

АГРОНОМІЯ

УДК 631.582:631.86/.87:631.95

**Біологізація систем удобрення зернопросапної сівозміни
у Правобережному Лісостепу України****Примак І.Д.** , **Войтовик М.В.** , **Устинова Г.Л.** ,
Образій С.В. , **Панченко О.Б.** *Білоцерківський національний аграрний університет*Устинова Г.Л. E-mail: ustinovaGL@ukr.net

Примак І.Д., Войтовик М.В., Устинова Г.Л.,
Образій С.В., Панченко О.Б. Біологізація
систем удобрення зернопросапної
сівозміни у Правобережному Лісосте-
пу України. «Агробіологія», 2025. № 1.
С. 130–140.

Prymak I., Voitovyk M., Ustynova H.,
Obrazhii S., Panchenko O. Biologization
of fertilization systems of grain-row crop
rotation in the Right-Bank Forest-Steppe
of Ukraine. «Agrobiology», 2025. no. 1,
pp. 130–140.

Рукопис отримано: 31.03.2025 р.

Прийнято: 15.04.2025 р.

Затверджено до друку: 22.05.2025 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2025-195-1-130-140

У трирічних (2021–2023) дослідженнях в стаціонарній зернопросапній п'ятипільній сівозміні на дослідному полі Білоцерківського НАУ, на неудобрених ділянках, удобрених 6 т/га гною + $N_{54}P_{48}K_{48}$, 6 т/га гною + $N_{92}P_{66}K_{90}$ і 6 т/га гною + $N_{120}P_{92}K_{110}$ суха маса рослинних решток становила відповідно 4,20; 5,90; 6,89 і 7,47 т (з яких частка кореневих 73–76 %), баланс гумусу додатний (відповідно 337; 626; 554 і 604 кг/га), вихід основної продукції – 2,05; 3,45; 4,32 і 4,71 т/га сухої речовини, побічної – 2,50; 4,35; 5,58 і 6,20 т/га сухої речовини, продуктивність сівозміни (основна + побічна продукція) – 4,55; 7,80; 9,90 і 10,91 т/га сухої речовини.

Маса рослинних решток основних культур сівозміни перевищує масу урожаю товарної продукції або близька до неї.

За збільшення норм добрив підвищується частка нетоварної продукції в загальному урожаї основних культур сівозміни, а приріст товарної продукції вищий, ніж рослинних решток.

За відчуження з полів сівозміни побічної продукції або ж за відсутності посівів післяжнивної гірчиці білої на зелене добриво баланс гумусу в чорноземі типовому середньосуглинковому від'ємний. Навіть одного поля сидеральної культури було б достатньо для отримання додатного балансу, але за умови використання всієї нетоварної продукції як органічного добрива.

Найбільш дефіцитний баланс гумусу під соняшником, де щорічні втрати його коливались від 1,3 до 3,2 т/га. Загалом по сівозміні на удобрених варіантах орієнтовно по 30 % новоутвореного гумусу надходить до ґрунту завдяки гуміфікації рослинних решток, побічної продукції культур і зеленого добрива, а решта (7–9 %) – гною.

За використання післяжнивного зеленого добрива у двох полях п'ятипільної сівозміни, побічної продукції рільництва як органічного добрива на неудобрених мінеральними добривами і гною ділянках стаціонарного досліді – забезпечується стан біологічного землеробства; на удобрених $N_{54}P_{48}K_{48}$ + 6 т/га гною і $N_{92}P_{66}K_{90}$ + 6 т/га гною – стан екологічного землеробства; на удобрених $N_{120}P_{92}K_{110}$ + 6 т/га гною відбувається біологізація землеробської галузі.

Ключові слова: ґрунт, сівозміна, система удобрення, рослинні рештки, баланс гумусу, нетоварна продукція, урожай, екологізація.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій. Управління відтворенням ґрунтової родючості здійснюють за допомогою змін інтенсивності мінералізації і гуміфікації органічної речовини, нагромадження і випаровування вологи, ущільнення і розпушення ґрунту, теплового режиму ґрунту, активності ґрунтової біоти, трансформації мінеральних хімічних сполук речовин і нагромадження рухомих форм поживних елементів, кислотно-лужної рівноваги тощо [1].

Основою родючості та енергетичним ресурсом ґрунту є органічна речовина, середній склад якої включає 85 % гумусу, 10 % рослинних решток і близько 5 % флори і фауни. Вона містить 95–98 % валового азоту, 80–90 – сірки 40–60 % – фосфору. На утворення гумусу витрачається до 2–3 % рослинних решток, а решта мінералізується ґрунтовою мікробіотою до вуглекислого газу, води, аміаку і різних солей [2].

Площа чорноземних ґрунтів в Україні – 27,8 млн га, що становить понад 60 % ріллі. За цим показником держава посідає четверте місце у світі, маючи у власності 13–14 % європейських і 6–8 % світових запасів. Дегуміфікація їх призводить до щорічних втрат понад однієї тонни гумусу. Це за умови що кожен гектар ріллі отримує щорічно тонну гною з середнім вмістом гумусу 50 кг. У Київській області абсолютне і відносне зменшення гумусу за 1961–2015 рр. перевищило відповідно 0,5 і 15 % [2, 3].

В Україні впродовж 35 останніх років незбалансована дефіцитна система землеробства в поєднанні з екологічно і економічно необґрунтованим співвідношенням земельних угідь призвели до дегуміфікації чорноземів і трансформації їх у ґрунти середнього рівня родючості. Середньозважений вміст гумусу у ґрунтах Полісся, Лісостепу і Степу України на сьогодні становить відповідно 2,24; 3,19 і 3,40 %. За 133 роки (1882–2015) ґрунти Лісостепу втратили 1,3 % вихідного вмісту гумусу [3, 4].

На сьогодні потенціал родючості вітчизняних ґрунтів реалізується на 60–70 % внаслідок деградаційних процесів і дефіциту вологи. Площа деградованих ґрунтів становить майже 10–12 млн га (понад 25 % земель сільськогосподарського призначення).

Згідно з біосферною парадигмою природокористування, родючість ґрунту визначається не лише виробничою, а також соціально-економічною та екологічною функціями. Усвідомлення незворотності настання негативних наслідків дегуміфікації ґрунтів для

навколишнього середовища і суспільства, повільної і важкої відтворюваності або ж навіть невідтворюваності природних ресурсів внаслідок діяльності людини спонукали вітчизняного рільника активізувати використання нетоварної рослинницької продукції на добриво, мульчування полів, вирощування сидератів і бобових культур, багаторічних трав тощо [5].

