

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
«ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН»

ШКЛЯР Віталій Миколайович

УДК 631.41:631.811:631.821

**ГУМУСНИЙ СТАН СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ ЗА ХІМІЧНОЇ
МЕЛІОРАЦІЇ ТА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ**

06.01.03 – агроґрунтознавство і агрофізика

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Чабани – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному науковому центрі «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України»

Науковий керівник: доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН **Мазур Генріх Адольфович**, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», головний науковий співробітник відділу агрогрунтознавства і ґрунтової мікробіології

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН **Булигін Сергій Юрійович**, Національний університет біоресурсів і природокористування України МОН України, професор кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М. К. Шикучи

доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН **Польовий Володимир Мефодійович**, Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН, директор

Захист відбудеться «5» жовтня 2017 року о «10» годині на засіданні Спеціалізованої вченої ради Д 27.361.01 при ННЦ «Інститут землеробства НААН» за адресою: вул. Машинобудівників, 2-б, смт. Чабани, Києво-Святошинський район, Київська область, 08162.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці ННЦ «Інститут землеробства НААН» за адресою: вул. Машинобудівників, 2-б, смт. Чабани, Києво-Святошинський район, Київська область.

Автореферат розісланий «31» серпня 2017 року.

Вчений секретар
Спеціалізованої вченої ради,
кандидат сільськогосподарських наук

Н. М. Асанішвілі

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

У зв'язку з відсутністю хімічної меліорації та незбалансованим удобренням сільськогосподарських культур спостерігається стійка тенденція погіршення якісного стану ґрунтів: зменшуються запаси гумусу, вміст поживних речовин, відбувається підкислення. За таких умов створюється реальна загроза подальшої інтенсивної дегуміфікації.

Актуальність теми. Як відомо з літературних джерел, в умовах Правобережного Лісостепу рівень потенційної та ефективної родючості сірих лісових ґрунтів на 40–50 % створюється систематичним застосуванням органічних і мінеральних добрив та вапнуванням.

Проблемою щодо впливу меліоративних заходів на гумусний стан ґрунтів займалися багато вчених, зокрема І. В. Тюрін, О. Н. Соколовський, М. М. Кононова, Л. Н. Александрова, Д. С. Орлов, Г. А. Мазур, М. А. Ткаченко, З. М. Томашівський, І. О. Шильников, О. М. Небольсін та ін. Проте заходи відтворення та регулювання вмісту гумусу в сірих лісових ґрунтах Лісостепу вивчені недостатньо.

Тому виникла потреба дослідити закономірності тривалого впливу хімічної меліорації за різних систем удобрення на трансформацію гумусу, фізико-хімічні та агрохімічні властивості сірого лісового крупнопилувато-легкосуглинкового ґрунту. Це дасть змогу встановити оптимальні умови для можливого відтворення, а основне – збереження досягнутого рівня родючості цього ґрунту за вирощування сільськогосподарських культур, так як збереження, підтримання і відновлення родючості орних ґрунтів Лісостепу є винятково важливим завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконані впродовж 2013–2015 рр. згідно з тематичними планами відділу агроґрунтознавства і ґрунтової мікробіології ННЦ «Інститут землеробства НААН» відповідно до ПНД 02 “Землеробство” за завданнями: “Установити позитивні напрями посилення ґрунтоутворювальних процесів у ґрунтах Лісостепу та Полісся з метою покращання їх властивостей, відтворення родючості й підвищення продуктивності агроценозів” (номер державної реєстрації 0111U008426; 2011–2013 рр.), “Установити оптимальне співвідношення дернового та елювіального процесів ґрунтоутворення в зональних ґрунтах Полісся та опідзолених Лісостепу з метою підвищення продуктивності агроценозів” (номер державної реєстрації 0114U000378; 2014–2015 рр.).

Мета і задачі дослідження. Мета роботи – встановити умови зростання запасів гумусу та посилення процесів гуміфікації у сірому лісовому ґрунті Лісостепу на основі застосування раціональних заходів покращання їх властивостей, відтворення потенційної та підвищення ефективної родючості.

Для досягнення поставленої мети програмою досліджень передбачалося вирішити такі завдання:

- виявити комплексний вплив добрив, меліоративних заходів та генетичних особливостей на стан родючості і запаси гумусу в профілі сірого лісового ґрунту;
- визначити кількісні та якісні зміни вмісту гумусу залежно від доз мінеральних добрив і доз вапна в кореневмісному шарі ґрунту;

- виявити особливості взаємозв'язку вмісту гумусу з фізико-хімічними та агрохімічними показниками ґрунту залежно від системи удобрення;
- встановити кількісні параметри показників фізико-хімічних властивостей, за яких забезпечується збереження досягнутого рівня родючості ґрунту, на основі вивчення потенційної кислотності, вмісту обмінних основ (Ca і Mg), рухомого алюмінію і поживних речовин;
- обґрунтувати меліоративну ефективність поєднання доз меліорантів за різних систем удобрення культур для збереження родючості ґрунту.

Об'єкт дослідження – процес оптимізації вмісту гумусу та трансформації його якісного складу в сірому лісовому ґрунті за умов інтенсивного землеробства.

Предмет дослідження – фізико-хімічні та агрохімічні показники сірого лісового ґрунту і пов'язані з ними ґрунтові процеси, врожайність сільськогосподарських культур.

Методи дослідження. У процесі виконання роботи застосовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень: польового експерименту, який дає можливість кількісно оцінити ефективність агротехнічних заходів; лабораторного експерименту – для визначення фізико-хімічних і агрохімічних показників ґрунту; математично-статистичний – визначення достовірності одержаних результатів шляхом проведення дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізів досліджень; розрахунково-порівняльний – для встановлення економічної та енергетичної ефективності тривалого застосування різних доз і видів добрив та вапна.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше в умовах Правобережного Лісостепу встановлено параметри змін умісту рухомих гумінових кислот (10,26–12,74 % від загального вмісту вуглецю) у сірому лісовому ґрунті, за яких отримано найвищу продуктивність ланки сівозміни на 8–10-й роки після проведення повторного вапнування і систематичного удобрення.

Подальшого розвитку набули положення щодо впливу дії вапна та його доз, як окремо, так і в поєднанні з добривами на зміни вмісту, запасів та якісного складу гумусу, потенційної кислотності, закономірності зв'язку обмінних катіонів із умістом гумусу, зміни структури вбирного комплексу, динаміку поживних речовин та ефективну родючість ґрунту.

Науково обґрунтовано економічну та енергетичну ефективність застосування різних доз та видів добрив на фоні тривалої дії хімічних меліорантів, що забезпечує підвищення продуктивності агроценозу.

Практичне значення одержаних результатів. Обґрунтовано та рекомендовано виробництву ефективні дози хімічних меліорантів на сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті, які у поєднанні з органічними і мінеральними добривами забезпечують підвищення продуктивності культур ланки сівозміни на 1,83–2,53 т/га зернових одиниць.

Основні результати досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджено в 2014–2016 рр. у Черкаській державній сільськогосподарській дослідній станції ННЦ «Інститут землеробства НААН» на загальній площі 80 га, де отримано прирости врожайності зерна сої від органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування 1,3 т/га, пшениці ярої – 1,6 т/га, гречки – 1,2 т/га, при цьому вміст

загального гумусу в ґрунті зріс на 0,2 % в абсолютних одиницях. У ТОВ «Агро-Рось» результати досліджень впроваджено на загальній площі 150 га, де отримано прирости врожайності зерна ячменю ярого від хімічної меліорації 0,45 т/га, сої – 0,4 т/га, пшениці озимої – 0,6 т/га. Результати впровадження засвідчили високу ефективність проведення хімічної меліорації у поєднанні з внесенням органічних і мінеральних добрив.

Особистий внесок здобувача. Автором особисто опрацьовано вітчизняні та зарубіжні літературні джерела, проведено польові та лабораторні дослідження, проаналізовано отриманий експериментальний матеріал, сформульовано основні положення, висновки та рекомендації виробництву, підготовлено та опубліковано статті за темою дисертації, здійснено науковий супровід впровадження результатів досліджень у виробництво.

