенсаційного азоту дозою N₁₀ на 1 т на фоні 3-х обробітків ґрунту — оранки, дискового на 10–12 і дискового — на 6–8 см.

Ґрунт дослідної ділянки — темно-сірий опідзолений легкосуглинковий з умістом гумусу 1,93%, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) — 99 мг/кг, рухомих форм фосфору і калію (за Кірсановим) відповідно — 238 і 85 мг/кг.

Мінеральні добрива під пшеницю озиму вносили дозою N₁₅₀ P₉₀ K₁₂₀.

Щільність складення ґрунту досліджували методом різальних кілець у модифікації Н. А. Качинського (ДСТУ ISO 11272:2001) перед збиранням урожаю. Видовий склад бур'янів, їх масу та кількість на 1 м² визначали перед збиранням урожаю [21].

Урожайність пшениці озимої встановлювали зважуванням зерна з облікових ділянок із наступним перерахунком на 1 га, здійснювали математичну обробку даних [22].

Результати досліджень. Формування сприятливого для рослин кореневмісного шару ґрунту, водного, повітряного і теплового

режимів значною мірою залежить від його об'ємної маси. Тому підтримування оптимальних параметрів його показників є одним з основних завдань системи обробітку ґрунту.

Дослідження, проведені впродовж 3-х ротаций 4-пільної сівозміни, свідчать про те, що щільність складення ґрунту під пшеницею озимомою істотно змінювалася залежно від способу обробітку і зароблення в ґрунт побічної продукції (табл. 1). За відчуження з поля побічної продукції культур сівозміни об'ємна маса шару ґрунту 0–10 см впродовж періоду досліджень становила за оранки 1,14–1,21 г/см³; дискування на 10–12 см — 1,19–1,24 г/см³; дискування на 6–8 см — 1,16–1,27 г/см³. Порівняно з верхнім шаром щільність ґрунту за всіх обробітків ґрунту з глибиною збільшувалася і в шарі 20–30 см за оранки, дискування на 10–12 і на 6–8 см дорівнювала відповідно 1,34–1,43; 1,37–1,44 і 1,39–1,53 г/см³, що свідчить про формування плужної підшви. За внесення в ґрунт біомаси побічної продукції спостерігалася тенденція до зниження його щільності в усіх шарах

ґрунту, але загальні закономірності її формування в шарах ґрунту були подібними до варіантів, у яких побічна продукція відчужувалася. Порівняно з оранкою за дискування на 10–12 см і поверхневим обробітком на 6–8 см з часом спостерігалася збільшення об'ємної маси ґрунту в усіх 3-х досліджуваних шарах. Найвищі значення її показника перед збиранням пшениці озимої встановлено в III ротатії сівозміни.

Особливо істотне ущільнення ґрунту відбулося за дискування на 6–8 см у шарі 20–30 см — до 1,53 і 1,50 г/см³ відповідно у варіантах із відчуженням побічної продукції та за використання її на удобрення.

Результати багатьох польових дослідів і спостереження за виробничими посівами свідчать про те, що перехід від оранки до мінімальної обробітку ґрунту, або no-till, як правило, призводить до підвищення забур'яненості посівів і зміни видового складу бур'янів зі збільшенням частки важковикорінюваних і найбільш шкодочинних видів [23–25].

Наведені в табл. 2 дані обліків забур'яненості посівів пшениці озимої також

1. Динаміка щільності складення ґрунту під пшеницею озимомою залежно від способів обробітків ґрунту і використання побічної продукції, г/см³

Обробіток (фактор А)	Спосіб використання соломки (фактор В)	Шар ґрунту, см	Ротатія сівозміни		
			I (2009–2011 рр.)	II (2013–2015 рр.)	III (2017–2019 рр.)
Оранка на 20–22 см	Відчуження	0–10	1,14	1,17	1,21
		10–20	1,26	1,31	1,29
		20–30	1,43	1,38	1,34
	На добриво	0–10	1,19	1,16	1,15
		10–20	1,24	1,26	1,31
		20–30	1,39	1,33	1,36
Дискування на 10–12 см	Відчуження	0–10	1,22	1,19	1,24
		10–20	1,28	1,29	1,33
		20–30	1,39	1,37	1,44
	На добриво	0–10	1,20	1,16	1,26
		10–20	1,24	1,26	1,34
		20–30	1,34	1,36	1,40
Дискування на 6–8 см	Відчуження	0–10	1,16	1,20	1,27
		10–20	1,26	1,30	1,32
		20–30	1,42	1,39	1,53
	На добриво	0–10	1,13	1,18	1,23
		10–20	1,24	1,27	1,36
		20–30	1,38	1,34	1,50