Координаційна рада з питань боротьби з деградацією земель та опустелюванням при Міністерстві захисту довкілля та природних ресурсів України, створена Постановою Кабінету Міністрів України у 2017 р., на першому засіданні в травні 2018 р. вказала на три основні національні добровільні завдання для досягнення нейтрального рівня деградаційних процесів. Зокрема, першим завданням є підвищення вмісту органічного вуглецю (гумусу) в ґрунтах сільськогосподарських угідь до 2030 р. не менше ніж на 0,1 % [6].

Затверджений Кабінетом Міністрів України Національний план дій щодо боротьби з деградацією земель і опустелюванням потребує, зокрема, розроблення та впровадження комплексу заходів з оптимізації структури землекористування; екологічно збалансованих систем сівозмін; удобрення, обробітку; зменшення непродуктивних втрат органічного вуглецю ґрунту [6, 7].

На чорноземі типовому малогумусному важкосуглинковому Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М.І. Вавілова за внесення лише мінеральних добрив баланс гумусу від'ємний, за використання побічної продукції рільництва як добрива – він додатний. У різноротаційних сівозмінах розширене відтворення ґрунтового гумусу спостерігалось за внесення на гектар ріллі 10 т гною + $N_{53}P_{60}K_{60}$ і всієї побічної продукції культур з компенсаційною дозою мінерального азоту (N_{10}) [8].

У короткоротаційних сівозмінах північного Степу України систематичне застосування усієї нетоварної продукції культур на удобрення чорнозему звичайного важкосуглинкового забезпечило бездефіцитний баланс гумусу навіть без використання мінеральних добрив. За їх поєднання вміст гумусу підвищився [9].

У 35-річних дослідках Кіровоградського інституту агропромислового виробництва внесення на гектар ріллі 10 т гною + $N_{51}P_{50}K_{44}$ і 7 т гною + 1,1 т соломи + $N_{41}P_{46}K_{40}$ відповідно в інтенсивній (з полем чистого пару) і альтернативній десятипільних сівозмінах виявилось недостатнім для забезпечення

бездефіцитного балансу гумусу в орному шарі чорнозему типового. За використання соломи на добриво інтенсивність мінералізації органічної речовини ґрунту зменшується в 1,5–2,0 рази [10].

Додатний баланс гумусу в орному шарі чорнозему типового глибокого середньосуглинкового упродовж 2011–2018 рр. спостерігався за внесення на гектар ріллі польової зернотрав'янопросапної десятипільної сівозміни 9 т сухої речовини органічних добрив, зокрема 4,5 т гноєкомпостів, 3,5 т соломи злакових культур і стебел кукурудзи та соняшнику, 1,0 т сидератів [11].

На чорноземі типовому малогумусному Черкаської сільськогосподарської дослідної станції за використання побічної продукції рільництва як органічного добрива баланс органічного вуглецю додатний в семи-десятипільних сівозмінах, а в короткоротаційних (три-п'ятипільних) – менш профіцитний. Заробка всієї подрібненої рільничої нетоварної продукції у поверхневий шар чорнозему типового з азотною компенсацією мінеральними туками і систематичним безполіцевим обробітком в короткоротаційних сівозмінах моделює природний азотно-вуглецевий колообіг [12].

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України рекомендує вносити на кожному гектарі чорнозему типового в Лісостепу 9 т гною + $N_{50}P_{66}K_{66}$ і 7,5 т гною + $N_{26}P_{41}K_{33}$ за ГТК відповідно 1,3 і 0,9–1,0 або ж лише мінеральні туки в поєднанні з всією нетоварною продукцією рільництва. Стабілізація гумусу в орному і підорному шарах чорнозему типового вилугуваного спостерігалася за 12 т/га гною + $N_{46}P_{51}K_{59}$ [13, 14]. За відсутності тваринництва господарствам підзони нестійкого зволоження Лісостепу наукова установа пропонує використовувати оптимальні норми мінеральних добрив і всю нетоварну продукцію сівозмін для заробки в ґрунт. У типовій польовій зернопросапній десятипільній сівозміні (40 % просапних і 10 % бобових) щорічні втрати гумусу становили 0,21 і 0,12 т за внесення на гектар ріллі відповідно 9 т гною + $N_{50}P_{66}K_{66}$ і всієї нетоварної продукції + $N_{50}P_{66}K_{66}$. Використання у плодозмінній сівозміні побічної продукції на добриво і мінеральних добрив ($N_{43-50}P_{43}K_{43-50}$) забезпечило додатний баланс гумусу [15].

Встановлена статистична залежність втрат гумусу від надходження у ґрунт біомаси рослин. Агromеторологічні умови, продуктивність та співвідношення основної до побічної продукції культур і маса її

надходження до чорнозему типового Східного Лісостепу України надають можливість компенсувати втрати ґрунтового гумусу на 77–84 % [16].

За екологічної моделі землеробства ресурсним забезпеченням розширеного відтворення гумусу чорнозему типового середньосуглинкового в типовій польовій десятипільній зернопросапній сівозміні Лісостепу України слугує щорічне внесення 18 т/га органічних (12 т гною + 6 т побічної продукції рільництва та зеленої маси сидератів) і $N_{46}P_{49}K_{55}$ мінеральних туків [17].

На неудобреному чорноземі опідзоленому важкосуглинковому щорічні втрати його сягали 0,88 т/га. Внесення курячого посліду, компостів (солома пшениці + послід і luppinня соняшнику + послід) забезпечили додатний баланс гумусу на рівні 0,10 т/га і вище [18].

Завдяки використанню побічної продукції п'ятипільних сівозмін на добриво баланс гумусу на чорноземі південному важкосуглинковому додатний в досліді Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції. Цей показник становив у другій сівозміні 11 т/га (сидеральний пар під викою озимою), третій – 7,7 т/га (сидеральний пар під горохом з гірчицею), четвертий – 1,0 т/га (замість сидерального зайнятий пар під горохом на зерно) [19].

Завдяки біологізації рільництва в ТОВ «Агрофірма «Колос» Білоцерківського району Київської області вміст гумусу в чорноземі типовому підвищився за 10 років на 1,11 % [20], хоча, як наголошують науковці, для зростання цього показника в Україні лише на 0,1 % необхідно не менше 15–20 років [21].