Апробація результатів дисертації. Основні результати досліджень оприлюднені та обговорені на науково-практичній конференції молодих учених і спеціалістів «Інноваційні технології для конкурентоспроможного аграрного виробництва» 11–13 листопада 2013 р. (Чабани, 2013); міжнародній науково-практичній конференції «Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави», 22–24 липня 2014 р. (Київ, 2014); міжнародній науково-практичній конференції «Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку» 22–23 жовтня 2015 р. (Дніпропетровськ, 2015); науково-практичній конференції молодих учених і спеціалістів «Інноваційні розробки молодих учених для конкурентоспроможного аграрного виробництва» 10–12 листопада 2015 р. (Чабани, 2015); науково-практичній конференції молодих учених і спеціалістів «Наукові основи ефективного розвитку галузі землеробства та використання земельно-ресурсного потенціалу України» 1–3 листопада 2016 р. (Чабани, 2016); засіданнях відділу агроґрунтознавства і ґрунтової мікробіології та методичної комісії з питань землеробства і рослинництва ННЦ «Інститут землеробства НААН» (2013–2017 рр.).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 12 наукових праць, із них 1 стаття у фаховому періодичному зарубіжному виданні, 5 – у фахових виданнях України, 5 – матеріали конференцій, 1 – частина книги.

Обсяг і структура роботи. Дисертація складається зі вступу, 7 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел (229 джерел, з них – 12 латиницею) та додатків. Робота викладена на 232 сторінках друкованого тексту, містить 15 таблиць, 18 рисунків, 8 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ВПЛИВ ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ ТА ВАПНА НА ГУМУСНИЙ СТАН І ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СІРИХ ЛІСОВИХ ҐРУНТІВ

(огляд наукової літератури)

В огляді літератури розглянуто стан вивчення питань за темою дисертації. Аналіз результатів досліджень зарубіжних і вітчизняних вчених з установами впливу застосування добрив та вапна на гумусний стан сірих лісових ґрунтів

показав, що з цієї проблеми проведено багато досліджень, проте окремі питання вивчені недостатньо і потребують уточнення. Обґрунтовано необхідність визначення параметрів змін гумусового стану, фізико-хімічних властивостей та поживного режиму цього типу ґрунту в агрокліматичних умовах Правобережного Лісостепу.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Полеві дослідження проводили впродовж 2013–2015 рр. на базі стаціонарного досліді відділу агроґрунтознавства, закладеному в 1992 році у дослідному полі ННЦ «Інститут землеробства НААН» на сірому лісовому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті. Ґрунт дослідної ділянки характеризується такими вихідними показниками властивостей: вміст гумусу 1,44 %, pH_{KCl} – 4,6, гідролітична кислотність – 3,6 мг–екв/100 г ґрунту; обмінні основи: кальцій – 3,9, магній – 0,58 мг–екв/100 г ґрунту; ступінь насичення основами – 56 %, вміст лужногідролізованого азоту 70–90 мг/кг ґрунту, рухомих фосфатів – 130–250 мг/кг, рухомих сполук калію – 80–170 мг/кг ґрунту.

Агрометеорологічні умови 2013–2015 рр. відрізнялися від середніх багаторічних показників, але загалом були сприятливими для формування врожайності сільськогосподарських культур.

Дослідження проводили у 7-пільній сівозміні з таким набором і чергуванням культур: соя – пшениця яра – гречка – ячмінь із підсівом конюшини – конюшина – пшениця озима – просо. У досліді вивчали такі фактори відтворення родючості: дві дози меліоранта та два його види; мінеральні добрива, три дози; органічні добрива (сидерат і побічна продукція попередника). Схема досліді включає комбінації різних доз мінерального і органічного удобрення та хімічної меліорації.

Схема досліді:

- Без добрив (контроль);
- $CaCO_3$ (1,0 Нг);
- НРК;
- НРК + $CaCO_3$ (1,0 Нг);
- НРК + (побічна продукція + сидерат – фон);
- НРК + $CaCO_3$ (1,0 Нг) + фон;
- НРК + $CaMg(CO_3)_2$ (1,0 Нг) + фон;
- 2 НРК + $CaCO_3$ (1,0 Нг) + фон;
- 1,5 НРК + $CaCO_3$ (1,5 Нг) + фон;
- 1,5 НРК + $CaCO_3$ (1,0 Нг);
- 2 НРК + $CaCO_3$ (1,0 Нг).

Органічні добрива, а саме побічна продукція попередника (солома сої і зернових культур – 2,4–5,9 т/га) та сидерат (зелена маса конюшини – 17,4–22,3 т/га) заорювались під основний обробіток ґрунту. Сидерат заорювали на 5-й рік ротації сівозміни. Вапно (дефекат – 50 % $CaCO_3$ і доломітове борошно – 55 % $CaCO_3$ + 45 % $MgCO_3$) вносили під першу культуру III ротації сівозміни за величиною гідролітичної кислотності повною дозою у кількості 4,4–5,4 т/га $CaCO_3$ та 1,5 дози – 7,3 т/га $CaCO_3$. Мінеральні добрива вносили з розрахунку $N_{52}P_{28}K_{52}$ (рекомендована

доза), $N_{78}P_{42}K_{78}$ (помірна) і $N_{104}P_{56}K_{104}$ (підвищена) на 1 га сівозмінної площі. Дослід закладено згідно всіх вимог методики дослідної справи. Площа посівної ділянки – 60 м², облікової – 24 м². Повторність дослідів чотириразова, розміщення варіантів послідовне. Дослідження впродовж 2013–2015 рр. проводили у ланці сівозміни: соя – пшениця яра – гречка. Технологія вирощування культур у досліді загальноприйнята для зони Лісостепу.

Проби ґрунту відбирали після збирання врожаю з шару 0–20 см, 20–40 см у п'яти місцях ділянки, з яких виготовляли два змішані зразки. Підготовку їх до аналізу проводили за ДСТУ ISO 11464 – 2001. Аналітичні роботи виконували у відділі агроґрунтознавства ННЦ “Інститут землеробства НААН” за такими методами: гранулометричний склад ґрунту – методом піпетки в модифікації Н. А. Качинського (ДСТУ 4730:2007); загальний вміст гумусу – за методом І. В. Тюріна в модифікації В. М. Сімакова, спалювання – за Б. А. Нікітіним (ДСТУ 4289:2004); рухомі гумінові кислоти – за методом І. В. Тюріна в модифікації ВНДДА; для оцінювання балансу гумусу в ґрунті польової сівозміни використовували методи розрахунку ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»; рН сольової витяжки – потенціометричним методом (ДСТУ ISO 10390-2001); обмінна кислотність і рухомий алюміній – за Соколовим (ГОСТ 26484-85; ГОСТ 26485-85); гідролітична кислотність – за методом Каппена (ГОСТ 26212-91); обмінні кальцій і магній – атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі ААС-3 (ДСТУ 3866-99; ГОСТ 26428-85); лужногідролізований азот – за методом Корнфілда; рухомі сполуки фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА (ДСТУ 4405-2005); фенологічні спостереження проводили за “Методикою Державного сорто випробування сільськогосподарських культур”; відбір проб рослин здійснювали згідно з методикою з проведення польових досліджень за Б. О. Доспеховим; урожайність основної та побічної продукції визначали з кожної облікової ділянки, масу зерна перераховували з урахуванням засміченості та вологості; економічну ефективність розраховували за відповідними технологічними картами, за встановлення енергетичної ефективності технологій користувались методикою О. К. Медведовського та П. І. Іваненка; математичну обробку результатів аналітичних досліджень ґрунту і врожайних даних здійснювали дисперсійним та кореляційно-регресійним методом за В. О. Єщенком з використанням програм Microsoft Excel і Statistica 6.0.

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ЇХ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК З ГУМУСНИМ СТАНОМ ҐРУНТУ

Визначальним показником формування родючості ґрунту є проходження окислювально-відновних реакцій, які формують фізико-хімічні властивості, що тісно корелюють з умістом гумусу в ґрунті. Роль хімічних і фізико-хімічних властивостей ґрунту в процесах перетворення органічних речовин визначається, з одного боку, їх впливом на розвиток рослинного покриву і мікробіологічні процеси, а отже, на процеси новоутворення і розкладання органічних речовин; з іншого боку, не викликає сумніву значна роль хімічних і фізико-хімічних властивостей ґрунту в закріпленні гумусових речовин і тим самим збереженні їх у ґрунті.

Вплив вапнування і систем удобрення на кислотність ґрунту. Одним із основних факторів, що визначає повноту використання запасів ґрунтової родючості і засобів хімізації та, як наслідок, впливає на гумусний стан ґрунту і врожайність сільськогосподарських культур, є кислотність ґрунту.