2. Вплив способів обробітку ґрунту і побічної продукції на забур'яненість посівів пшениці озимої

Обробіток ґрунту (фактор А)	Спосіб використання соломи (фактор В)	Ротація сівозміни					
		I (2009–2011 рр.)		II (2013–2015 рр.)		III (2017–2019 рр.)	
		шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²
Оранка на 20–22 см	Відчуження На добриво	108,0 163,0	54,8 78,2	67,0 98,0	36,2 53,9	18,0 25,0	17,8 21,7
Дискування на 10–12 см	Відчуження На добриво	212,0 246,0	86,0 97,1	166,0 194,0	71,6 85,4	45,0 53,0	38,9 44,7
Дискування на 6–8 см	Відчуження На добриво	278,0 305,0	102,3 137,0	219,0 256,0	98,9 109,0	76,0 89,0	52,2 61,4
НІР ₀₅ фактор А		5,16	4,88	3,72	5,19	2,89	0,60
фактор В		4,22	3,99	3,04	4,24	2,36	0,49
взаємодії АВ		7,30	6,90	5,26	7,39	4,09	0,85

підтверджують те, що заміна оранки дискуванням на 10–12 см і 6–8 см зумовила збільшення в I ротації кількості бур'янів зі 108 до 212 і 278 шт./м² відповідно за відчуження побічної продукції та зі 163 до 246 і 305 шт./м² відповідно за їх зароблення в ґрунт.

Різке збільшення забур'яненості посівів пшениці озимої внаслідок заміни полицевого обробітку дискуванням насамперед пов'язане з глибоким заробленням насіння бур'янів і значною втратою його схожості за оранки. Побічна продукція як добриво також сприяла значному підвищенню забур'яненості, що зумовлено наявністю в ній невилочених під час збирання попередника бур'янів, які потрапляють у ґрунт з його біомасою. Крім того, за обробітку дисками, особливо мілкого, значна кількість соломи попередника залишається на поверхні поля і після висівання культури, що істотно знижує ефективність гербіцидів [26].

Маса бур'янів у варіантах дослідів змінювалася за тією самою закономірністю, що й їхня кількість, тобто збільшувалася зі зменшенням глибини обробітку ґрунту та з використанням на удобрення побічної продукції попередника. У I ротації сівозміни у варіантах без побічної продукції маса бур'янів зростала з 54,8 г/м² за оранки до 86,0 і 102,3 г/м² за дискування на 10–12 і 6–8 см відповідно, у варіантах з удобренням побічною біомасою — з 78,2 до 97,1 і 137,0 г/м² відповідно.

Результати обліків забур'яненості пшениці озимої у II і III ротаціях сівозміни свідчать про стале її зменшення в часі, що є наслідком ефективної дії гербіцидів у системах захисту культури сівозміни. У III ротації кількість бур'янів за відчуження побічної продукції у варіантах з оранкою, дискуванням на 10–12 см і 6–8 см становила відповідно 18,0; 45,0 і 76,0 шт./м², у варіантах із заробленням у ґрунт побічної продукції — відповідно 25; 53 і 89 шт./м². Тобто порівняно з оранкою за дискування на 10–12 см і 6–8 см забур'яненість посівів всеодно була відповідно в 2,1–2,5 і 3,6–4,2 раза вищою.

Отримані експериментальні дані свідчать про те, що пшениця озима істотно реагує на обробітку ґрунту і на зароблення в ґрунт побічної продукції культур сівозміни (табл. 3). Заміна оранки на дискування з одночасним зменшенням глибини обробітку супроводжувалася зниженням урожайності в усіх ротаціях сівозміни. У середньому за 3 ротації за відчуження побічної продукції заміна оранки дискуванням на 10–12 і 6–8 см зумовила зниження врожайності зерна з 6,57 т/га до 6,15 і 5,16 т/га відповідно, або на 6,7 і 21,5%. За використання побічної продукції на удобрення врожайність за дискування знизилася відповідно на 6,7 і 20,7%.