Вітчизняні науковці для поліпшення гумусового балансу пропонують також використовувати мул і донні відкладення. На сьогодні в Україні налічується понад 40 тис. ставків, з яких пропонується щороку вилучати 30–35 млн т доданих відкладень, які за вмістом основних елементів удобрення не поступаються органічним добривам, а подекуди й переважають їх. Потенційний еколого-економічний ефект такого заходу в Україні оцінюють в 22–26 млрд грн [22].

Взірцем турботи українського хлібороба про забезпечення ґрунту органічною речовиною і біологічним азотом є майже півстолітні наукові і виробничі здобутки ПП «Агроекологія» (колишній «Обрій») Миргородського (колишнього Шишацького) району Полтавської області. Тут додатний баланс гумусу забезпечують багаторічні бобові трави (27–30 %

у структурі посівних площ), однорічні бобові і сидеральні культури, гній (поголов'я ВРХ нараховує 6 тис. голів), нетоварна частка врожаю. На кожен гектар вносять 24–25 т органічних добрив [23].

Мета дослідження – порівняти чотири системи удобрення за масою надходження до ґрунту органічної речовини, балансом гумусу, продуктивністю та рівнем екологізації зернопросапної сівозміни. Запропонувати виробництву один із кращих варіантів, що забезпечує отримання з гектара ріллі 4 т сухої речовини, 6 т кормових одиниць, 0,53 т перетравного протеїну основної продукції сільськогосподарських рослин.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження виконані на чорноземі типовому середньосуглинковому дослідного поля Білоцерківського НАУ впродовж 2021–2023 рр. у стаціонарній польовій короткоротаційній сівозміні.

Програмою досліджень передбачалося вивчення чотирьох систем (рівнів) удобрення агрофітоценозів сівозміни (табл. 1). На гектар ріллі за нульової системи добрив не вносили, за першої – 6 т гною + $N_{54}P_{48}K_{48}$, другої – 6 т гною + $N_{92}P_{66}K_{90}$, третьої – 6 т гною + $N_{120}P_{92}K_{110}$.

У досліді триразова повторність; в один ярус суцільне і послідовне розміщення варіантів і повторень. Посівна та облікова площі ділянок відповідно становлять 684 і 504 м².

Основний обробіток під культури сівозміни наступний: кукурудзу і соняшник – оранка плугом ПЛН-3-35 на 25–27 см; пшеницю озиму – дискування бороною БДВ-3,0 на 6–8 см, решту культур – 10–12 см. Як органічні добрива вносили напівперепрілий гній ВРХ, зелену масу гірчиці білої і нетоварну продукцію врожаю; мінеральних – аміачну селітру, простий гранульований суперфосфат і калійну сіль.

В основу визначення гумусового балансу покладений баланс азоту в ґрунті [24]. Спочатку визначали винос азоту врожаєм культур сівозміни, приймаючи його за 100 %. 60 % виносу становить азот гумусу, решта (40 %) – азот добрив (мінеральних і органічних), атмосферних опадів, рослинних решток, фіксований з атмосферного повітря ґрунтовою мікробіотою. Вміст азоту в гумусі брали за 5 %, а коефіцієнт його використання культурами з ґрунту за 70 %. До розрахунків виносу азоту врожаєм застосовані наступні поправочні коефіцієнти: стосовно гранулометричного складу – 0,8, просапних культур – 1,8, гірчиці білої – 1,0, решти – 1,2. Азотофіксація буль-

бочковими бактеріями – 50 % виносу азоту врожаєм сої. Коефіцієнт гуміфікації рослинних решток і гною – за Г.Я. Чесняком [24], побічної продукції всіх зернових і соняшнику – 0,20, сидерального добрива – 0,15; екологізації – за методикою НУБіП України [5, 17], а маса рослинних решток – за Н.З. Станковим [25].

Результати досліджень та обговорення.

В основних культур сівозміни маса рослинних решток перевищує або близька до маси врожаю товарної продукції (табл. 1). Особливо виразно це спостерігається у соняшнику, де маса рослинних решток більша маси насіння за нульової, першої, другої і третьої систем удобрення відповідно в 2,18; 1,87; 1,73 і 1,71 рази, що і є однією з причин більш високої конкурентоспроможності його щодо бур'янів, ніж кукурудзи [26].

Загалом по сівозміні на гектар ріллі отримано за вказаних вище систем удобрення відповідно 2,05; 3,45; 4,32 і 4,71 т сухої речовини товарної продукції основних культур сівозміни ($НІР_{0,05} = 0,43$ т); 2,81; 4,74; 5,95 і 6,48 т/га кормових одиниць та 0,281; 0,474; 0,595 і 0,648 т/га перетравного протеїну. Суха маса рослинних решток становить всього 4,20; 5,90; 6,89 і 7,47 т ($НІР_{0,05} = 0,56$ т), зокрема кореневих – 3,08; 4,44; 5,21 і 5,70 т ($НІР_{0,05} = 0,52$ т), післязбиральних – 1,12; 1,46; 1,68 і 1,77 т ($НІР_{0,05} = 0,15$ т). За нульової, першої, другої і третьої систем удобрення суха маса кореневих решток переважала суху масу товарної продукції основних культур сівозміни відповідно в 1,50; 1,29; 1,21 і 1,21 рази, а частка їх становила 73,3; 75,3; 75,6 і 76,3 % всіх рослинних решток.

Підвищення норм добрив супроводжувалося зростанням частки побічної продукції в загальному урожаї основних культур сівозміни. Вихід її вищий, ніж основної продукції, відповідно в 1,40; 1,43; 1,48 і 1,50 рази у сої, 1,21; 1,22; 1,24 і 1,25 – пшениці озимої, 1,37; 1,43; 1,48 і 1,51 – кукурудзи, 1,11; 1,23; 1,26 і 1,28 – ячменю ярого, 1,54; 1,58; 1,62 і 1,68 рази – в соняшнику. Загалом по сівозміні вихід сухої речовини нетоварної продукції основних культур становив відповідно 2,50; 4,35; 5,58 і 6,20 т/га ($НІР_{0,05} = 0,68$ т/га), що в 1,22; 1,26; 1,29 і 1,32 рази вище товарної частини врожаю.

Суша маса основної і побічної продукції основних культур сівозміни з одного гектара ріллі – 4,55; 7,80; 9,90 і 10,90 т, а з урахуванням гірчиці білої на зелене добриво – 5,49; 9,23; 11,60 і 12,72 т, що відповідно в 1,31; 1,56; 1,68 і 1,70 рази більше маси рослинних решток.

