



# Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.417.2

© 2016

*Г.А. Мазур,*  
академік НААН,  
доктор сільсько-  
господарських наук

*М.А. Ткаченко,*  
доктор сільсько-  
господарських наук

*В.М. Шкляр*  
Національний науковий  
центр «Інститут  
землеробства НААН»

## **ВПЛИВ ВАПНУВАННЯ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В СІВОЗМІНІ НА БАЛАНС ГУМУСУ В СІРОМУ ЛІСОВОМУ ҐРУНТІ**

**Мета.** Дослідити довготривалий вплив хімічної меліорації за різних систем удобрення на баланс гумусу в сірому лісовому ґрунті та його зв'язок з продуктивністю сівозміни. **Методи.** Польового та лабораторного експерименту, порівняльно-аналітичний, кореляційно-регресійний. **Результати.** Наведено результати довготривалого впливу вапнування за різних систем удобрення на баланс гумусу та продуктивність культур сівозміни, яка тісно пов'язана зі зміною гумусного стану сірого лісового ґрунту. **Висновки.** Установлено тісні кореляційні зв'язки розрахункового балансу гумусу з фактичною зміною вмісту загального гумусу в орному шарі сірого лісового ґрунту за різних систем удобрення та вапнування — 0,876 і з середньою продуктивністю культур сівозміни — 0,825 за детермінації відповідно 77 і 68,1%.

**Ключові слова:** баланс гумусу, сірий лісовий ґрунт, хімічна меліорація, система удобрення, продуктивність сівозміни, родючість.

Одержання високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських культур можливе лише за певного рівня гумусованості ґрунту і забезпечення в ньому бездефіцитного балансу органічної речовини, за рахунок якої підтримується інтенсивність потоку речовин та енергії в системі землеробства.

Для кожного типу ґрунту встановлено оптимальний уміст гумусу. Так, для дерново-підзолистих супіщаних він становить, за даними Г.А. Мазура [1], 1,6–1,8%. За даними Б. С. Носка [2], для сірих лісових супіщаних і легкосуглинкових — 2,0–2,5%, тем-но-сірих лісових і чорноземів опідзолених

легкосуглинкових — 2,8–3,3, чорноземів типових легкосуглинкових — 3,7–4,2%. За такого вмісту гумусу забезпечується стабільний рівень родючості для кожного з цих типів ґрунтів. Для досягнення оптимального вмісту гумусу слід щороку поповнювати ґрунти потрібною кількістю органічної речовини, а за вмісту, близькому до оптимального, забезпечувати його бездефіцитний баланс.

Основою відтворення родючості ґрунту є забезпечення в ньому бездефіцитного балансу гумусу, що позитивно впливає на більшість властивостей ґрунту та його

родючість. Гумус у ґрунті виконує функції систематичного координатора процесів і режимів, забезпечує життєздатність мікрофлори, сприятливі умови й доступність елементів живлення для рослин, пришвидшує кругообіг речовин та енергетичний рівень процесів у ґрунті і рослині [3, 4].

Інтенсивне використання земель сільськогосподарського призначення без унесення достатньої кількості органічних добрив, що спостерігається останнім часом, призводить до дегуміфікації ґрунтів, деградації та зменшення родючості [1, 5]. Однією з основних проблем сільськогосподарського виробництва є збереження та підвищення родючості ґрунтів через регулювання балансу гумусу. Основні причини зниження вмісту гумусу загальновідомі. Вони передусім пов'язані зі зменшенням надходження свіжої органічної речовини в ґрунти через відчуження значної частини біомаси з урожаєм і різким скороченням виробництва традиційних органічних добрив [6].

У сірих лісових ґрунтах спостерігаються значні прояви опідзолення, що зумовлює їхню підвищену кислотність [1, 7, 8]. Вони за своєю природою схильні під впливом інтенсивного використання в ріллі швидко погіршувати свої властивості. Насичення сівозмін просапними культурами, інтенсивний обробіток та використання лише мінеральних добрив — це дуже поширені в сучасних умовах чинники втрати родючості ґрунту. Вони сприяють посиленій мінералізації органічної речовини, негативно позначаються на структурі ґрунтового-вбирного комплексу та підвищують кислотність ґрунтів [1, 9–11].