Ефективність застосування на удобрення побічної вегетативної маси змінювалася залежно від ротацій сівозміни. У I ротації за всіх способів обробітку ґрунту зароблення в ґрунт

3. Урожайність пшениці озимої залежно від способів обробітку ґрунту і використання побічної продукції, т/га

Спосіб		Ротація сівозміни			Середнє за 3 ротації
обробітку ґрунту (фактор А)	використання побічної продукції (фактор В)	I (2009–2011 рр.)	II (2013–2015 рр.)	III (2017–2019 рр.)	
Оранка на 20–22 см	Відчування	6,52	6,87	6,33	6,57
	На добриво	6,35	7,07	6,75	6,72
Дискування на 10–11 см	Відчування	6,27	6,06	6,11	6,15
	На добриво	6,04	6,32	6,46	6,27
Дискування на 6–8 см	Відчування	4,59	6,15	4,75	5,16
	На добриво	5,27	5,58	5,13	5,33
НІР ₀₅ фактор А		0,20	0,17	0,13	0,17
фактор В		0,20	0,16	0,16	0,17
взаємодії АВ		0,28	0,30	0,24	0,27

побічної продукції в поєднанні з компенсаційним азотом дозою N₁₀ на 1 т призвело до зниження врожайності пшениці озимої. За оранки на 20–22 см, дискування на 10–12 см і 6–8 см вона знизилася порівняно з варіантами без унесення побічної продукції відповідно на 2,6; 3,7 та 7,0%. У II і III ротаціях сівозміни у варіанті з оранкою її внесення сприяло підвищенню врожайності на 2,9 і 6,6%, за дискування на 10–12 см — відповідно на 4,3 і 5,7%. На відміну від зазначених варіантів, за дискування на 6–8 см зниження врожайності від зароблення в ґрунт побічної продукції

спостерігалось і в II ротації, але в III вона сприяла підвищенню врожайності на 8%. Підвищення ефективності побічної продукції культур сівозміни в часі ймовірно пов'язане з поступовою активацією мікробіологічних процесів у ґрунті та пришвидженням їхньої мінералізації, що сприяло надходженню в ґрунт додаткової кількості елементів живлення. Крім того, зменшення забур'яненості посівів пшениці озимої залежно від ротацій сівозміни у варіантах з використанням на удобрення побічної продукції також позитивно вплинуло на врожайність.

Висновки

Упродовж 3-х ротацій сівозміни об'ємна маса шару ґрунту 0–10 см за всіх досліджуваних обробіток перебувала в сприятливому для пшениці озимої інтервалі — 1,13 – 1,27 г/см³. Зі збільшенням глибини щільність ґрунту зростала і в шарі 20–30 см за оранки на 20–22 см, дискування на 10–12 см і 6–8 см становила відповідно 1,34–1,43; 1,37–1,44 та 1,39–1,53 г/см³, що свідчить про формування плужної підшви. Побічна продукція дещо знижувала об'ємну масу ґрунту.

Заміна оранки дискуванням на 10–12 і 6–8 см спричинила збільшення забур'яненості посівів пшениці озимої в I ротації зі 108 до 212 і 218 шт./м² відповідно за відчування побічної продукції та зі 163 до 246 і 305 шт./м² відповідно за використання її

на удобрення. Залежно від ротацій сівозміни забур'яненість посівів знижувалася, але із заміною оранки дискуванням, зменшенням його глибини та заробленням у ґрунт побічної продукції вона була вищою.

У середньому за 3 ротації сівозміни за відчування побічної продукції заміна оранки дискуванням на 10–12 і 6–8 см призвела до зниження врожайності зерна з 6,57 до 6,15 і 5,16 т/га відповідно. За використання побічної продукції на удобрення врожайність пшениці озимої знизилася з 6,72 до 6,27 і 5,33 т/га відповідно. З унесенням побічної продукції попередників у I ротації врожайність знизилася на 2,6–7,0%, у II і III ротаціях спостерігалось її підвищення на 2,9–8,0%.