Таблиця 1 – Продуктивність і суха маса рослинних решток культур за різних систем удобрення сівозміни, т/га

№ поля	Культура сівозміни	Система удобрення		Урожайність основної продукції	Вихід нетоварної продукції	Суха маса рослинних решток		
		гній	NPK			кореневих	післязби- ральних	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Соя	0	-	1,91	2,68	1,61	1,07	2,68
		1	N ₃₀	2,59	3,70	1,91	1,22	3,13
		2	N ₄₀ P ₃₀ K ₃₀	3,01	4,44	2,03	1,30	3,33
		3	N ₅₀ P ₃₀ K ₅₀	3,21	4,81	2,13	1,35	3,48
НІР _{0,05}				0,28	0,46	0,20	0,08	-
2	Пшениця озима	0	-	2,75	3,32	2,05	1,53	3,63
		1	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,76	5,82	2,94	1,95	4,89
		2	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	6,14	7,60	3,71	2,27	5,98
		3	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	6,64	8,30	4,12	2,32	6,44
НІР _{0,05}				0,46	0,74	0,32	0,17	-
2	Гірчиця біла на сидерат	0	-	11,02	-	2,32	-	2,32
		1	N ₅₀ P ₆₆ K ₆₆	16,83	-	3,25	-	3,25
		2	N ₅₀ P ₆₆ K ₆₆	19,85	-	3,68	-	3,68
		3	N ₅₀ P ₆₆ K ₆₆	21,21	-	3,96	-	3,96
НІР _{0,05}				0,93	-	0,35	-	-
3	Кукурудза	0	-	3,36	4,60	2,79	0,71	3,50
		1	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,85	8,39	4,33	1,04	5,37
		2	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	7,53	11,13	5,14	1,21	6,35
		3	N ₁₁₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	8,24	12,44	5,77	1,33	7,10
НІР _{0,05}				0,84	1,12	0,46	0,07	-
4	Ячмінь ярий	0	-	2,46	2,73	1,84	1,25	3,09
		1	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4,33	5,31	2,81	1,71	4,52
		2	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	5,29	6,66	3,33	2,06	5,39
		3	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	5,80	7,42	3,62	2,19	5,81
НІР _{0,05}				0,47	0,80	0,31	0,21	-
4	Гірчиця біла на сидерат	0	-	12,21	-	2,55	-	2,55
		1	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	18,44	-	3,56	-	3,56
		2	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	21,86	-	4,18	-	4,18
		3	N ₈₀ P ₆₀ K ₈₀	23,37	-	4,50	-	4,50
НІР _{0,05}				1,12	-	0,39	-	-
5	Соняшник	0	-	1,51	2,32	2,25	1,05	3,30
		1	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,54	4,02	3,39	1,37	4,76
		2	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,19	5,17	3,97	1,56	5,53
		3	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	3,52	5,92	4,39	1,64	6,03
НІР _{0,05}				0,40	0,56	0,43	0,14	-

За зростання норм добрив темпи приросту товарної продукції вищі, ніж рослинних решток. Зокрема, за першого, другого і третього рівнів (норм) внесення добрив, порівняно з неудобреними ділянками, приріст товарної продукції становив відповідно 136, 158 і 168 %; кореневих решток – 119, 126 і 132 %; післязбиральних – 114, 121 і 126 % у сої; 173, 223 і 242; 143, 181 і 201; 128, 148 і 152 – пшениці озимої, 174, 224 і 245; 155, 184 і 207; 147, 170 і 187 – кукурудзи, 176, 215 і 236; 153, 181 і 197; 137, 165 і 175 – ячменю ярого, 168, 211 і 233 %; 151, 176 і 195 %; 130, 149 і 156 % – у сояшнику. Аналогічна закономірність спостерігається і у гірчиці білої: приріст зеленої маси становив 153, 180 і 193 % за озимого та 151, 179 і 191 % – ярого попередників, а кореневих решток – відповідно 140, 159 і 171 та 140, 164 і 177 %.

Баланс гумусу в ґрунті додатний лише під гірчицею білою на сидерат, ячменем ярим та на неудобрених ділянках сої. Найбільш напруженим він виявився під агрофітоценозом олійної культури, значно менш від’ємним – під кукурудзою (табл. 2).

За нульової, першої, другої і третьої систем удобрення на гектар ріллі надійшло гумусу відповідно 783, 1091, 1274 і 1380 кг з рослинними рештками, 697, 1058, 1251 і 1338 кг із зеленою масою гірчиці білої, 626, 1090, 1400 і 1556 кг з побічною продукцією, 324 кг з гноєм (на удобрених варіантах), а всього – 2106, 3563, 4249 і 4598 кг. За щорічної мінералізації гумусу по досліджуваних варіантах удобрення 1933, 3214, 4023 і 4385 кг/га його баланс по сівоzmіні додатний: 173, 349, 226 і 212 кг/га. Отже, за відчуження з полів сівоzmіні нетоварної продукції рільництва або ж відсутності вирощування зеленого добрива капустиної культури баланс гумусу буде неминуче від’ємним. У нашому досліді ці два джерела надходження гумусу майже рівноцінні, але за частки післязбиральної гірчиці білої в сівоzmіні 40 %.

Слід зазначити, навіть одне поле проміжного капустиного сидерату в сівоzmіні забезпечить додатний баланс гумусу, однак за використання нетоварної продукції рільництва як органічного добрива.

Це вкотре переконує в необхідності застосовування післязбиральних культур на зелене добриво, зокрема капустиних, в інтенсивних зернопросапних, просапних, плодозмінних, а тим більше зернопарових, зернопаропросапних, паропросапних універсальних і спеціалізованих сівоzmінах [27, 28].

Частка гумусу, що надійшла до ґрунту загалом по сівоzmіні завдяки гуміфікації рослинних решток, сидератів, нетоварної продукції і гною, становила відповідно 37,1; 33,2; 29,0 і 0 % за нульової системи удобрення, 30,6; 29,7; 30,6 і 9,1 – першої, 30,0; 29,5; 32,9 і 7,6 – другої, 30,0; 29,1; 33,8 і 7,1 % – за третьої системи удобрення.

В агрофітоценозах сої, пшениці озимої, сояшнику і ячменю ярого за збільшення норм добрив підвищується частка новоутвореного гумусу з нетоварної продукції і зменшується з рослинних решток. За нульового, першого, другого і третього рівнів удобрення цей показник для рослинних решток становив відповідно 53,5; 49,3; 46,3 і 45,4 % у сої, 52,2; 45,2; 44,0 і 43,7 – пшениці озимої, 49,9; 45,3; 42,8 і 41,6 – сояшнику, 55,5; 48,3; 47,1 і 46,3 % в ячменю ярого. У капустиної рослини за обох попередників він практично на одному рівні – 16–17 %, решту приросту гумусу (83–84 %) забезпечує зелена маса.