Першочерговим заходом докорінного поліпшення родючості кислих ґрунтів і отримання сталих урожаїв сільськогосподарських культур є хімічна меліорація. Внесене в ґрунт вапнякове добриво нейтралізує надмірну кислотність, поліпшує фізичні і фізико-хімічні властивості ґрунту, забезпечує рослини кальцієм і магнієм, активізує мікробіологічні процеси, підвищує ефективність добрив та продуктивність сівозмін, що впливає на загальний вміст гумусу в ґрунті [1, 12].

Дослідження, проведені у відділі агроґрунтознавства ННЦ «Інститут землеробства НААН» показали, що збереження потенційних запасів гумусу забезпечується

лише рівнозначним поверненням втрачених поживних речовин, що дає змогу утримувати родючість на вихідному рівні, адже без добрив втрати гумусу орного шару сірих ґрунтів становлять 0,25–0,30 т/га [1, 13]. Посилення гумусоутворення в сірому ґрунті досягається поєднанням застосуванням 10 т/га гною (5–6 т/га побічної продукції із сидератом), 160 кг/га NPK за вапнування 1,0 Нг.

Вплив різних систем удобрення на вміст гумусу широко вивчають і за кордоном. У довготривалому польовому досліді в США на ділянки, які раніше не удобрявали, з 1955 р. вносили вапно і добрива [14]. Результати цього досліді свідчать про те, що вміст органічної речовини в ґрунті на удобряваних ділянках збільшився порівняно з ділянками без унесення добрив, що пояснюється зростанням урожайності вирощуваних сільськогосподарських культур на удобряваних ділянках і збільшенням кількості післяжнивни-кореневих решток, які залишаються в ґрунті. Дослідженнями литовських учених встановлено, що органічне добриво, внесене в суглинковий ґрунт упродовж 5-ти ротацій сівозміни, мало позитивний вплив на вміст гумусу у верхньому шарі за різних систем удобрення [15]. За органо-мінеральної системи удобрення застосування 40, 60 і 80 т/га гною вміст гумусу у верхньому шарі зріс відповідно на 13,1; 16,2 та 14,6%, тоді як за органічної системи удобрення (80 т/га гною) його вміст збільшився на 10,1% порівняно з варіантом без застосування добрив. У тривалому польовому досліді в Німеччині було проведено дослідження з впливу застосування 3-х різних рівнів азотного живлення на вміст гумусу. Дослідниками встановлено, що підвищення рівня мінерального живлення не призводило до зростання вмісту органічної речовини у ґрунті, хоча й відбувалися невеликі зміни її вмісту протягом 10-ти років до досягнення рівноважного стану. Упродовж перших 6-ти років зміни вмісту гумусу були помітними за порівняння мінеральної системи з органо-мінеральною системою удобрення, які до того ж мали варіанти з різними вихідними показниками вмісту органічної речовини в ґрунті. Відбувалося зниження вмісту гумусу у варіантах із застосуванням лише мінеральних добрив і переважно там, де початковий вміст органічної речовини був вищим [16].

Розв'язання проблеми ефективного управління родючістю ґрунту та отримання врожаїв високої якості тісно пов'язане зі зміною гумусного стану на основі пошуку додаткових джерел органічної речовини, способів їх оптимальної трансформації, екологічно безпечного застосування потрібної кількості мінеральних добрив і хімічних меліорантів [17, 18]. З огляду на це, важливо оцінити вплив різних агротехнічних заходів відтворення родючості на трансформацію органічної речовини в ґрунті.

