



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.417.1

© 2024

ПРО СТАН ТА ЗАВДАННЯ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЧНИМ ВУГЛЕЦЕМ ҐРУНТУ

С.А. Балюк¹, В.В. Шимель²

¹доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

²кандидат сільськогосподарських наук

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства
та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024, Україна

e-mail: ¹svyatoslavbaliuk@gmail.com, ²shimel62@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-8372-6514, ²0000-0002-6698-5936

Надійшла 24.04.2024

Мета. Визначити стратегічні заходи у сфері збалансованого управління органічним вуглецем ґрунту, відтворення родючості ґрунтів з урахуванням добровільного національного завдання для досягнення нейтрального рівня деградації земель в частині підтримання вмісту органічної речовини/гумусу в ґрунтах. **Методи.** Аналізу — для оцінювання показника органічного вуглецю ґрунту та емісії вуглекислого газу, експертний — для виявлення основних принципів регулювання органічним вуглецем ґрунту, теоретичне узагальнення — для узагальнення світового та національного досвіду, розроблення, впровадження комплексних управлінських рішень та законодавчих ініціатив у сфері управління ґрунтовим органічним вуглецем. **Результати.** Проаналізовано законодавчі, нормативні документи та літературні джерела стосовно принципів, підходів і механізмів управління органічним вуглецем ґрунту на національному та міжнародному рівнях. Показано роль окремих положень міжнародних стратегічних ініціатив щодо збереження органічного вуглецю ґрунту та зниження викидів парникових газів в атмосферу, де ключову роль відіграє емісія вуглекислого газу в атмосферу, та добровільних національних завдань щодо досягнення нейтрального рівня деградації земель у частині підтримання вмісту органічної речовини/гумусу в ґрунтах. Наведено показники вмісту гумусу в орному шарі ґрунту, їх зміни порівняно з показниками гумусу в ґрунтах за часів В.В. Докучаєва, а також нормативи мінералізації гумусу і гуміфікації органічних матеріалів (рослинних решток, сидеральних культур тощо). На прикладі осушеного дерново-підзолистого оглеєного легкосуглинкового ґрунту визначено вплив технологій обробітку на емісію вугле-

кислого газу в атмосферу. Показано реалізацію міжнародної ініціативи Глобального ґрунтового партнерства (ФАО ООН) щодо оцінювання запасів органічного вуглецю ґрунту та інші міжнародні ініціативи, що стосуються викидів парникових газів, зокрема CO₂, та зв'язування (секвестрації) вуглецю ґрунту. Розглянуто наукові підходи та напрями управління процесами секвестрації органічного вуглецю ґрунту. Висновки. Показано провідну роль ґрунтів як джерела органічного вуглецю в контексті зміни клімату. Узагальнено національні та міжнародні ініціативи щодо кліматичної політики викидів парникових газів і секвестрації вуглецю ґрунтами. Здійснено оцінку параметрів вмісту органічної речовини/гумусу в ґрунтах для розв'язання добровільного національного завдання, досягнення нейтрального рівня деградації ґрунтів. Викладено пропозиції щодо необхідності розроблення методичних засад для визначення показників вмісту органічної речовини/гумусу та емісії вуглекислого газу в атмосферу в системі моніторингу ґрунтів. Запропоновано вдосконалити нормативне, інформаційне, технологічне забезпечення управління органічним вуглецем у системі землекористування.

Ключові слова: ґрунтовий органічний вуглець, нейтральний рівень деградації ґрунтів, родючість ґрунтів, управління.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202406-01>

Істотні зміни концентрації парникових газів в атмосфері, зокрема стрімке підвищення вмісту CO₂ внаслідок інтенсифікації антропогенних навантажень на природні екосистеми, є глобальною екологічною проблемою, пов'язаною з порушенням їх рівноважного стану, що призводить до втрати здатності екосистеми до самовідновлення і саморегуляції. Передумова цих змін — розбалансованість вуглецевого циклу в компонентах екосистем, порушення колообігу вуглецю як основного біогенного елемента. Слід зауважити, що серед глобальних екологічних проблем немає важливих і другорядних, усі вони потребують нагального розв'язання, комплексних управлінських рішень, значних матеріальних та фінансових затрат.

У зв'язку з цим у 1992 р. на конференції ООН у Ріо-де-Жанейро було ухвалено Декларацію про навколишнє середовище і розвиток, яка містить 27 принципів екологічної поведінки, екологічного права для забезпечення стійкого розвитку окремих секторів економіки та екологічної

безпеки на глобальному і національному рівнях [1]. Тому розроблення та впровадження ефективної законодавчої бази, екологічних стандартів і регламентів мають бути пов'язані з економічним та соціальним розвитком держав.

Для розв'язання проблеми зміни клімату через збільшення концентрації парникових газів в атмосфері в результаті людської діяльності було ухвалено Рамкову конвенцію ООН про зміну клімату, ратифіковану Законом України в 1996 р. [2]. Кінцева мета Конвенції полягає в тому, щоб досягти стабілізації концентрацій парникових газів в атмосфері на рівні, який не допускає небезпечного антропогенного впливу на кліматичну систему, не ставив під загрозу розв'язання проблеми продовольчої безпеки. Додатковим документом до Рамкової конвенції ООН зі змін клімату ухвалено Кіотський протокол 1997 р., який зобов'язує країни стабілізувати або скоротити викиди парникових газів шляхом використання технологій поглинання двоокису вуглецю та запровадження сучасних екологічно

безпечних технологій у всіх галузях економіки [3]. Кіотський протокол було ратифіковано Законом України в 2004 р. [4]. У зв'язку з цим у 2006 р. Постановою Кабміну України затверджено Порядок функціонування національної системи оцінки антропогенних викидів та абсорбції парникових газів, які не регулюються Монреальським протоколом про речовини, що руйнують озоновий шар [5].