У кукурудзи частка новоутвореного гумусу з рослинних решток, нетоварної продукції і гною становила відповідно 43,2; 56,8 і 0 % на неудобрених варіантах, 24,6; 38,4 і 37,0 – удобрених першою нормою добрив, 24,8; 43,5 і 31,7 – другою, 25,7; 45,0 і 29,3 % – удобрених третьою нормою добрив. Отже, на удобрених варіантах частка гумусу з рослинних решток кукурудзи помітно не змінюється (25–26 %), а на неудобрених зростає до 43 %.

На удобрених ділянках загалом по сівоzmіні орієнтовно по 30 % новоутвореного гумусу надходить до ґрунту завдяки гуміфікації рослинних решток нетоварної продукції культур, зеленої маси сидератів, а решта (7–9 %) – гною.

Одним із напрямів екологізації землеробства є комплекс заходів щодо забезпечення оптимального співвідношення органічних і мінеральних добрив. Воно передбачає внесення на кожну тонну органічних добрив до 15 кг діючої речовини мінеральних [5, 17].

На гектар ріллі надійшла така маса органічної речовини: на неудобрених ділянках – 11,3 т (4,2 т решток, 4,6 – сидератів і 2,5 т побічної продукції), за першої системи удобрення – 23,3 т (6 т гною, 5,90 – решток, 7,04 – сидератів і 4,35 – побічної продукції), другої – 26,8 т (6 – гною, 6,89 – решток, 8,33 – сидератів і 5,58 – побічної продукції), за третьої системи удобрення – 28,6 т (6 – гною, 7,47 – решток, 8,90 – сидератів і 6,20 – побічної продукції).

Таблиця 2 – Складові балансу гумусу в орному шарі за різних систем удобрення, кг/га

№ поля	Культура сівозміни	Система удобрення	Винос азоту				Спожито ґрунтово-го азоту	Мінералізовано гумусу	Утворилося гумусу				Баланс гумусу за використання нетоварної продукції на добриво
			з урахуванням гранулометричного складу ґрунту	з урахуванням гранулометричного складу ґрунту	з урахуванням гранулометричного складу ґрунту	з урахуванням гранулометричного складу ґрунту			рослинних решток	зеленої маси	нетоварної продукції	гною	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Горих	0	136	65	39	56	1120	616	-	536	-	1152	+32
		1	184	88	53	76	1520	720	-	740	-	1460	-60
		2	214	103	62	88	1760	766	-	888	-	1654	-106
		3	228	109	66	94	1875	800	-	962	-	1762	-113
2	Пшениця озима	0	96	92	55	79	1584	726	-	664	-	1390	-194
		1	167	160	96	137	2742	978	-	1164	-	2142	-600
		2	215	206	123	177	3536	1196	-	1520	-	2716	-820
		3	232	223	134	191	3825	1288	-	1660	-	2948	-877
	Гірчича біла на сидерат	0	31	25	15	21	423	348	1653	-	-	2001	+1578
		1	47	38	23	32	646	488	2524	-	-	3012	+2366
		2	56	44	27	38	762	552	2978	-	-	3530	+2768
		3	59	48	29	41	814	594	3182	-	-	3776	+2962
3	Кукурудза	0	114	165	99	141	2820	700	-	920	-	1620	-1200
		1	199	286	172	245	4909	1074	-	1678	1620	4372	-537
		2	256	369	221	316	6320	1270	-	2226	1620	5116	-1204
		3	280	403	242	346	6916	1420	-	2488	1620	5528	-1388
4	Ячміннь ярій	0	62	59	35	51	1012	680	-	546	-	1226	+214
		1	108	104	62	89	1781	994	-	1062	-	2056	+275
		2	132	127	76	109	2176	1186	-	1332	-	2518	+342
		3	145	139	84	119	2386	1278	-	1484	-	2762	+376
	Гірчича біла на сидерат	0	34	27	16	23	469	383	1832	-	-	2215	+1746
		1	52	41	25	35	708	534	2766	-	-	3300	+2592
		2	61	49	29	42	839	627	3279	-	-	3906	+3067
		3	65	52	31	45	897	675	3506	-	-	4181	+3284
5	Соняшник	0	91	130	78	112	2236	462	-	464	-	926	-1310
		1	152	219	132	188	3762	666	-	804	-	1470	-2292
		2	191	276	165	236	4724	774	-	1034	-	1808	-2916
		3	211	304	182	261	5213	844	-	1184	-	2028	-3185

Для перерахунку зеленого добрива і побічної продукції в підстилковий гній ВРХ використовували коефіцієнти відповідно 0,25 і 3,4 [2, 5, 17]. За нашими підрахунками, кожен гектар ріллі експериментальної сівозміни за нульової, першої, другої і третьої досліджуваних систем удобрення отримав відповідно 14,0; 28,5; 34,0 і 36,8 т умовного гною та 0, 150, 248 і 322 кг діючої речовини NPK мінеральних добрив. Індекс екологізації землеробства становив відповідно 0; 5,2; 7,3 і 8,8. Отже, нульова система удобрення забезпечує стан біологічного землеробства, перша і друга – екологічного землеробства, третя – біологізацію галузі.

Слід зазначити, що за внесення більше 15 кг діючої речовини NPK мінеральних туків на одну тонну органічних добрив у ґрунті уповільнюються процеси ґрунотворення і гуміфікації, а за перевищення цього значення понад 20 спостерігається навіть дегуміфікація. Причину цього явища вчені вбачають у диспергації гумусу одновалентними катіонами калію, амонію і натрію мінеральних добрив [17].

Висновки. 1. На неудобрених ділянках, удобрених 6 т/га гною + $N_{54}P_{48}K_{48}$, 6 т/га гною + $N_{92}P_{66}K_{90}$ і 6 т/га гною + $N_{120}P_{92}K_{110}$ суха маса рослинних решток становила відповідно 4,20; 5,90; 6,89 і 7,47 т (з яких частка кореневих 73–76 %), баланс гумусу додатний (відповідно 337; 626; 554 і 604 кг/га), вихід основної продукції – 2,05; 3,45; 4,32 і 4,71 т/га сухої речовини, побічної – 2,50; 4,35; 5,58 і 6,20 т/га сухої речовини, продуктивність сівозміни (основна + побічна продукція) – 4,55; 7,80; 9,90 і 10,91 т/га сухої речовини.