**Мета досліджень** — дослідити довготривалий вплив хімічної меліорації за різних систем удобрення на баланс гумусу в сірому лісовому ґрунті та його зв'язок із продуктивністю сівозміни.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводили в 1992–2015 рр. у ННЦ «Інститут землеробства НААН». Стаціонарний дослід було закладено у 1992 р. на сірому лісовому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті. Вихідні показники параметрів родючості ґрунту (0–20 см):  $pH_{KCl}$  (потенціометричним методом) — 4,6, гідролітична кислотність (за методом Каппена) — 3,6 мг-екв/100 г ґрунту, обмінні кальцій і магній (атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі ААС-3) — відповідно 3,9 та 0,58 мг-екв/100 г ґрунту. Дослідження проводили в зерно-трав'янопросапній сівозміні з таким набором культур: вико-вівсяна сумішка, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь з підсівом конюшини, конюшина, пшениця озима, кукурудза на силос. Система удобрення культур передбачала 2 рівні органічного і 3 рівні мінерального удобрення. Органічні добрива вносили під буряки цукрові і кукурудзу на силос (лише в I ротації сівозміни) у дозі 35 і 52 т/га гною, що на 1 га сівозмінної площі становило 10 і 15 т/га. Мінеральні добрива на 1 га сівозмінної площі за вмістом діючої речовини становили: одинарна доза —  $N_{54}P_{54}K_{56}$ , помірною —  $N_{80}P_{80}K_{85}$ , підвищена —  $N_{108}P_{108}K_{112}$ . Вапно у вигляді вапнякового та доломітового борошна вносили у рік вирощування вико-вівсяної сумішки (навесні 1992 р.) у формах і дозах відповідно до схеми досліду та вихідної гідролітичної кислотності ґрунту. З 2006 р. (початок III ротації сівозміни) було проведено реконструкцію досліду. Органічні добрива заробляли в ґрунт у вигляді зеленої маси конюшини (з 2010 р.)

та побічної продукції (нетоварна частина врожаю пшениці ярої та озимої, сої та проса), яку вносять у рік вирощування зазначених культур. Мінеральні добрива вносили з розрахунку  $N_{52}P_{28}K_{52}$  (одинарна доза),  $N_{78}P_{42}K_{78}$  (помірна доза) і  $N_{104}P_{56}K_{104}$  (підвищена доза) на 1 га сівозмінної площі. Вапно у вигляді дефекату з вмістом  $CaCO_3$  близько 50 % вносили за величиною гідролітичної кислотності повною дозою 1,0 Нг — 4,5–6,0 т/га  $CaCO_3$ , 1,5 Нг — 7,3 т/га  $CaCO_3$ . Запроваджено плодозмінну сівозміну: соя, пшениця яра, кукурудза на силос (гречка), ячмінь + конюшина, конюшина на зелений корм (2-й укіс на сидерат), пшениця озима, просо. Повторність досліду — 4-разова, площа посівної ділянки — 60 м<sup>2</sup> (10×6), облікової — 24 м<sup>2</sup> (6×4). Аналітичні роботи виконували в лабораторії агроґрунтознавства ННЦ «ІЗ НААН» за такими методами: загальний вміст гумусу — за методом Тюріна в модифікації Сімакова, спалювання — за Нікітіним (ДСТУ 4289:2004). Урожайність основної та побічної продукції визначали щороку з кожної облікової ділянки, масу зерна перераховували на 1 га з урахуванням засміченості. Для оцінки балансу гумусу в ґрунті польової сівозміни із застосування різних систем удобрення та вапнування використовували методику, викладену в науково-методичній роботі [19]. Також проводили порівняння теоретично розрахованого балансу гумусу зі зміною його фактичного вмісту в орному та підорному шарах ґрунту.

**Результати досліджень** свідчать про те, що баланс гумусу в контрольному варіанті (без добрив) був дефіцитним, а втрати гумусу за 24 роки становили 1,71 т/га (табл. 1). У варіантах із вапнуванням повною дозою (варіант 2) за гідролітичною кислотністю та з унесенням лише мінеральних добрив в одинарній дозі (варіант 3) відбувалося поступове накопичення гумусу за рахунок підвищення врожайності сільськогосподарських культур, що становило відповідно 1,75 і 4,25 т/га за досліджуваний період.