Встановлено, що в роки проведення досліджень проявлялось поступове підвищення кислотності на варіантах з внесенням хімічних меліорантів, яке пов'язане зі згасанням нейтралізуючої дії вапнякових матеріалів. У табл. 1 і 2 подано результати визначення рН сольової витяжки та гідролітичної кислотності ґрунту за різних систем удобрення і вапнування на 8-10-й роки дії вапна.

Динаміка потенційної кислотності за роки досліджень свідчить, що вирощування сільськогосподарських культур на сірому лісовому ґрунті без проведення хімічної меліорації та застосування добрив призводило до підкислення ґрунту. Показник рН_{КСІ} за 10 років знизився на 7% і становив у середньому 4,5 одиниць.

На всіх варіантах, де проводили хімічну меліорацію, потенційна кислотність ґрунту була близькою до нейтральної та нейтральна. Проте, відносно її зниження було різним і залежало від доз, видів хімічних меліорантів та систем удобрення.

Таблиця 1

Потенційна кислотність орного (0–20 см) шару сірого лісового ґрунту за вапнування та різних систем удобрення

Варіант	рН _{КСІ}					
	рік дії вапна				середнє, 2013- 2015	± % до вихідного
	2005 (вихідні дані)	2013 (8-й)	2014 (9-й)	2015 (10-й)		
Без добрив (контроль)	4,8	4,6	4,4	4,4	4,5	-7
CaCO ₃ (1,0 Нг)	5,4	6,0	5,9	5,8	5,9	9
НПК	4,9	4,8	4,7	4,7	4,7	-2
НПК + CaCO ₃ (1,0 Нг)	5,1	6,1	5,8	5,8	5,9	16
НПК + Фон	5,1	5,2	5,3	5,2	5,2	3
НПК + CaCO ₃ (1,0 Нг) + Фон	5,6	6,8	6,7	6,7	6,7	20
НПК + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0Нг) + Фон	5,5	6,9	6,7	6,6	6,7	22
2 НПК + CaCO ₃ (1,0 Нг) + Фон	5,5	6,7	6,6	6,5	6,6	20
1,5 НПК + CaCO ₃ (1,5 Нг) + Фон	5,6	7,5	7,4	7,2	7,4	32
1,5 НПК + CaCO ₃ (1,0 Нг)	5,8	6,7	6,5	6,4	6,5	12
2 НПК + CaCO ₃ (1,0 Нг)	5,6	6,2	6,1	5,8	6,0	8
НІР _{0,05}	0,4	0,3	0,3	0,3		

Примітка. Фон – побічна продукція + сидерат.

Встановлено, що кращим видом меліоранта для сірого лісового ґрунту виявилось доломітове борошно, що достовірно перевищувало ефективність дефекату. За внесення доломітового борошна (1,0 Нг) у поєднанні з органіно-мінеральною системою удобрення потенційна кислотність ґрунту на 10-й рік дії вапна була нижчою від вихідного значення на 22 %, тоді як за використання дефекату в якості хімічного меліоранта на тому ж фоні удобрення на 20 %.

Вапнування сірого лісового ґрунту полуторною дозою за гідролітичною кислотністю у поєднанні з органіно-мінеральною системою удобрення виявилось найефективнішим заходом зниження потенційної кислотності. Показник pH_{KCl} через десять років після проведення хімічної меліорації становив 7,2, що на 29 % вище від вихідного значення.

Таблиця 2

Гідролітична кислотність орного (0–20 см) шару сірого лісового ґрунту за вапнування та різних систем удобрення, мг-екв/100 г ґрунту

Варіант	рік дії вапна				Середнє, 2013- 2015	± % до вихідного
	2005 (вихідні дані)	2013 (8-й)	2014 (9-й)	2015 (10-й)		
Без добрив (контроль)	4,02	4,14	4,16	4,24	4,18	4
CaCO ₃ (1,0 Нг)	2,71	2,04	1,96	2,08	2,03	-25
НРК	3,97	4,08	4,12	4,16	4,12	4
НРК + CaCO ₃ (1,0 Нг)	3,36	2,31	2,43	2,48	2,41	-28
НРК + Фон	3,80	3,74	3,71	3,62	3,69	-3
НРК + CaCO ₃ (1,0 Нг) + Фон	3,11	2,05	2,10	2,18	2,11	-32
НРК + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Нг) + Фон	3,20	1,90	2,00	2,05	1,98	-38
2 НРК + CaCO ₃ (1,0 Нг) + Фон	3,59	2,34	2,36	2,48	2,39	-33
1,5 НРК + CaCO ₃ (1,5 Нг) + Фон	3,18	1,45	1,58	1,72	1,58	-50
1,5 НРК + CaCO ₃ (1,0 Нг)	3,18	2,31	2,34	2,40	2,35	-26
2 НРК + CaCO ₃ (1,0 Нг)	3,38	2,60	2,68	2,76	2,68	-21
НІР _{0,05}	0,16	0,16	0,20	0,19		

Примітка. Фон – побічна продукція + сидерат.

Під дією внесеного вапна змінювався не тільки показник pH_{KCl} , але й гідролітична кислотність. Результати досліджень свідчать, що на варіанті без внесення добрив (контроль) у роки проведення досліджень гідролітична кислотність була на рівні 4,18 мг-екв/100 г ґрунту. Нижчі значення, з незначним коливанням за роками, виявлено за використання лише мінеральних добрив у рекомендованих дозах (132 кг/га НРК на 1 га сівозмінної площі), показник гідролітичної кислотності на цьому варіанті в середньому становив 4,12 мг-екв/100 г ґрунту, що свідчить про

незначний вплив рекомендованих доз мінеральних добрив на зміну гідролітичної кислотності в сірому лісовому ґрунті.

На варіанті з підвищеними дозами мінеральних добрив на фоні побічної продукції та сидерату проведення вапнування повною дозою за гідролітичною кислотністю забезпечило значення Нг на 8-10-й роки дії вапна у межах 2,34-2,48 мг-екв/100 г ґрунту, що в середньому на 33 % нижче від показника до проведення хімічної меліорації.

Найефективнішим заходом щодо зниження потенційної кислотності сірого лісового ґрунту виявилось вапнування полуторною дозою за гідролітичною кислотністю за орґано-мінеральної системи удобрення. Гідролітична кислотність ґрунту на цьому варіанті через десять років після проведення хімічної меліорації становила 1,72 мг-екв/100 г ґрунту, що на 46 % нижче від вихідного значення. Таким чином, меліоративна ефективність полуторної дози дефекату через 10 років після проведення хімічної меліорації забезпечувала оптимальні показники кислотності для вирощування більшості сільськогосподарських культур та накопичення вмісту гумусу в формі найбільш агрономічно цінних гумінових кислот другої фракції.

Вплив трансформації вбирного комплексу на гумусний стан ґрунту. Процеси гумусоутворення тісно пов'язані з наявністю в ґрунтовому вбирному комплексі кальцію і магнію, які впливають на формування гумусових речовин.

Комплексна хімічна меліорація викликала значні зміни в структурі обмінних катіонів вбирного комплексу ґрунту. В ньому зростав уміст обмінного кальцію та магнію, змінювалося співвідношення у складі обмінних катіонів, зростав ступінь насичення ґрунту основами (рис. 1).