2. Маса рослинних решток основних культур сівозміни перевищує масу урожаю товарної продукції або близька до неї.

3. За збільшення норм добрив підвищується частка нетоварної продукції в загальному урожаї основних культур сівозміни, а приріст товарної продукції вищий, ніж рослинних решток.

4. За відчуження з полів сівозміни побічної продукції або ж за відсутності посівів післяжнивної гірчиці білої на зелене добриво баланс гумусу в чорноземі типовому середньосуглинковому від'ємний. Навіть одного поля сидеральної культури було б достатньо для отримання додатного балансу, однак за умови використання всієї нетоварної продукції як органічного добрива.

5. Найбільш дефіцитний баланс гумусу під соняшником, де щорічні втрати його коливались від 1,3 до 3,2 т/га. Загалом по сівозміні

на удобрених варіантах орієнтовно по 30 % новоутвореного гумусу надходить до ґрунту завдяки гуміфікації рослинних решток, побічної продукції культур і зеленого добрива, а решта (7–9 %) – гною.

6. За використання післяжнивного зеленого добрива у двох полях п'ятипольної сівозміни, побічної продукції рільництва як органічного добрива на неудобрених мінеральними добривами і гноем ділянках стаціонарного дослідження забезпечується стан біологічного землеробства; на удобрених $N_{54}P_{48}K_{48}$ + 6 т/га гною і $N_{92}P_{66}K_{90}$ + 6 т/га гною – стан екологічного землеробства; на удобрених $N_{120}P_{92}K_{110}$ + 6 т/га гною відбувається біологізація землеробської галузі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Наукові основи сучасних систем вітчизняного землеробства: навч. посібник / І.Д. Примак та ін. Вінниця: «ТВОРИ», 2022. 320 с.
2. Добрива в органічному землеробстві: історія, теорія, практика / І.Д. Примак та ін. Вінниця: «ТВОРИ», 2023. 262 с.
3. Кузін Н.В. Реабілітація деградованих і малопродуктивних земель сільськогосподарського призначення: монографія. Суми: ВВП «Мрія-1», 2016. С. 34–38, 45–47.
4. Яцук І.П., Моклячук Л.І. Екологічні індикатори зеленого зростання сільського господарства: монографія. Київ: ДІА, 2018. С. 156–164.
5. Еволюція систем землеробства в Україні: монографія / І.Д. Примак та ін. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. С. 433–453, 469–479.
6. Балюк С.А., Шимель В.В. Про стан та завдання управління органічним вуглецем ґрунту. Вісник аграрної науки. 2024. № 6. С. 5–13.
7. Балюк С.А., Медведєв В.В., Мірошніченко М.М. Концепція досягнення нейтрального рівня деградації земель (ґрунтів) в Україні. Харків, 2018. 32 с.
8. Гангур В.В. Агробіологічні основи формування сівозмін різної ротації в Лівобережному Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Чабани, 2019. 54 с.
9. Циліорик О.І. Наукове обґрунтування ефективності систем основного обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах північного Степу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2014. 41 с.
10. Черячукін М.І. Наукове обґрунтування та розроблення заходів основного обробітку ґрунту в зональних системах землеробства Правобережного Степу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2016. 51 с.
11. Центило Л.В. Агроекологічні основи відтворення родючості чорнозему типового та підвищення продуктивності агрофітоценозів Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2020. 41 с.

12. Сівозміни та родючість чорнозему Лівобережного Лісостепу: монографія / О.В. Демиденко та ін. Сміла, 2019. 310 с., 342 с.

13. Заришняк А.С., Цвей Я.П., Іваніна В.В. Оптимізація удобрення та родючості ґрунту в сівозмінах. Київ: Аграрна наука, 2015. С. 48–49, 185 с.

14. Цвей Я.П. Родючість ґрунтів і продуктивність сівозмін: монографія. Київ: ЦП «Компринт», 2014. С. 78–82, 331 с.

15. Іваніна В.В. Біологізація удобрення культур у сівозмінах: монографія. ЦП «Компринт», 2016. С. 60–85, 280–285.

16. Кудря С.І. Наукові основи формування сталих органічних агроєкосистем у Східному Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 03.00.16. Житомир, 2021. 52 с.

17. Танчик С.П., Цюк О.А., Центило Л.В. Наукові основи систем землеробства: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. С. 97–112, 250–264, 274 с.

18. Скрильник Є.В., Гетманенко В.А., Кутова А.М., Товстий Ю.М. Баланс гумусу в чорноземі опідзоленому важкосуглинковому під впливом курячого посліду і компостів на його основі. Вісник аграрної науки. 2022. № 3. С. 5–12.

19. Кривенко А.І. Агробіологічні основи технологій вирощування озимих зернових культур у Південному Степу України: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. С. 63–65, 106–108.

20. Багатченко В. Робимо все, щоб поліпшити родючість ґрунту. Зерно. 2024. № 3. С. 20–22.

21. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / М.В. Присяжнюк та ін. Київ, 2010. 112 с.

22. Скрильник Є. Ставка на ставки. Зерно. 2024. № 3. С. 48–51.

23. Писаренко В., Антоненко А., Лук'яненко Г., Писаренко П. Зняти капелюха ... перед дощовим черв'яком. Зерно. 2024. № 3. С. 36–40.

24. Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті / О.О. Бацула та ін. Київ: Урожай, 1987. С. 77–90, 103–106.

25. Основи наукових досліджень в агрономії / В.О. Єщенко та ін. Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К», 2014. 332 с.

26. Ткаліч Ю.І. Агротехнічні і біологічні заходи підвищення врожайності та контролювання забур'яненості кукурудзи, соняшнику, пшениці озимої в Північному Степу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2013. 42 с.

27. Продуктивність і удобрювальна цінність післяжнивної гірчиці білої на зелене добриво залежно від попередників, систем основного обробітку і удобрення / І.Д. Примак та ін. Агробіологія. 2021. № 2. С. 124–137.

28. Міщенко Ю.Г. Обґрунтування ефективності елементів органічного землеробства Лівобережного Лісостепу: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Дніпро, 2021. 44 с.

REFERENCES

1. Prymak, I.D., Martyniuk, I.V., Fedoruk, Yu.V., Yezerkovska, L.V., Khakhula, V.S., Kachan, L.M., Hornovska, S.V. (2022). Naukovi osnovy suchasnykh system vitchyznianoho zemlerobstva [Scientific foundations of modern domestic agricultural systems]. Vinnytsia, «TVORY», 320 p.