Використання мінеральних добрив сприяє підвищенню врожайності і збільшенню виходу побічної продукції, післязривно-кореневих решток і є необхідною умовою їх швидкого розкладання в ґрунті. Так, у варіантах з унесенням мінеральних добрив у помірних (варіант 18) і підвищених (варіант 19) дозах на фоні вапнування (1,0 Нг)

новоутворення гумусу перевищувало його втрати на мінералізацію, а приріст становив 9,18 і 10,83 т/га. Використання гною (сидерата) на фоні вапнування повною дозою за гідролітичною кислотністю сприяло підвищенню запасів гумусу на 7,55 т/га.

За умов інтенсифікації землеробства та дефіциту органічних добрив одним із резервів досягнення позитивного балансу гумусу є побічна продукція як джерело поповнення ґрунту сирогою органічною масою. Так, у варіанті 16, де заорювання сидерата поєднували з використанням побічної продукції, баланс гумусу був позитивним, а приріст становив 10,2 т/га.

На врожайність та масу рослинних решток, які є джерелом новоутвореного гумусу, значний вплив мало поєднане внесення органічних і мінеральних добрив на фоні вапнування різними дозами за гідролітичною кислотністю. Краще розвиваються рослини під впливом органічних добрив та меліорантів, що позитивно діють на фізико-хімічні показники родючості сірого лісового ґрунту, вони залишають більше післяживних і кореневих решток, унаслідок чого процес гуміфікації переважає над процесом мінералізації.

Вища врожайність на фоні внесення підвищених доз мінеральних добрив порівняно з контролем позитивно впливає на надходження свіжої органічної речовини, тобто існує не лише пряма залежність між гумусним станом і врожайністю, а й зворотний зв'язок — висока врожайність через рослинні рештки впливає на баланс гумусу в ґрунті.

Так, у варіантах із застосуванням мінеральних добрив у помірних дозах у поєднанні з органічними (гній чи побічна продукція і сидерат) на фоні вапнування різними видами меліорантів (дефекат, доломітове борошно) приріст гумусу становив 19,16–19,29 т/га, тоді як за внесення тих самих добрив, але без періодичного проведення хімічної меліорації — 16,36 т/га.

Це свідчить про те, що вапнування позитивно діє на гумусний стан сірого лісового ґрунту завдяки прямому впливу на врожайність сільськогосподарських культур і непрямою — через підвищення ефективності використання добрив.

Найбільше накопичення гумусу відбувалося у варіантах із використанням органічних добрив (гною, сидерата, побічної продукції) у поєднанні з помірними та підвищеними

**1. Баланс гумусу в сірому лісовому ґрунті за хімічної меліорації та різних систем удобрення в сівозміні (за 24 роки), т/га**

| Варіант  | Втрати гумусу від мінералізації | Утворення гумусу |                    |                   | Баланс гумусу (+, -) |
|--|---------------------------------|------------------|--------------------|-------------------|----------------------|
|  |                                 | усього           | у т. ч. за рахунок |                   |                      |
|  |                                 |                  | рослинних залишків | органічних добрив |                      |
| 1. Без добрив (контроль)                                       | 29,19                           | 27,48            | 27,48              | 0                 | -1,71                |
| 2. CaCO <sub>3</sub> (1,0 Hг)                                  | 29,19                           | 30,94            | 30,83              | 0,12              | 1,75                 |
| 3. NPK   | 29,19                           | 33,44            | 33,44              | 0                 | 4,25                 |
| 5. Гній (сидерат) + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Hг)                 | 29,19                           | 36,74            | 32,66              | 4,09              | 7,55                 |
| 6. Гній (сидерат + пп) + NPK — фон                             | 29,19                           | 45,55            | 41,53              | 4,01              | 16,36                |
| 7. Фон + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Hг)                            | 29,19                           | 48,35            | 44,18              | 4,17              | 19,16                |
| 8. ФОН + доломіт (1,0 Hг)                                      | 29,19                           | 48,48            | 44,44              | 4,03              | 19,29                |
| 13. 2 NPK + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Hг) + гній (сидерат + пп)   | 29,19                           | 51,19            | 46,98              | 4,21              | 22,00                |
| 14. 1,5 NPK + CaCO <sub>3</sub> (1,5 Hг) + гній (сидерат + пп) | 29,19                           | 50,94            | 46,67              | 4,28              | 21,75                |
| 15. 1,5 NPK + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Hг) + гній + пп (сидерат) | 29,19                           | 52,27            | 48,07              | 4,2               | 23,08                |
| 16. пп + сидерат   | 29,19                           | 39,39            | 39,18              | 0,22              | 10,2                 |
| 18. 1,5 NPK + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Hг)                       | 29,19                           | 38,37            | 38,25              | 0,13              | 9,18                 |
| 19. 2 NPK + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Hг)                         | 29,19                           | 40,02            | 39,87              | 0,15              | 10,83                |