Poliovyi V.¹, Furmanets M.², Snizhok O.³

Institute of Agriculture of the Western Polissia of the NAAS, vil. Shubkiv, Rivne district, Rivne oblast, 35325, Ukraine; e-mail: ¹rivne@ukr.net, ²rivne_apv@ukr.net, ³vs_rapv@ukr.net; ORCID: ¹0000-0002-2133-9803; ²0000-0002-3091-4036, ³0000-0002-2239-1810

The influence of tillage and by-products on the yield of winter wheat in the conditions of the Western Forest Steppe

Goal. To determine the influence of methods of soil cultivation and by-products on its volumetric mass, weediness of crops, and yield of winter wheat. **Methods.** Field — to study the influence of tillage, by-products, segetal vegetation in winter wheat crops; laboratory — to determine the bulk soil mass (compaction density); counting — to determine the weediness, and crop productivity; chemical — to determine the content of nutrients in the soil; mathematical and statistical — to assess the reliability of research results. **Results.** Research during 3 rotations of a 4-field crop rotation established that the volume mass of the 0–10 cm soil layer varied within 1.14–1.27 g/cm³ during all treatments. Compared with the upper layer, it increased with depth, and in the soil layers of 10–20 cm and 20–30 cm it was 1.24–1.36 and 1.33–1.53 g/cm³, respectively. Replacing plowing with disking at 10–12 cm and 6–8 cm led to an increase in the number of weeds in the first rotation from 108 to 212 and 278 pcs./m², respectively, due

to the alienation of by-products, and from 163 to 246 and 305 pcs./m², respectively for its entering in the soil. Compared with plowing at 20–22 cm, disking at 10–12 and 6–8 cm cause a decrease in the yield of winter wheat due to the alienation of by-products by 6.4 and 21.5%, respectively, and when using it for fertilizer, by 6.7 and 25%, respectively. **Conclusions.** The application of various methods of main tillage for winter wheat sowing: plowing at 20–22 cm, disking at 10–12 cm, and disking at 6–8 cm ensured a volume of soil (1.14–1.27 and 1.24–1.36 g/cm³, respectively) favorable for the culture in the layers of 0–10 and 10–20 cm, but a plow sole was formed in the 20–30 cm layer under all treatments, especially shallow. The use of by-products for fertilization contributed to a certain decrease in the density of the soil composition but led to an increase in weediness, which increased with a decrease in the depth of cultivation. The replacement of plowing with disking for 10–12 and 6–8 cm decreased the productivity from 6.57 to 6.15 and 5.16 t/ha, respectively, due to the alienation of by-products and from 6.72 to 6.27 and 5.33 t/ha, respectively, for their entering in the soil. Application of by-products as fertilizer reduced the yield of winter wheat in the 1st crop rotation, while in the 2nd, except for the option with disking by 6–8 cm, and in the 3rd it ensured its increase.

Key words: plowing, disking, soil density, weediness, crop rotation.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-04>

Бібліографія

1. Карташов С.Г., Городецький Е.Ю., Дудка В.С., Москалюк А.А. Вплив оптимальної щільності ґрунту для різних сільськогосподарських культур на врожайність. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 78. С. 21–27.

2. Новошацький М., Негуляєва Н., Бондаренко О., Гусар І. Експертиза систем різноглибинного основного обробітку ґрунту під час вирощування зернових культур. *Техніка і технологія АПК*. 2017. № 2. С. 33–37.

3. Горбатенко А.І., Горобець А.Г., Цилюрник О.І. Вплив способів основного обробітку чистого пару на агрофізичний стан ґрунту і урожайність озимої пшениці. *Бюл. Ін-ту зернового господарства*. 2010. № 38. С. 40–45.

4. Круть В.М., Танчик С.П. До питання застосування безполіцевого обробітку ґрунту під зернові культури. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. Київ, 2002. Вип. 47. С. 13–18.

5. Цюк О.А., Центило Л.В., Мельник В.І. Зміни агрофізичних властивостей чорнозему

типового під впливом застосування добрив і обробітку ґрунту. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2021. № 5 (93). doi: 10.31548/dopovid2021.05.007

6. Примак І.Д., Боканча А.П. Зміна агрофізичних властивостей ґрунту і продуктивності плодозмінної сівозміни залежно від систем основного обробітку в центральному Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 65. Херсон: Айлант, 2009. С. 37–46.