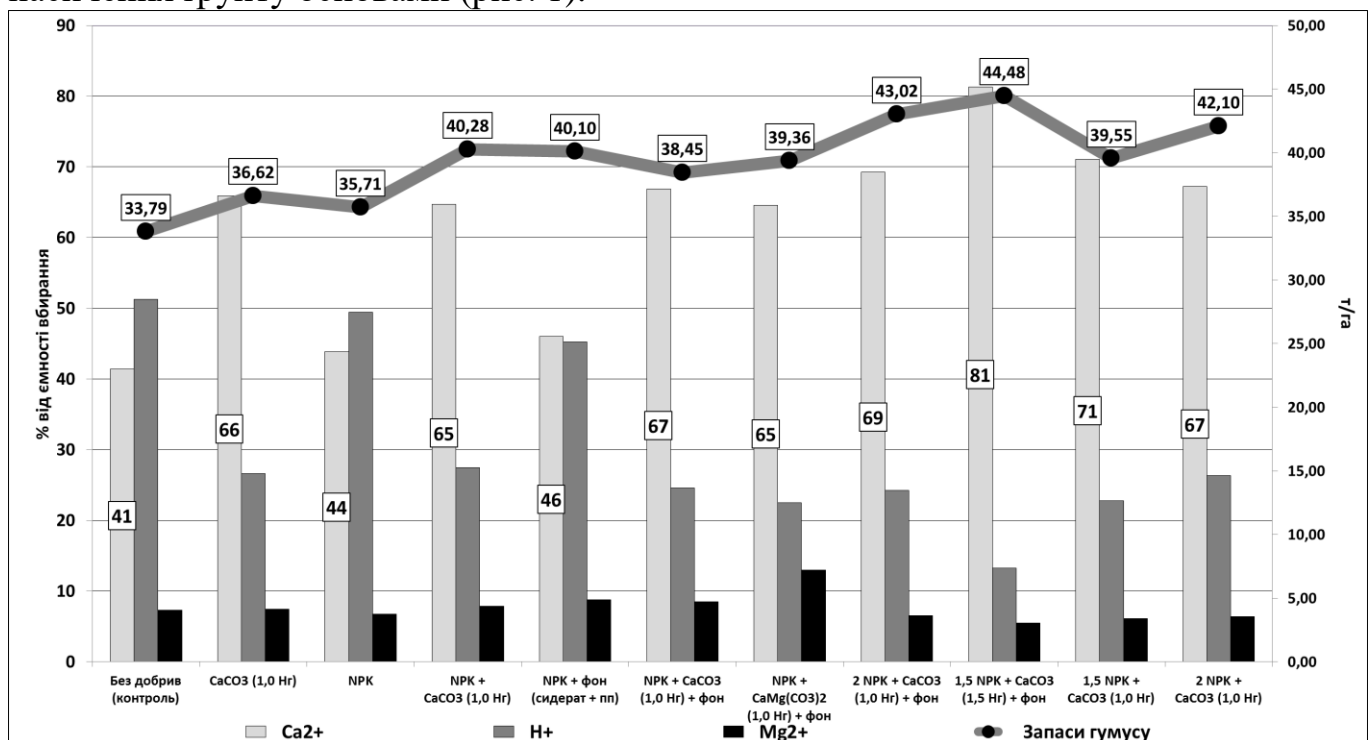


Рис. 1. Вплив структури вбирного комплексу та ступеня насиченості орґанного шару ґрунту основами Ca²⁺ і Mg²⁺ на стабілізацію запасів гумусу, середнє 2013-2015 рр.

На варіанті, де вносили лише вапно в повній дозі за гідролітичною кислотністю, вміст обмінного водню в роки проведення досліджень був на 28 % нижче порівняно з вихідним значенням і становив 27 % від ємності вбирання, а ступінь насичення ґрунту основами на 10-й рік дії вапна становив 73 %. Трансформація ґрунтового вбирного комплексу сприяла збереженню запасів гумусу, які були на 8 % вищі, ніж на контролі, та становили в середньому за роки досліджень 36,62 т/га.

За внесення полуторної дози вапна, розрахованої за гідролітичною кислотністю, по фоні органічних та підвищених доз мінеральних добрив на 8-10-й роки дії меліоранта частка кальцію була найвищою і становила 81 % від ємності вбирання, а частка обмінного водню лише 13 %. Ступінь насичення ґрунту основами на цьому варіанті в роки досліджень був на рівні 87 %.

Таким чином, полуторна доза вапна за органо-мінеральної системи удобрення, навіть на 8-10-й роки після внесення, підтримувала ступінь насичення ґрунту основами на високому рівні. Тут склалися сприятливі фізико-хімічні властивості для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур та накопичення гумусу в сірому лісовому ґрунті. Запаси гумусу в орному шарі були найвищими і становили 44,48 т/га.

ГУМУСНИЙ СТАН ҐРУНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ТА ХІМІЧНОЇ МЕЛІОРАЦІЇ

Роль гумусу в ґрунті досить багатогранна. Він визначає потенційну родючість ґрунту і, в той же час, є найбільш рухомою його частиною. На зміну кількості гумусу в ґрунті та трансформацію його якісного складу значний вплив мають вапнування, застосування органічних та мінеральних добрив, вирощування сільськогосподарських культур.

Вміст та якісний склад гумусу в ґрунті за вапнування та різних систем удобрення. Результати досліджень свідчать, що вирощування сільськогосподарських культур на сірому лісовому ґрунті без внесення добрив та хімічної меліорації призводило до погіршення його властивостей та втрат гумусу з орного шару (табл. 3). Зниження вмісту гумусу в ґрунті, за 24 роки його використання, на 8 % порівняно з вихідним значенням свідчить, що мінералізація гумусу на цьому варіанті переважає у процесах трансформації органічної речовини.

Розширене відтворення загального гумусу в сірому лісовому ґрунті досягалося за органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування. За органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування повною дозою за гідролітичною кислотністю вміст гумусу становив від 1,40 до 1,44 % і залежав від виду меліоранта. За внесення дефекату загальний вміст гумусу був на 14 %, а доломітового борошна, яке поряд з кальцієм містить у своєму складі магній, на 17 % вищий, ніж на варіанті без внесення добрив (контроль). Таким чином, за органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування доломітовим борошном відбулося більше накопичення гумусу в ґрунті, ніж за внесення дефекату.

Найбільше зростання загального вмісту гумусу виявлено за внесення вапна повною та полуторною дозою за гідролітичною кислотністю в поєднанні з помірною

(N₇₁P₃₉K₇₁) та підвищеною (N₉₄P₅₁K₉₄) дозами мінеральних добрив і органічними добривами у вигляді сидерату та побічної продукції попередника. Вміст гумусу тут у середньому за роки досліджень становив відповідно 1,57 % й 1,62 %, що на 16 і 20 % більше від вихідного вмісту. Таким чином, вміст загального гумусу за орґано-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування полуторною дозою за гідролітичною кислотністю на 8-10-й роки дії вапна був на 32 % вищим, ніж на контролі та відповідно на 21 %, ніж на варіанті з проведенням вапнування повною дозою за гідролітичною кислотністю.

Таблиця 3

Загальний вміст гумусу в орному (0–20 см) шарі сірого лісового ґрунту за вапнування та різних систем удобрення, %

Варіант	1992 (вихідні дані)	Рік дії вапна			Середнє, (2013-2015)	± % до контролю
		2013 (8-й)	2014 (9-й)	2015 (10-й)		
Без добрив (контроль)	1,34	1,29	1,22	1,19	1,23	-
CaCO ₃ (1,0 Нг)	1,33	1,37	1,35	1,29	1,34	8
НРК	1,28	1,34	1,30	1,27	1,30	6
НРК + CaCO ₃ (1,0 Нг)	1,41	1,49	1,47	1,45	1,47	19
НРК + Фон	1,35	1,48	1,46	1,45	1,46	19
НРК + CaCO ₃ (1,0 Нг) + Фон	1,27	1,42	1,40	1,39	1,4	14
НРК + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Нг) + Фон	1,24	1,45	1,44	1,42	1,44	17
2 НРК + CaCO ₃ (1,0 Нг) + Фон	1,35	1,59	1,58	1,54	1,57	27
1,5 НРК + CaCO ₃ (1,5 Нг) + Фон	1,35	1,64	1,63	1,60	1,62	32
1,5 НРК + CaCO ₃ (1,0 Нг)	1,33	1,45	1,46	1,42	1,44	17
2 НРК + CaCO ₃ (1,0 Нг)	1,40	1,56	1,53	1,52	1,54	25
НІР _{0,05}	0,04	0,04	0,03	0,03		

Примітка. Фон – побічна продукція + сидерат.

У зв'язку з крупнопилувато-легкосуглинковим гранулометричним складом, що є причиною низької поглинальної здатності, низьким вмістом обмінних катіонів кальцію й магнію в умовах періодично промивного типу водного режиму, органічні сполуки у сірому лісовому ґрунті знаходяться у вигляді водорозчинних і колоїднодисперсних сполук, які легко виносяться за межі кореневмісного шару та втрачаються як позитивні елементи балансу гумусу.

Вивчення якісного складу гумусу сірого лісового ґрунту показало, що вапнування та систематичне внесення добрив мають істотний вплив на вміст рухомих гумінових кислот. Встановлено, що вміст рухомих гумінових кислот за вирощування сільськогосподарських культур без внесення добрив та проведення хімічної меліорації у роки проведення досліджень в орному шарі сірого лісового

грунту підвищувався від 18,70 до 20,57 % від загального вмісту вуглецю, який при цьому знизився від 0,75 до 0,69 % (табл. 4).