Примітка. пп — побічна продукція (для табл. 1, 2).

**2. Зміни вмісту загального гумусу в орному шарі сірого лісового ґрунту залежно від вапнування та різних систем удобрення в сівозміні**

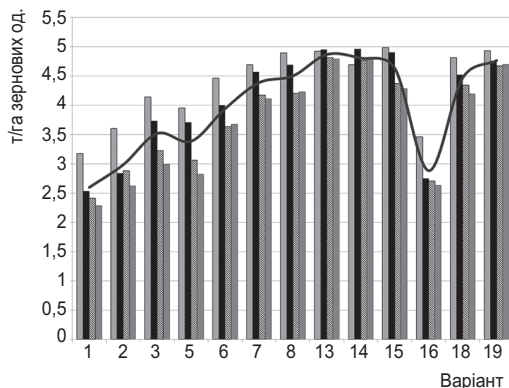
| Варіант  | Уміст гумусу, %             |                                     |                           |
|--|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
|  | Вихідні показники (1992 р.) | Після 24 років досліджень (2015 р.) | (±) до вихідного значення |
| 1. Без добрив (контроль)                                       | 1,34                        | 1,19                                | -0,15                     |
| 2. CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)                                  | 1,17                        | 1,29                                | 0,12                      |
| 3. NPK   | 1,28                        | 1,35                                | 0,07                      |
| 5. Гній (сидерат) + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)                 | 1,47                        | 1,53                                | 0,06                      |
| 6. Гній (сидерат + пп) + NPK — фон                             | 1,44                        | 1,56                                | 0,12                      |
| 7. Фон + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)                            | 1,27                        | 1,43                                | 0,16                      |
| 8. Фон + доломіт (1,0 Нг)                                      | 1,25                        | 1,46                                | 0,21                      |
| 13. 2 NPK + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг) + гній (пп + сидерат)   | 1,3                         | 1,59                                | 0,29                      |
| 14. 1,5 NPK + CaCO <sub>3</sub> (1,5 Нг) + гній (пп + сидерат) | 1,29                        | 1,55                                | 0,26                      |
| 15. 1,5 NPK + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг) + гній + пп (сидерат) | 1,45                        | 1,8                                 | 0,35                      |
| 16. пп + сидерат   | 1,38                        | 1,45                                | 0,07                      |
| 18. 1,5 NPK + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)                       | 1,33                        | 1,41                                | 0,08                      |
| 19. 2 NPK + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг)                         | 1,3                         | 1,43                                | 0,13                      |

дозами мінеральних добрив на фоні вапнування повною та півторною дозами за гідролітичною кислотністю. Так, накопичення гумусу за 24 роки в цих варіантах (13, 14, 15) було в межах 21,75–23,08 т/га.

Порівнюючи фактичні зміни загального вмісту гумусу за роки досліджень (табл. 2) і теоретичні розрахунки балансу гумусу в шарі ґрунту 0–20 см за тривалого

застосування різних систем удобрення та вапнування в сівозміні, можна констатувати, що методика розрахунку балансу гумусу в ґрунті «Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління» підтверджує правильність наших висновків щодо впливу вапнування за різних систем удобрення на гумусний стан сірого лісового ґрунту. Коефіцієнт кореляції між фактичним і теоретично розрахованим балансом гумусу становить  $R=0,876$ , що свідчить про тісний зв'язок між цими показниками за детермінації  $D=77\%$ .