2. Prymak, I.D., Marchuk, I.U., Martyniuk, I.V., Yezerkovska, L.V., Kulyk, R.M. (2023). Dobryva v orhanichnomu zemlerobstvi: istoriia, teoriia, praktyka [Fertilizers in organic farming: history, theory, practice]. Vinnytsia, «TVORY», 262 p.

3. Kuzin, N.V. (2016). Reabilitatsiia dehradovanykh i maloproduktyvnykh zemel silskohospodarskoho pryznachennia: monohrafiia [Rehabilitation of degraded and low-productive agricultural lands]. Sumy, VVP «Mriia-1», pp. 34–38, pp. 45–47.

4. Yatsuk, I.P., Mokliachuk, L.I. (2018). Ekologichni indykatory zelenoho zrostannia silskoho hospodarstva: monohrafiia [Environmental indicators of green growth in agriculture]. Kyiv, DIA, pp. 156–164.

5. Prymak, I.D., Tsiuk, O.A., Martyniuk, I.V., Filipova, L.M., Livinov, D.V. (2022). Evoliutsiia system zemlerobstva v Ukraini: monohrafiia [Evolution of agricultural systems in Ukraine]. Vinnytsia, TOV «TVORY», pp. 433–453, pp. 469–479.

6. Baliuk, S.A., Shymel, V.V. (2024). Pro stan ta zavdannia upravlinnia orhanichnym vuhletsem gruntu [On the status and objectives of soil organic carbon management]. Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. no. 6, pp. 5–13.

7. Baliuka, S.A., Medvedieva, V.V., Myroshnychenko, M.M. (2018). Kontseptsiiia dosiahnennia neitralnoho rivnia dehradatsii zemel (gruntiv) v Ukraini [The concept of achieving a neutral level of land (soil) degradation in Ukraine]. Kharkiv, 32 p.

8. Hanhur, V.V. (2019). Agrobiologichni osnovy formuvannia sivozmin riznoi' rotatsii' v Livoberezhnomu Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys. ... d-ra s.-g. nauk: 06.01.01 [Agrobiological grounds of formation of different crop rotations in the Left Bank Forest Steppe of Ukraine: extended abstract of thesis for obtaining Doctor of Science in Agriculture scientific degree: 06.01.01]. Chabany, 54 p.

9. Tsyliuryk, O.I. (2014). Naukove obgruntuvannia efektyvnosti system osnovnoho obrobittu gruntu v korotkorotatsiinykh sivozminakh pivnichnoho Stepu Ukrainy avtoref. dys. ... d-ra s.-g. nauk: 06.01.01 [Scientific substantiation of the effectiveness of basic tillage systems in short-rotation crop rotations of the northern Steppe of Ukraine: extended abstract of thesis for obtaining Doctor of Science in Agriculture scientific degree: 06.01.01]. Dnipropetrovsk, 41 p.

10. Cheriachukin, M.I. (2016). Naukove obgruntuvannia ta rozroblennia zakhodiv osnovnoho obrobittu gruntu v zonalnykh systemakh zemlerobstva Pravoberezhnoho Stepu Ukrainy: avtoref. dys. ... d-ra s.-g. nauk: 06.01.01 [Scientific justification and development of measures for the main soil cultivation of the zonal farming system of the Right-Bank Steppe of Ukraine: extended abstract of thesis for obtaining

Doctor of Science in Agriculture scientific degree: 06.01.01]. Kyiv, 51 c.

11. Tsentylo, L.V. (2020). Ahroekologichni osnovy vidtvorennia rodiuchosti chornozemu typovoho ta pidvyshchennia produktyvnosti ahrofitotsenoziv Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys. ... d-ra s.-g. nauk: 06.01.01 [Agroecological foundations of restoring the fertility of typical black soil and increasing the productivity of agrophytocenoses of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine: extended abstract of thesis for obtaining Doctor of Science in Agriculture scientific degree: 06.01.01]. Kyiv, 41 p.

12. Demydenko, O.V., Boiko, P.I., Blashchuk, M.I., Shapoval, I.S., Kovalenko, N.P. (2019). Sivozminu ta rodjuchist' chornozemu Livoberezhnoho Lisostepu: monografija [Crop rotations and chernozem fertility of the Left-Bank ForestSteppe]. Smila, 310 p., 342 p.

13. Zarishnjak, A.S., Cvej, Ja.P., Ivanina, V.V. (2015). Optimizacija udobrennja ta rodjuchosti gruntu v sivozminah [Optimization of fertilizer and soil fertility in crop rotations]. Kyiv, Agricultural science, pp. 48–49, 185 p.

14. Tsvei, Ya.P. (2014). Rodjuchist' gruntiv i produktyvnist' sivozmin: monografija [Soil fertility and crop rotation productivity]. Kyiv, Komprint, pp. 78–87, 331 p.

15. Ivanina, V.V. (2016). Biologizacija udobrennja kul'tur u sivozminah: monografija [Biologization of crops fertilizers for crop rotations]. Kyiv, Komprint, pp. 63–82, pp. 282–283.

17. Tanchyk, S.P., Tsiuk, O.A., Tsentylo, L.V. (2015). Naukovi osnovy system zemlerobstva: monografija [Scientific grounds of farming systems]. Vinnytsia, Nilan-LTD, pp. 97–112, pp. 250–264, 274 p.

18. Skrylnyk, Y.V., Hetmanenko, V.A., Kutova, A.M., Tovsty, Yu.M. (2022). Balans humusu v chornozemi opidzolenomu vazhkosuhlynkovomu pid vplyvom kuriachoho poslidu i kompostiv na yoho osnovi [Humus balance of podzolized heavy loamy chernozem under chicken manure influence and composts based on it]. Visnyk ahraryoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. no. 3, pp. 5–12.

19. Kryvenko, A.I. (2018). Agrobiologichni osnovy tekhnologii vyroshchuvannia ozymykh zernovykh kul'tur u Pivdennomu Stepu Ukrainy: monografija [Agrobiological grounds of winter small-grain crops production technologies in Southern Steppe of Ukraine]. Vinnytsia, Nilan- LTD, pp. 106–108.

20. Bahatchenko, V. (2024). Robymo vse, shchob polipshyti rodiuchist' gruntu [We are doing everything to improve soil fertility]. Zerno [Grain]. no. 3, pp. 20–22.