Таблиця 4

Вміст рухомих гумінових кислот в орному (0–20 см) шарі сірого лісового ґрунту за вапнування та різних систем удобрення

Варіант	Рік дії вапна					
	2013 (8-й)		2014 (9-й)		2015 (10-й)	
	$C_{\text{заг}}, \%$	$C_{\text{рух}}, \%$ ВІД $C_{\text{заг}}$	$C_{\text{заг}}, \%$	$C_{\text{рух}}, \%$ ВІД $C_{\text{заг}}$	$C_{\text{заг}}, \%$	$C_{\text{рух}}, \%$ ВІД $C_{\text{заг}}$
Без добрив (контроль)	0,75	18,70	0,71	19,88	0,69	20,57
CaCO ₃ (1,0 Нг)	0,79	16,54	0,78	16,92	0,75	16,11
НРК	0,78	17,42	0,75	17,34	0,74	18,45
НРК + CaCO ₃ (1,0 Нг)	0,86	12,89	0,85	13,78	0,84	14,12
НРК + Фон	0,86	18,2	0,85	17,95	0,84	18,12
НРК + CaCO ₃ (1,0 Нг) + Фон	0,82	12,17	0,81	12,20	0,81	12,52
НРК + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Нг) + Фон	0,84	10,82	0,84	10,56	0,82	11,05
2 НРК + CaCO ₃ (1,0 Нг) + Фон	0,92	13,37	0,92	13,80	0,89	11,06
1,5 НРК + CaCO ₃ (1,5 Нг) + Фон	0,95	9,80	0,95	10,13	0,93	10,86
1,5 НРК + CaCO ₃ (1,0 Нг)	0,84	14,2	0,85	14,01	0,82	13,96
2 НРК + CaCO ₃ (1,0 Нг)	0,90	15,95	0,89	15,48	0,88	15,23
НІР _{0,05}	0,02	0,23	0,02	0,19	0,02	0,26

Примітка. Фон – побічна продукція + сидерат.

Значне зниження вмісту рухомих гумінових кислот за одночасного підвищення загального вмісту вуглецю у ґрунті досягалося за органо-мінеральної системи удобрення на фоні проведення хімічної меліорації. На варіантах із застосуванням побічної продукції та сидерацією один раз за ротацію сівозміни у поєднанні з рекомендованими дозами мінеральних добрив на фоні вапнування повною дозою за гідролітичною кислотністю, вміст рухомих гумінових кислот становив у середньому 12,30 % за внесення дефекату та 10,81 % – доломітового борошна. Підвищення доз мінеральних добрив до 264 кг НРК на 1 га сівозмінної площі на тому ж фоні органічних добрив та вапнування, сприяло відносному підвищенню на 4 % вмісту рухомих гумінових кислот на 8-10-й роки дії меліоранта порівняно з варіантом, де застосовували рекомендовані дози мінеральних добрив.

Найкращі умови для трансформації органічних речовин, що надходять у ґрунт, у найбільш агрономічно цінну фракцію гумінових кислот створювалися за органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування полуторною дозою за гідролітичною кислотністю. Вміст рухомих гумінових кислот в орному шарі ґрунту коливався в роки проведення досліджень від 9,80 до 10,86 % від загального вмісту

вуглецю, що відповідно на 48 і 38 % нижче, ніж на контролі (без добрив) та варіанті з вапнуванням повною дозою за гідролітичною кислотністю.

Баланс гумусу в ґрунті. Для отримання об'єктивних даних щодо впливу різних видів добрив та хімічної меліорації на гумусний стан було визначено баланс гумусу (за 10 років) у ґрунті за внесення побічної продукції попередника.

Баланс гумусу на контролі (без добрив) був дефіцитним, а втрати гумусу за 10 років становили 1,77 т/га, що пов'язано зі щорічним відчуженням органічної речовини з урожаєм сільськогосподарських культур. Внаслідок цього порушився закон повернення та відбувалося переважання процесів мінералізації органічної речовини над її новоутворенням за рахунок гуміфікації коренево-поживних решток.

Розрахунки балансу гумусу за роки після проведення хімічної меліорації свідчать, що вапнування повною дозою за гідролітичною кислотністю є недостатнім заходом для досягнення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті за вирощування культур зерно-трав'яної сівозміни. Втрати гумусу за цей період тут становили 0,71 т/га, що на 60 % менше порівняно з контролем (без добрив).

Ефективним заходом щодо накопичення гумусу виявилась мінеральна система удобрення на фоні хімічної меліорації повною дозою за гідролітичною кислотністю, а збільшення позитивного балансу на цих варіантах було тісно пов'язане зі зростанням доз мінеральних добрив. За внесення рекомендованих доз мінеральних добрив на фоні вапнування баланс гумусу в ґрунті був позитивним і становив 0,96 т/га, тоді як там, де вносили мінеральні добрива в помірних і підвищених дозах на тому ж фоні вапна новоутворення гумусу перевищувало його втрати на мінералізацію, а приріст становив 2,55 і 3,06 т/га відповідно.

Позитивний баланс гумусу встановлено за орґано-мінеральної системи удобрення на фоні проведення хімічної меліорації полуторною дозою за гідролітичною кислотністю. Накопичення гумусу за 10 років тут становило 11,38 т/га, що на 33 % вище порівняно з орґано-мінеральною системою удобрення на фоні повної дози вапна. Таким чином, хімічна меліорація сірого лісового ґрунту полуторною дозою за гідролітичною кислотністю є ефективнішим заходом щодо накопичення гумусу порівняно із застосуванням повної дози вапна на тому ж фоні добрив.

АГРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ВАПНУВАННЯ ТА УДОБРЕННЯ

Орґанічна речовина ґрунту є важливим джерелом елементів живлення для рослин, а вміст і запаси гумусу помітно впливають на поживний режим ґрунту. Тому зміни гумусного стану, які відбуваються внаслідок проведення хімічної меліорації та внесення орґанічних і мінеральних добрив визначають динаміку змін поживних елементів у ґрунті та його родючість в цілому.

Ведення зерно-трав'яної сівозміни на сірому лісовому ґрунті без вапнування та внесення добрив призводить до зниження вмісту основних біогенних елементів у шарі 0–20 см. На контролі (без добрив) у роки проведення досліджень вміст лужногідролізованого азоту був низьким (47–55 мг/кг ґрунту), рухомих фосфатів

високим (206–219 мг/кг ґрунту), рухомих сполук калію низьким (52–65 мг/кг ґрунту), що відповідно на 29 %, 5 % і 52 % нижче від вихідних значень.

Найбільший позитивний ефект на поживний режим сірого лісового ґрунту встановлено за органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування різними дозами за гідролітичною кислотністю. За таких систем удобрення підвищується вміст гумусу та покращуються фізико-хімічні властивості ґрунту, а доступність макроелементів рослинам залишається високою. За органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування різними дозами вапна вміст лужногідролізованого азоту був низьким (71–82 мг/кг ґрунту), рухомих фосфатів високим та дуже високим (222–353 мг/кг ґрунту), рухомих сполук калію низьким і середнім (75–100 мг/кг ґрунту).

Встановлено тісні кореляційні зв'язки вмісту загального гумусу з умістом лужногідролізованого азоту ($r=0,806$), рухомих фосфатів ($r=0,741$) та рухомих сполук калію ($r=0,936$).

ПРОДУКТИВНІСТЬ ЛАНКИ СІВОЗМІНИ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ ТА ХІМІЧНОЇ МЕЛІОРАЦІЇ

У гумусі накопичуються і довго зберігаються всі основні елементи живлення рослин. При поступовій мінералізації гумусу ці елементи переходять у мінеральні форми і використовуються рослинами. У результаті проведених досліджень встановлено, що середній приріст продуктивності ланки сівозміни на сірому лісовому ґрунті від агрохімічного чинника становив від 15 до 111 % (табл. 5).

При розкладанні гумусу й органічних решток виділяється велика кількість двоокису вуглецю, який надходить у приґрунтові шари повітря і слугує джерелом вуглецевого живлення рослин. Тому зі збільшенням умісту гумусу в ґрунтах урожайність сільськогосподарських культур зростає. Проведення хімічної меліорації, внесення органічних і мінеральних добрив, сприяючи відтворенню вмісту гумусу та покращанню його якісного складу, позитивно впливали і на ефективну родючість сірого лісового ґрунту.

Продуктивність ланки сівозміни на 8-10-й роки після проведення хімічної меліорації залежала від доз та видів меліорантів і добрив, біологічних особливостей культур сівозміни та погодних умов кожного окремого року. На контролі (без добрив), який характеризувався низьким вмістом гумусу та несприятливими фізико-хімічними й агрохімічними показниками, продуктивність культур у досліді була найнижчою і становила в середньому 2,29 т/га зернових одиниць. Продуктивність культур ланки сівозміни на варіанті, де проводили лише вапнування повною дозою за гідролітичною кислотністю, на 8-10-й роки дії вапна була невисокою і становила 2,62 т/га зернових одиниць, що лише на 15 % вище, ніж на контролі.