Дані досліджень (рисунок) свідчать про те, що продуктивність культур сівозміни тісно пов'язана зі зміною гумусного стану сірого лісового ґрунту. З накопиченням органічної речовини в ґрунті зростає продуктивність сільськогосподарських культур. Так, у контрольному варіанті без унесення добрив і застосування хімічної меліорації, де відбувалося поступове зниження вмісту гумусу, спостерігали зниження продуктивності від 3,17 т/га зернових од. у I ротації сівозміни до 2,29 т/га в IV ротації, а середня продуктивність сільськогосподарських культур за досліджуваній період становила 2,6 т/га. Накопичення вмісту гумусу у варіантах із



**Продуктивність культур сівозміни залежно від вапнування за різних систем удобрення (за 24 роки), т/га зернових од.: ▨ — I ротація; ■ — II ротація; ▩ — III ротація; ▤ — IV ротація; — — середня**

використанням органічних добрив у поєднанні з помірними та підвищеними дозами мінеральних добрив на фоні вапнування різними дозами за гідролітичною кислотністю (варіанти 13–15) сприяло підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур, яка в середньому становила 4,63–4,87 т/га зернових одиниць.

У процесі математичного аналізу встановлено тісний кореляційний зв'язок між розрахунковим балансом гумусу та середньою

продуктивністю культур у сівозміні: коефіцієнт кореляції становить  $R = 0,825$ , а детермінація  $D = 68,1\%$ .

Рівняння регресії:

$$Y = 2,8637 + 0,1165X - 0,0016X^2,$$

де  $Y$  — середня продуктивність культур у сівозміні, т/га зернових одиниць;  $X$  — розрахунковий баланс гумусу за період досліджень, т/га з оптимальними точками:  $Y_{\text{опт}} = 4,98$  т/га з.о.;  $X_{\text{опт}} = 36,4$  т/га.

## **Висновки**

Використання кислого сірого лісового легкосуглинкового ґрунту за вирощування сільськогосподарських культур без проведення хімічної меліорації та використання добрив призводить до зниження в ньому загального вмісту гумусу з 1,34 до 1,19%. Баланс гумусу за 24 роки використання був дефіцитним і становив  $-1,71$  т/га. Продуктивність сільськогосподарських культур з кожною наступною ротацією знижувалася і в середньому становила 2,6 т/га зернових од.

Періодичне проведення вапнування (1 раз на 14 років) повною дозою за гідролітичною кислотністю сприяло збереженню вмісту загального гумусу за вирощування сільськогосподарських культур за рахунок зростання продуктивності, що була вищою на 15% порівняно з контролем. Баланс гумусу був додатним.

Підвищення середньої продуктивності культур сівозміни до 21,75–23,08 т/га зернових од. у варіантах із застосуванням органічних добрив (гною, сидерата, побічної

продукції) у поєднанні з помірними  $N_{78}, P_{42}, K_{78}$  та підвищеними  $N_{108}, P_{108}, K_{112}$  дозами мінеральних добрив на фоні періодичного вапнування повною та полуторною дозами за гідролітичною кислотністю позитивно впливає на надходження свіжої органічної речовини. Існує не лише пряма залежність між гумусним станом і врожайністю, а й зворотний зв'язок. Висока врожайність завдяки підвищенню маси рослинних решток, що залишаються в полі, сприяє переважанню процесів накопичення органічної речовини над процесами її мінералізації. Так, середньорічний баланс гумусу за орґано-мінеральних систем удобрення на фоні хімічної меліорації становив 0,91–0,96 т/га.

Установлено тісні кореляційні зв'язки розрахункового балансу гумусу з фактичною зміною вмісту загального гумусу в орґанному шарі сірого лісового ґрунту за різних систем удобрення та вапнування — 0,876 і з середньою продуктивністю культур сівозміни — 0,825 за детермінації відповідно 77 і 68,1%.