7. Євтушенко Т.В., Тонха О.Л., Піковська О.В. Агрофізичні показники чорнозему типового залежно від удобрення та обробітку. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія Агрономія. 2018. № 286. С. 188–196.

8. Заяць П.С. Вплив способів основного обробітку на щільність складення сірого лісового ґрунту в ланці зерно-просапної сівозміни. *Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. Київ: Едельвейс, 2018. Вип. 4. С. 11–20.

9. *Примак І.Д., Панченко О.Б.* Вплив механічного обробітку ґрунту та удобрення у спеціалізованій зернопросапній сівозміні Центрального Лісостепу України на агрофізичні властивості чорнозему типового. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2015. № 6. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_6_11
10. *Павліченко А.А.* Урожайність пшениці озимої залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення. *Наукові доповіді НУБІП України*. 2018. № 4 (74). doi: 10.31548/dopovidi2018.04.009
11. Система ведення сільськогосподарського виробництва в господарствах Рівненської області. Рівненська державна сільськогосподарська дослідна станція. *Центр наукового забезпечення АПВ Рівненської області*. 2004. 163 с.
12. *Ображій С.В.* Урожайність культур за різних систем основного обробітку ґрунту та рівнів удобрення в зернопросапній сівозміні центрального Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 3. С. 131–142.
13. *Манько Ю.П., Кобзиста Ю.П.* Ефективність контролю забур'яненості. *Карантин і захист рослин*. 2009. № 2. С. 21–23.
14. *Бомба М.Я., Бомба М.І.* Бур'яни в агрофітоценозах та екологізація заходів щодо контролювання їх чисельності. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 1. С. 16–20.
15. *Лебідь Е.М., Цилюрик О.І., Горобець А.І.* та ін. Родючість ґрунту та врожайність польових культур за різних систем обробітку та удобрення в сівозміні. *Вісник ДДАУ*. 2013. № 2 (32). С. 26–31.
16. *Новохацький М.П., Сердюченко Н.М., Бондаренко О.А.* Ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату. *Техніко-технологічні системи розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*: зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л.В. Погорілого. 2019. Вип. 24. С. 278–287.
17. *Шикула М.К., Баласв А.Д., Капштик М.В.* та ін. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві. Київ: Оранта, 1998. 640 с.
18. *Малієнко А.М., Борис Н.С.* Вплив методів основних обробіток та побічної продукції попередника на щільність складення ґрунту в сівозміні. Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. Умань: УНУС, 2016. Вип. 89. Ч. 1. С. 113–125.
19. *Polovyi V., Snitynskyi V., Hnativ P.* et al. Agroecological efficiency of a crop fertilization system with the use of phytomass residues in the western forest steppe of Ukraine. *J. of Elementology*. 2021. № 26(2). P. 433–445.
20. *Іванюк Г.* Біопродуктивність ґрунтів: навч. посіб. для студентів. вищ. навч. закл. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. 350 с.
21. *Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П.* та ін. Методика випробування і застосування пестицидів. Київ: Світ, 2001. 448 с.
22. *Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.В., Костозриз П.В.* Основи наукових досліджень в агрономії; за ред. В.О. Єщенка. Вінниця, 2014. 332 с.
23. *Вожегова Р.А., Малярчук А.С., Котельніков Д.І., Резніченко Н.Д.* Забур'яненість пшениці озимої за мінімізованої та нульової систем основного обробітку ґрунту, удобрення та сидерації. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 5–9.
24. *Omara P., Lawrence A., Elizabeth M.E.*, et al. Influence of *no-tillage* on soil organic carbon, total soil nitrogen, and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grain yield. *International journal of agronomy*. 2019. V. Article ID 9632969. <http://downloads.hindawi.com/journals/ija/2019/96329.69.pdf>.
25. *Devita P., Di Paolo E., Fecondo G.* et al. *No-tillage* and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. *Soil and Tillage Research*. 2007. V. 92, № 1–2. P. 69–78.
26. *Крисько Ю.Ф., Уюк О.А.* Основний обробіток ґрунту. Протибур'янова ефективність різних систем у сівозміні. *Захист рослин*. 1998. № 5. С. 23.