Найбільші прирости врожайності отримано за внесення побічної продукції та сидерату в поєднанні з помірними і підвищеними (відповідно $N_{71}P_{39}K_{71}$ та $N_{94}P_{51}K_{94}$) дозами мінеральних добрив на фоні вапнування повною і полуторною дозами за гідролітичною кислотністю. Продуктивність ланки сівозміни за вапнування повною

Таблиця 5

Продуктивність ланки сівозміни за вапнування та різних систем удобрення, т/га зернових одиниць

Варіант	Соя, 2013–2015 рр.	Пшениця яра, 2014–2015 рр.	Гречка, 2015 р.	Середня, 2013–2015 рр.	Приріст від		Приріст від агрохімічного чинника, %
					вапнування	сумарної дії факторів	
Без добрив (контроль)	2,79	2,47	1,60	2,29	-	-	-
CaCO ₃ (1,0 Нг)	3,34	2,82	1,71	2,62	0,34	-	15
НПК	4,10	3,04	1,83	2,99	-	0,71	31
НПК + CaCO ₃ (1,0 Нг)	4,41	3,63	2,80	3,61	0,62	1,33	58
НПК + Фон	4,29	3,65	3,09	3,68	-	1,39	61
НПК + CaCO ₃ (1,0Нг) + Фон	4,95	3,91	3,49	4,12	0,44	1,83	80
НПК + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Нг) + Фон	5,15	4,01	3,53	4,23	0,55	1,94	85
2 НПК + CaCO ₃ (1,0 Нг) + Фон	5,97	4,42	3,99	4,79	-	2,51	110
1,5 НПК + CaCO ₃ (1,5 Нг) + Фон	5,99	4,55	3,91	4,81	-	2,53	111
1,5 НПК + CaCO ₃ (1,0 Нг)	5,12	3,98	3,49	4,20	-	1,91	84
2 НПК + CaCO ₃ (1,0 Нг)	5,86	4,47	3,77	4,70	-	2,41	106
НІР _{0,05}	0,08	0,07	0,12	0,09			

Примітка. Фон – побічна продукція + сидерат

дозою за гідролітичною кислотністю у поєднанні з підвищеними дозами мінеральних добрив та заорюванням нетоварної продукції рослинництва і зеленої маси сидерату становила 4,79 т/га зернових одиниць, що на 110 % вище від контролю (без добрив). Аналізуючи загальну продуктивність ланки сівозміни за органо-мінеральної системи удобрення на фоні внесення полуторної дози вапна, встановлено найвищий рівень продуктивності сільськогосподарських культур – 4,81 т/га зернових одиниць і відповідно найвищий приріст урожайності від сумарної дії чинників – 2,53 т/га зернових одиниць.

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХОДІВ ВІДТВОРЕННЯ РОДЮЧОСТІ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ

Розрахунок економічної ефективності вапнування сірого лісового ґрунту Правобережного Лісостепу свідчить, що найрентабельнішою слід вважати органо-мінеральну систему удобрення з рекомендованими та підвищеними дозами (відповідно 132 та 198 кг NPK на 1 га сівозмінної площі) мінеральних добрив на фоні вапнування повною і полуторною дозами за гідролітичною кислотністю, яка забезпечила отримання додаткової продукції на суму 13737–18184 грн/га, при цьому умовно чистий прибуток становив 15717–18130 грн/га, а рівень рентабельності 121 %.

Енергетична ефективність вапнування повною дозою за гідролітичною кислотністю була високою, що можна пояснити низькою енергоємністю витрачених добрив – 874 МДж/га та тривалою позитивною дією вапна на ефективну родючість сірого лісового ґрунту. Енергія приросту урожаю на 8-10-й роки після проведення хімічної меліорації становила в середньому 4225 МДж/га, а коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,6.

Найвищий приріст енергії – 31456 МДж/га забезпечило сумісне внесення підвищених доз мінеральних ($N_{71}P_{39}K_{71}$) та органічних добрив (побічна продукція і сидерат) на фоні вапнування полуторною дозою за гідролітичною кислотністю. Ця система удобрення забезпечила найвищу енергоємність урожаю 60914 МДж/га, проте енергоємність добрив була нижчою порівняно з варіантами, де застосовували підвищені дози мінеральних добрив, а загальні енергетичні витрати становили 22377 МДж/га. Саме тому коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}) був найвищим і становив 2,72.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукового завдання, яке полягає у встановленні впливу вапнування за різних систем удобрення на гумусний стан сірого лісового ґрунту північної частини Правобережного Лісостепу та продуктивність ланки сівозміни.

1. Ведення зерно-трав'яної сівозміни на сірому лісовому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті без хімічної меліорації та застосування добрив призводить до погіршення його кислотно-основних властивостей. За 24 роки pH_{KCl} в шарі 0–20 см знизився від 4,6 до 4,4, гідролітична кислотність підвищилась з 3,6 до

4,24 мг-екв/100 г ґрунту, обмінна – з 0,12 до 0,27 мг-екв/100 г ґрунту, вміст рухомого алюмінію зріс від 0,88 до 2,36 мг/100 г ґрунту.

2. Застосування на сірому лісовому ґрунті доломітового борошна та дефекату (1,0 і 1,5 Нг) за різних систем удобрення сприяє покращанню його кислотно-основних показників родючості. На 8–10-й роки після проведення хімічної меліорації, залежно від системи удобрення, виду та дози меліоранта рН_{KCl} знаходився в межах від 5,9 до 7,4, гідролітична кислотність становила 2,68–1,58 мг-екв/100 г ґрунту, обмінна – 0,066–0,028 мг-екв/100 г ґрунту, вміст рухомого алюмінію змінювався від 0,02 до 0,63 мг/100 г ґрунту.

3. Позитивні зміни у структурі обмінних катіонів чітко проявляються під впливом хімічної меліорації. Вапнування повною та полуторною дозами за гідролітичною кислотністю сприяло зниженню частки обмінного водню в структурі ґрунтового вбирного комплексу з 40–33 до 28–15 %, а ступінь насичення ґрунту основами на 10-й рік дії вапна становив 72–85 % від ємності вбирання. Трансформація ґрунтового вбирного комплексу сприяє збереженню запасів гумусу, які в шарі 0–20 см були в середньому на 8–32 % вищими, ніж на контролі та становили 36,62–44,48 т/га.

4. Вирощування сільськогосподарських культур на сірому лісовому ґрунті без внесення добрив та хімічної меліорації призводить до погіршення його властивостей та втрат гумусу з шарів 0–20 і 20–40 см. Відносне зниження вмісту гумусу в шарі ґрунту 0–20 см за 24 роки з 1,34 до 1,19 %, а в шарі 20–40 см з 1,03 до 0,86 % свідчить, що мінералізація гумусу на контролі (без добрив) переважає у процесі трансформації органічної речовини. Запаси гумусу в шарі 0–40 см у середньому становили 59,5 т/га, що на 11 % менше вихідних значень.

5. Найбільше підвищення вмісту гумусу відбувається за внесення вапна повною та полуторною дозою за гідролітичною кислотністю в поєднанні з помірними (N₇₈P₄₂K₇₈) та підвищеними (N₁₀₄P₅₆K₁₀₄) дозами мінеральних добрив і заорюванням побічної продукції та сидерату (один раз за ротацію сівозміни). Загальний вміст гумусу за роки досліджень у шарі 0–20 см коливався від 1,57 до 1,62 %, що відповідно на 16–20 % більше від вихідного вмісту. Запаси гумусу в шарі 0–40 см підвищились на 13–15 % та становили в середньому 81,7–82,7 т/га.

6. Щорічне заорювання всієї побічної продукції попередника та сидерації один раз за ротацію 7-пільної сівозміни в поєднанні з помірними дозами мінеральних добрив (198 кг на 1 га сівозмінної площі) на фоні вапнування (1,5 Нг) сприяло зниженню вмісту рухомих гумінових кислот. На 8–10-й роки дії вапна він був нижчий, ніж на контролі (без добрив), на 48 % у шарі 0–20 та 62 % у шарі 20–40 см, становлячи в середньому 10,26 % і 5,54 % від C_{заг} відповідно. Найвищу продуктивність у досліді отримано на цьому варіанті, тому такий вміст рухомих гумінових кислот у верхніх кореневмісних шарах сірого лісового ґрунту можна вважати оптимальним за інтенсивного вирощування сільськогосподарських культур.