## **Бібліографія**

1. Мазур Г.А. Відтворення та регулювання родючості легких ґрунтів/Г.А. Мазур. — К.: Аграр. наука, 2008. — 308 с.
2. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України; за ред. Б.С. Носка, Б.С. Прістера, М.В. Лободи. — К.: Урожай, 1994. — 333 с.
3. Польовий В.М. Особливості агрохімічної деградації ґрунту залежно від удобрення/В.М. Польовий// Вісн. аграр. науки. — 2005. — № 3. — С. 32–34.
4. Річний цикл вмісту гумусу при застосуванні ґрунтозахисних технологій/А.Д. Балаєв, А.О. Свіщук, М.В. Капштик, С.В. Вітвіцький// Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному

- землеробстві. — К.: Оранта, 1998. — С. 235–250.
5. Заришняк А.С. Баланс гумусу і поживних речовин у ґрунтах України/А.С. Заришняк, С.А. Балюк, М.В. Лісовий, А.В. Комариста//Вісн. аграр. науки. — 2012. — № 1. — С. 28–32.
6. Крикунов В.Г. Лабораторний практикум по ґрунтознавству/В.Г. Крикунов, Ю.С. Кравченко, В.В. Криворучко, О.В. Крикунова. — Біла Церква, 2003. — 166 с.
7. Гамалей В.І. Особливості генезису опідзолеваних ґрунтів Правобережного Лісостепу/В.І. Гамалей, М.І. Драган, Л.І. Шкарівська//ґрунтознавство. — 2011. — Т. 12, № 3–4. — С. 12–17.

8. *Хімічна меліорація ґрунтів* (концепція інноваційного розвитку); за ред. С.А. Балюка, Р.С. Трускавецького, Ю.Л. Цапка. — Х.: Міськдрук, 2012. — 129 с.

9. *Гамалей В.І.* Гумусний стан темно-сірого опідзоленого ґрунту за різних систем удобрення//В.І. Гамалей, Л.І. Шкарівська//Вісн. аграр. науки. — 2009. — № 12. — С. 19–22.

10. *Польовий В.М.* Відновлення родючості агрохімічно деградаційних ґрунтів//В.М. Польовий//Там само. — 2011. — № 2. — С. 37–40.

11. *Ткаченко Н.А.* Изменение структуры обменных катионов серой лесной почвы после применения комплексных химических мелиорантов//Н.А. Ткаченко, Н.Ш. Хисамутдинов, Л.М.-Х. Биккинина//Достижение науки и техники АПК: ежемес. теор. и науч.-практ. журн. м-ва с.-х. РФ. — 2014. — Вып. 3. — С. 17–20.

12. *Глуценко М.К.* Особливості меліорації кислих ґрунтів в залежності від обробітку ґрунту та способу внесення меліоранта//М.К. Глуценко, В.С. Запасний//Охрана родючості ґрунтів. — 2010. — Вып. 6. — С. 47–52.

13. *Григора Т.І.* Вплив агротехнологій на інтенсивність гумусоутворення в сірих лісових ґрунтах/

Т.І. Григора//Зб. наук. пр. ІЗ УААН. — 2008. — Вип. 3–4. — С. 3–12.

14. *Brady Nyle C.* The nature and properties of soils 13<sup>th</sup> edition/Nyle C. Brady, Ray R. Weil//New Jersey: Pearson Education Inc. — 2015. — 612 p.

15. *Kristaponyte I.* Effect of fertilization systems on the balance of plant nutrients and soil agrochemical properties//I. Kristaponyte//Agronomy Research. — 2005. — № 3(1). — 45–54 p.

16. *Raup J.* Manure fertilization for soil organic matter maintenance and its upon cops and environment, evaluated in a long time trial//J. Raupp//Sustainable management of soil organic matter. — UK: CAB international, 2001. — 301–306 p.

17. *Рогальський С.В.* Відтворення енергетичного потенціалу ґрунту у Лісостепу//С.В. Рогальський//Вісн. аграр. науки. — 2001. — № 4. — С. 75–76.

18. *Філон В.І.* Вплив різних форм мінеральних добрив на органічну речовину ґрунтів//В.І. Філон//Там само. — 1998. — № 8. — С. 5–9.

19. *Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління*//С.А. Балюк, В.О. Греков, М.В. Лісовий, А.В. Комариста. — Х., 2011. — 30 с.

*Надійшла 29.07.2016.*