21. Prysiazhniuk, M.V. (2010). Natsionalna dopovid pro stan rodiuchosti gruntiv Ukrainy [National report on the state of soil fertility in Ukraine]. Kyiv, 112 p.

21. Baliuk, S.A., Medvediev, V.V., Tarariko, O.H., Hrekov, V.O., Balaiev, A.D. (2010). Natsionalna dopovid pro stan rodiuchosti gruntiv Ukrainy [National report on the state of soil fertility in Ukraine]. Kyiv, Min APU, 112 p.

22. Skrylnyk, Ye. (2024). Stavka na stavky [A bet on bets]. Zerno [Grain]. no. 3, pp. 48–51.

23. Pysarenko, V., Antonets, A., Lukianenko, H., Pysarenko, P. (2024). Zniaty kapeliukha ... pered doshchovym cherviakom [Take your hat off... to the earthworm]. Zerno [Grain]. no. 3, pp. 36–40.

24. Batsula, O.O., Holovachov, Ye.A., Derevianko, R.H. (1987). Zabezpechennia bezdefitsytnoho balansu humusu v grunti [Ensuring a deficit-free balance of humus in the soil]. Kyiv, Harvest, pp. 77–90, pp. 103–106.

25. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Optyshko, V.P., Kostohryz, P.V. (2014). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Vinnytsia, PP «TD Edelveis i K», 332 p.

26. Tkalic, Yu.I. (2013). Ahrotekhnichni i biolohichni zakhody pidvyshchennia vrozhaivosti ta kontroliuvannia zaburianenosti kukurudzy, soniashnyku, pshenytsi ozymoi v Pivnichnomu Stepu Ukrainy: avtoref. dys. ... d-ra s.-g. nauk: 06.01.01 [Agrotechnical and biological measures to increase yield and control weeds in corn, sunflower, and winter wheat in the Northern Steppe of Ukraine: extended abstract of thesis for obtaining Doctor of Science in Agriculture scientific degree: 06.01.01]. Dnipropetrovsk, 42 p.

27. Prymak, I.D., Panchenko, O.B., Panchenko, I.A., Fedoruk, Yu.V., Obrazhii, S.V., Voitovyk, M.V., Prysiazhniuk, N.M. (2021). Produktyvnist i udobriuvalna tsinnist pisliazhnyvoi harchytsi biloi na zelene dobrovo zalezno vid poperednykiv, system osnovnoho obrobittu i udobrennia [Productivity and fertilizing value of post-harvest white mustard for green manure depending on predecessors, main cultivation systems and fertilization]. Ahrobiologiya [Agrobiology]. no. 2, pp. 124–137.

28. Mishchenko, Yu.H. (2021). Obgruntuvannia efektyvnosti elementiv orhanichnoho zemlerobstva Livoberezhnoho Lisostepu: avtoref. dys. ... d-ra s.-g. nauk: 06.01.01 [Substantiation of the effectiveness of elements of organic farming in the Left Bank Forest-Steppe: extended abstract of thesis for obtaining Doctor of Science in Agriculture scientific degree: 06.01.01]. Dnipro, 44 p.

Biologization of fertilization systems of grain-row crop rotation in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Prymak I., Voitovyk M., Ustynova H., Obrazhii S., Panchenko O.

In three-year (2021–2023) studies in stationary grain-rowed five-field crop rotation on the experimental field of Bila Tserkva National Agricultural University, on unfertilized plots fertilized with 6 t/h of manure + $N_{54}P_{48}K_{48}$, 6 t/ha of manure + $N_{92}P_{66}K_{90}$ and 6 t/h of manure + $N_{120}P_{92}K_{110}$, the dry mass of plant residues was 4.20; 5.90; 6.89 and 7.47 t, respectively (of which the share of roots is 73–76%), the humus balance is positive (337, 626, 554 and 604 kg/h, respectively), main product output is 2.05; 3.45; 4.32 and 4.71 t/h of dry matter, by-products –

2.50; 4.35; 5.58 and 6.20 t/h of dry matter, crop rotation productivity (main + byproducts) – 4.55; 7.80; 9.90 and 10.91 t/h of dry matter.

Plant residues mass of the main crops of the crop rotation exceeds the mass of the harvest weight of marketable products or close to it.

With an increase in fertilizer rates, the share of non-marketable products in the total yield of main crops of the crop rotation increases, and marketable products gain is higher than plant residues.

With the alienation of by-products from the fields of the crop rotation or in the absence of post-harvest white mustard sowings for green manure, the humus balance in typical medium-loamy black soil is negative. Even one field of sideral crops would be enough to obtain a positive balance, but provided that all non-marketable products are used as organic fertilizer.

The most deficient balance of humus under sunflower, where its annual losses ranged from 1.3 to 3.2 t/h. In general, in the crop rotation on fertilized variants, approximately 30 % of newly formed humus enters the soil due to humification of plant residues, crop by-products and green manure, and the rest (7–9 %) – manure.

When byproducts are removed from crop rotation fields or when there are no post-harvest white mustard crops for green manure, the humus balance in typical medium-loamy chernozem is negative. Even one field of green manure crops would be enough to obtain a positive balance, but with the use of all non-marketable products as organic fertilizer.

The most deficient balance of humus was observed under sunflower, where annual losses ranged from 1.3 to 3.2 t/ha. In general, in crop rotation on fertilized variants, approximately 30 % of humus re-enters the soil due to humification of plant residues, byproducts of crops and green manure, and the rest (7–9 %) – manure.

When using post-harvest green manure in two fields of a five-field crop rotation, byproducts of agriculture as organic fertilizer on the stationary experiment plots not fertilized with mineral fertilizers and manure, the state of biological agriculture is observed; on fertilized $N_{54}P_{48}K_{48} + 6$ t/ha of manure and $N_{92}P_{66}K_{90} + 6$ t/ha of manure – the state of ecological farming; on fertilized $N_{120}P_{92}K_{110} + 6$ t/h of manure, biologization of the agricultural sector occurs.

Key words: soil, crop rotation, fertilization system, crop residues, humus balance, non-market products, harvest, ecologization.



Copyright: Примак І.Д. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:

Примак І.Д.

Войтовик М.В.

Устинова Г.Л.

Образій С.В.

Панченко О.Б.

<https://orcid.org/0000-0002-0094-3469>

<https://orcid.org/0000-0002-8604-2193>

<https://orcid.org/0000-0002-3056-358X>

<https://orcid.org/0000-0002-30532-6655>

<https://orcid.org/0000-0001-8130-0811>