7. За вирощування сільськогосподарських культур на сірому лісовому ґрунті без проведення хімічної меліорації та внесення добрив баланс гумусу в ґрунті дефіцитний. Внесення лише мінеральних добрив (132 кг на 1 га сівозмінної площі) є недостатнім заходом для досягнення бездефіцитного балансу гумусу. Позитивного

балансу гумусу можна досягти за внесення мінеральних добрив ($N_{52}P_{28}K_{52}$, $N_{78}P_{42}K_{78}$, $N_{104}P_{56}K_{104}$) на фоні вапнування повною дозою за гідролітичною кислотністю. Найбільший середньорічний приріст гумусу в орному (0–20 см) шарі ґрунту 1,11–1,14 т/га встановлено за заорювання зеленої маси сидерату та побічної продукції попередника у поєднанні з внесенням помірних ($N_{71}P_{39}K_{71}$) і підвищених ($N_{94}P_{51}K_{94}$) доз мінеральних добрив на фоні вапнування (1,0 і 1,5 Нг).

8. Покращання гумусного стану та оптимізація фізико-хімічних показників родючості сірого лісового легкосуглинкового ґрунту за внесення вапна сприяє поліпшенню його поживного режиму. За органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування (1,0 і 1,5 Нг) вміст лужногідролізованого азоту в ґрунті підвищився відносно вихідного його вмісту, але ступінь забезпечення цим елементом залишився низьким (72–78 мг/кг). Вміст рухомих фосфатів у ґрунті був високим (253–351 мг/кг), а рухомих сполук калію – середнім (79–94 мг/кг).

9. Застосування різних доз та видів хімічних меліорантів, окремо й у поєднанні з різними системами удобрення, на кислому сірому лісовому ґрунті на 8–10-й роки після проведення хімічної меліорації забезпечує зростання продуктивності ланки сівозміни на 0,34–0,62 т/га зернових одиниць. Найвищу продуктивність ланки сівозміни – 4,81 т/га зернових одиниць, отримано за органо-мінеральної системи удобрення на фоні внесення полуторної дози (1,5 Нг) вапна.

10. Для 7-пільної зерно-трав'яної сівозміни на сірому лісовому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті економічно ефективним слід вважати органо-мінеральну систему удобрення (побічна продукція, сидерат та $N_{52}P_{28}K_{52}$ на 1 га сівозмінної площі) на фоні внесення дефекату або доломітового борошна (1,0 Нг), що забезпечує отримання умовно чистого прибутку 15,7–16,1 тис. грн/га за рентабельності 121 %. Найефективнішим виявилось застосування органічних добрив у поєднанні з помірними дозами мінеральних ($N_{78}P_{42}K_{78}$ на 1 га сівозмінної площі) на фоні внесення дефекату (1,5 Нг), що забезпечило отримання умовно чистого прибутку на суму 18,1 тис. грн/га за рентабельності 121 %.

11. Коефіцієнт енергетичної ефективності за вирощування культур ланки сівозміни становить від 2,1 до 2,72. Найвище значення K_{ee} отримано за внесення дефекату (1,5 Нг) в поєднанні із заорюванням побічної продукції та сидерату (один раз за ротацію сівозміни) й помірними дозами ($N_{78}P_{42}K_{78}$ на 1 га сівозмінної площі) мінеральних добрив – 2,72.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Господарствам з обмеженим ресурсним забезпеченням у північних районах Правобережного Лісостепу України для посилення процесів гуміфікації та збільшення вмісту і запасів гумусу в сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті рекомендується застосування повної дози вапна, розрахованої за гідролітичною кислотністю (4,4–5,4 т/га $CaCO_3$) у поєднанні з органічними і мінеральними добривами (сидерат, побічна продукція та $N_{52}P_{28}K_{52}$ на 1 га сівозмінної площі), що забезпечує підвищення продуктивності культур ланки сівозміни на 1,83 т/га зернових одиниць за отримання умовно чистого прибутку 15,7 тис. грн/га.

У господарствах з достатнім ресурсним забезпеченням для отримання тривалішого меліоративного ефекту на показники родючості сірого лісового ґрунту рекомендується застосування полторної дози вапна розрахованої за гідролітичною кислотністю (7,3 т/га CaCO_3) у поєднанні з органічними і мінеральними добривами (сидерат, побічна продукція та $\text{N}_{78}\text{P}_{42}\text{K}_{78}$ на 1 га сівозмінної площі), що забезпечує підвищення продуктивності культур ланки сівозміни на 2,53 т/га зернових одиниць за отримання умовно чистого прибутку 18,1 тис. грн/га.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Ткаченко М. А. Залежність стабілізації запасів гумусу сірого лісового ґрунту від вмісту обмінного кальцію / М. А. Ткаченко, Т. І. Григора, В. М. Шкляр // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2014. – № 47. Режим доступу до журналу: http://nd.nubip.edu.ua/2014_5/15.pdf. (проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, підготовка статті до друку).
2. Вплив технології вирощування на продуктивність сівозміни в Правобережному Лісостепу / Г. А. Мазур, М. А. Ткаченко, В. М. Шкляр, С. Г. Пелюховський // Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство». – 2014. – Вип. 1–2. – С. 10–14. (проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, підготовка статті до друку).
3. Шкляр В. М. Гумусний стан сірого лісового ґрунту залежно від системи удобрення та хімічної меліорації / В. М. Шкляр // Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Передгірне та гірське землеробство і тваринництво». – 2015. – Вип. 58. – Частина 1. – С. 10–14. (проведення досліджень, узагальнення результатів, підготовка до друку).
4. Ткаченко Н. А. Влияние известкования при разных системах удобрения на качественный состав гумуса серой лесной почвы / М. А. Ткаченко, В. Н. Шкляр // Почвоведение и агрохимия. – Жодино, 2016. – № 56 (1). – С. 145–152. (проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, підготовка статті до друку).
5. Мазур Г. А. Вплив вапнування за різних систем удобрення в сівозміні на баланс гумусу в сірому лісовому ґрунті / Г. А. Мазур, М. А. Ткаченко, В. М. Шкляр // Вісник аграрної науки. – 2016. – № 10. – С. 5–11. (проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, підготовка статті до друку).
6. Агрохімічні властивості сірого лісового ґрунту залежно від вапнування та різних систем удобрення / М. А. Ткаченко, В. М. Шкляр, М. О. Дергач, В. М. Замлинська // Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». – 2016. – Вып 3–4. – С. 3–11. (проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, підготовка статті до друку).
7. Регулювання родючості сірого лісового ґрунту за різного технологічного навантаження у сівозміні / Г. А. Мазур, М. А. Ткаченко, І. М. Кондратюк, В. М. Шкляр // В кн.: Шляхи підвищення ефективності використання землі в сучасних умовах. – К.: ВП «Едельвейс», 2016. – С. 84–96. (проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, підготовка статті до друку).

8. Шкляр В. М. Зміни вмісту рухомих гумінових кислот сірого лісового ґрунту залежно від удобрення та вапнування / В. М. Шкляр // Матеріали науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів «Інноваційні технології для конкурентоспроможного аграрного виробництва» (Чабани, 11–13 листопада 2013 р.). – Вінниця: ТОВ «Нілан-ДТД», 2013. – С. 98–99. (проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, підготовка тез до друку).

9. Ткаченко М. А. Ефективність агрохімічних факторів відтворення родючості елювіальних ґрунтів Лісостепу / М. А. Ткаченко, С. Г. Пелюховський, В. М. Шкляр // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави» (Київ, 22–24 липня 2014 р.). – К., 2014. – Вип. 1. – С. 30–38. (проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка тез до друку).

10. Шкляр В. М. Вплив вапнування та різних систем удобрення сірого лісового ґрунту на врожайність пшениці ярої / В. М. Шкляр // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку» (Дніпропетровськ, 22–23 жовтня 2015 р.). – Дніпропетровськ: РВВ ДДАЕУ, 2015. – С. 196–197. (проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, підготовка тез до друку).

11. Шкляр В. М. Баланс гумусу в сірому лісовому ґрунті за різних систем удобрення та хімічної меліорації / В. М. Шкляр // Матеріали науково-практичної конференції молодих учених і спеціалістів «Інноваційні розробки молодих учених для конкурентоспроможного аграрного виробництва» (Чабани, 10–12 листопада 2015 р.). – К.: ВП «Едельвейс», 2015. – С. 3–4. (проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, підготовка тез до друку).

12. Шкляр В. М. Вплив трансформації ґрунтового вбирного комплексу на зміни запасів гумусу в сірому лісовому ґрунті / В. М. Шкляр // матеріали науково-практичної конференції молодих учених і спеціалістів «Наукові основи ефективного розвитку галузі землеробства та використання земельно-ресурсного потенціалу України» (Чабани, 1–3 листопада 2016 р.). – К.: ВП «Едельвейс», 2016. – С. 5–6. (проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, підготовка тез до друку).

АНОТАЦІЯ

Шкляр В. М. Гумусний стан сірого лісового ґрунту за хімічної меліорації та різних систем удобрення. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.03 – агроґрунтознавство і агрофізика. – ННЦ «Інститут землеробства НААН», Чабани, 2017.

У дисертації викладено результати досліджень закономірностей впливу вапнування за різних систем удобрення на процеси оптимізації вмісту та трансформацію якісного складу гумусу сірого лісового ґрунту північної частини Правобережного Лісостепу й продуктивність ланки сівозміни.

Вапнування сірого лісового ґрунту сприяє збереженню, а за поєднання з удобренням, і відтворенню запасів гумусу та зниженню вмісту рухомих гумінових кислот. Найбільший позитивний ефект на гумусний стан виявлено за використання

органомінеральної системи удобрення на фоні внесення дефекату (1,5 Нг) – загальний уміст гумусу на 8–10-й рік дії вапна був на 20,2 % вищим від вихідного значення, а його запаси в шарі 0–40 см підвищились на 10,7 т/га. Вміст рухомих гумінових кислот був найнижчим серед досліджуваних варіантів і змінювався в роки досліджень від 9,8 до 10,86 % від загального вмісту вуглецю в ґрунті. Баланс гумусу був позитивний – 11,38 т/га, а щорічні прирости гумусу в орному шарі становили 1,14 т/га.

Застосування різних доз та видів хімічних меліорантів, окремо і у поєднанні з різними видами добрив, на сірому лісовому ґрунті на 8-10-й роки після проведення хімічної меліорації забезпечувало істотний приріст продуктивності ланки сівозміни – 0,34–0,62 т/га зернових одиниць.

Ключові слова: вміст гумусу, гуміфікація, мінералізація, сірий лісовий ґрунт, родючість, вапнування, система удобрення, продуктивність сівозміни.

АННОТАЦІЯ

Шкляр В. Н. Гумусное состояние серой лесной почвы при химической мелиорации и различных системах удобрения. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.03 – агропочвоведение и агрофизика. – ННЦ «Институт земледелия НААН», Чабаны, 2017.

В диссертации изложены результаты исследований закономерностей влияния известкования при различных системах удобрения на процессы оптимизации содержания и трансформацию качественного состава гумуса серой лесной почвы северной части Правобережной Лесостепи и продуктивность звена севооборота.

Установлено, что известкование серой лесной почвы способствовало снижению потенциальной (pH_{KCl}) и обменной кислотности, значительно снизилась гидролитическая кислотность, повысилась степень насыщения почвы основаниями. Наибольший положительный эффект выявлен при органоминеральной системе удобрения на фоне известкования дефекатом (1,5 Нг) – показатель pH_{KCl} в пахотном слое почвы через 10 лет был ниже на 1,6 единиц, гидролитическая кислотность была ниже на 1,46 мг-экв/100 г почвы, обменная кислотность снизилась в два раза до 0,032 мг-экв/100 г почвы (при исходном значении 0,064 мг-экв/100 г почвы), а содержание подвижного алюминия за этот период снизилось до 0,02 мг/100 г почвы. Положительные изменения произошли и в почвенном поглощающем комплексе: содержание обменного кальция повысилось до 9,3 мг-экв/100 г почвы (при исходном содержании 5,79 мг-экв/100 г почвы), сумма обменных оснований повысилась на 3,46 мг-экв/100 г почвы, а степень насыщения почвы основаниями была повышенной и составила 85 % от емкости поглощения.

Установлено, что известкование серой лесной почвы вместе с применением удобрений способствует сохранению и воспроизводству запасов гумуса и снижению содержания подвижных гуминовых кислот. Степень влияния известки на 8-10-й годы после внесения значительно колебалась в зависимости от доз, вида меліоранта и уровня удобрення на его фоне. Наибольший положительный эффект на гумусное состояние почвы выявлено при органоминеральной системе удобрення на фоне

известкования дефекатом (1,5 Нг) – общее содержание гумуса на 8-10-й год действия известки было на 20 % выше исходного значения, а его запасы в слое 0–40 см повысились на 10,7 т/га. Содержание подвижных гуминовых кислот был самым низким среди исследуемых вариантов и менялось в годы исследований от 9,8 до 10,86 % от общего содержания углерода в почве. Баланс гумуса был положительным – 11,38 т/га, а ежегодные прибавки гумуса в пахотном слое составляли 1,14 т/га.

Доказано, что наибольший положительный эффект на питательный режим серой лесной почвы установлено при органо-минеральной системе удобрения на фоне известкования различными дозами по гидролитической кислотности. При такой системе удобрения на фоне проведения химической мелиорации содержание лужногидролизованного азота было низким (71–82 мг/кг почвы), подвижных фосфатов – высоким и очень высоким (222–353 мг/кг почвы), подвижных соединений калия – низким и средним (75–100 мг/кг почвы).

Выяснено, что применение различных доз и видов химических мелиорантов, отдельно и в сочетании с различными видами удобрений, на серой лесной почве на 8-10-й годы после проведения химической мелиорации обеспечивало существенную прибавку продуктивности звена севооборота – 0,34–0,62 т/га зерновых единиц. Анализируя продуктивность звена севооборота при органо-минеральной системе удобрения на фоне внесения полуторной дозы известки, установлен самый высокий уровень продуктивности сельскохозяйственных культур – 4,81 т/га зерновых единиц и соответственно наивысшую прибавку урожайности от суммарного воздействия факторов – 2,53 т/га зерновых единиц.

Экономически наиболее эффективным оказалось применение органических удобрений в сочетании с умеренными дозами минеральных ($N_{78}P_{42}K_{78}$ на 1 га севооборотной площади) на фоне внесения дефеката (1,5 Нг), что обеспечило получение условно чистой прибыли на сумму 18,1 тыс. грн/га при рентабельности 121 %. Коэффициент энергетической эффективности при выращивании культур звена севооборота составляет от 2,1 до 2,72. Наибольшее его значение получено при внесении дефеката (1,5 Нг) в сочетании с запашкой побочной продукции и сидерата (один раз за ротацию севооборота) и умеренными дозами ($N_{78}P_{42}K_{78}$ на 1 га севооборотной площади) минеральных удобрений – 2,72.

Ключевые слова: содержание гумуса, гумификация, минерализация, серая лесная почва, плодородие, известкование, система удобрения, продуктивность севооборота.

ANNOTATION

Shklyar V. M. Humus state of gray forest soil depending from chemical melioration and different fertilization systems. – As a manuscript.

Dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences in speciality 06.01.03 «Agropedology and argophysics». – NSC «Institute of agriculture of NAAS», Chabany, 2017.

In the dissertation presented research results of regularities of influence liming for different systems of fertilization on processes optimization of content and transformation

qualitative composition of humus of gray forest soil of northern part of the Right Bank Forest-steppe and productivity of crop rotation chain.

Liming of gray forest soil promotes preservation, and for combining with fertilizers, and the restoration of humus reserves and a decrease in the content of movable humic acids. The most positive effect on humus state found for the use of organo-mineral fertilizer system on the background applying of meliorant (1,5 Hh) – the total content of humus at 8–10-th years of lime action was on 20,2 % higher than the original value, And its reserves in the layer 0–40 cm increased by 10,7 t/ha. The content of movable humic acids was the lowest among the investigated variants and changed during the years of research from 9,80 to 10,86 % of the total carbon content in the soil. The balance of humus was positive – 11,38 t/ha, and annual increments of humus in the arable layer were 1,14 t/ha.

Application of different doses and types of chemical meliorants, separately and in combination with different types of fertilizers, on gray forest soil at 8-10-th years after conducting of chemical melioration provided a significant increase of productivity of crop rotation chain – 0,34–0,62 t/ha grain units.

Keywords: content of humus, humification, mineralization, gray forest soil, soil fertility, liming, system of fertilization, productivity of crop rotation.