На виконання вимог Рамкової конвенції ООН про зміну клімату Україна щороку проводить інвентаризацію парникових газів і надає звіти про Національний кадастр антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів до Секретаріату конвенції. У звіті 2023 р. про Національний кадастр, що містить дані про інвентаризацію парникових газів в Україні за 1990–2021 рр. [6], серед категорій джерел надходження парникових газів, зокрема CO₂, в атмосферне повітря значне місце займає сектор сільського господарства, де 80% викидів в атмосферу від їх загального обсягу припадає на землі сільськогосподарського використання.

Значний вплив на рівень викидів вуглекислого газу мають запаси органічної речовини/гумусу ґрунту як резервуара органічного вуглецю, технології обробітку ґрунту та система удобрення сільськогосподарських культур, структура сівозмін, площа землекористування та інші чинники. У зв'язку з цим потрібно розробити стратегічні заходи у сфері управління органічним вуглецем ґрунту для зменшення викидів вуглекислого газу в атмосферу, підвищення рівня секвестрації вуглецю в ґрунті та досягнення нейтрального рівня їх деградації.

Мета досліджень — визначити стратегічні заходи в сфері збалансованого управління органічним вуглецем ґрунту, відтворення родючості ґрунтів з урахуванням добровільного національного завдання для досягнення нейтрального рівня деградації земель в частині підтримання вмісту органічної речовини/гумусу в ґрунтах.

У дослідженнях використовували теоретичні методи: аналізу — для оцінювання

показника органічного вуглецю ґрунту та емісії вуглекислого газу; експертний — виявлення основних принципів регулювання органічним вуглецем ґрунту; теоретичного узагальнення — для узагальнення світового та національного досвіду, розроблення і впровадження комплексних управлінських рішень та законодавчих ініціатив у сфері управління ґрунтовим органічним вуглецем.

Результати досліджень. Зміни клімату помітно відображаються на процесах і режимах функціонування ґрунтів. Тому, крім Рамкової Конвенції ООН, у 1994 р. в Парижі було ухвалено Конвенцію ООН про боротьбу з опустелюванням [7], спрямовану на протидію поширенню деградації земель під впливом природних та антропогенних чинників, ратифіковану Законом України в 2002 р. [8]. На 12-й сесії Конференції Сторін Конвенції у 2015 р. (м. Анкара, Туреччина) та 13-й сесії в 2017 р. (м. Ордос, Китай) було запропоновано затвердити добровільні національні завдання щодо досягнення нейтрального рівня деградації земель. Україна приєдналася до Конвенції, про що свідчить затвердження Розпорядженням Кабінету Міністрів України Національного плану дій щодо боротьби з деградацією земель та опустелюванням [9]. Відповідно до цих міжнародних угод Постановою Кабінету Міністрів України у 2017 р. створено Координаційну раду з питань боротьби з деградацією земель та опустелюванням при Міністерстві захисту довкілля та природних ресурсів України, де на першому засіданні в травні 2018 р. (протокол 1) було поставлено 3 основні добровільні національні завдання щодо досягнення нейтрального рівня деградації земель в Україні: підтримання вмісту органічної речовини/гумусу в ґрунтах; відновлення та стале використання торфовищ; відновлення зрошення і поліпшення еколого-меліоративного стану зрошуваних земель.

Перше завдання передбачає до 2030 р. підвищити вміст органічного вуглецю в ґрунтах сільськогосподарських угідь не менше ніж на 0,1%, зокрема

на Поліссі — на 0,10–0,16%, у Лісостепу та Степу — на 0,08–0,10%. Базовими показниками є вміст органічного вуглецю/гумусу в ґрунтах сільськогосподарських угідь станом на 2010 р. — 3,14% у середньому по Україні, на Поліссі — 2,24, Лісостепу — 3,19, Степу — 3,4% [10]. Підтримання оптимального вмісту органічної речовини/гумусу в ґрунті є загальнонаціональним зобов'язанням, що має забезпечити стале функціонування ґрунтів, подолання їхньої деградації.

Науковцями ННЦ «ІА імені О.Н. Соколовського» розроблено Концепцію досягнення нейтрального рівня деградації земель (ґрунтів) в Україні [11], де запропоновано низку завдань за напрямом підтримання вмісту органічної речовини (гумусу) в ґрунтах, пов'язаних з агротехнічними заходами, які забезпечують збільшення надходження органічної речовини до ґрунтів сільськогосподарських угідь і мінімізацію її втрат; моніторинг вмісту органічного вуглецю в ґрунтах та його картографування; розроблення та впровадження стандартів і регламентів у сфері управління органічною речовиною ґрунту, виробництва та застосування органічних добрив; ухвалення та реалізацію нормативно-правових актів з економічного стимулювання раціонального використання та охорони земель, збереження ґрунтів і відтворення їхньої родючості.

Ґрунт визнано одним із найважливіших джерел надходження вуглекислого газу в атмосферу, що має потенціал для його поглинання, і одним з найважливіших компонентів біосфери, який забезпечує основні екосистемні послуги [12]. Ґрунти в усьому світі містять майже 2344 Гт органічного вуглецю [13]; у ґрунтах Європейського Союзу його запаси оцінено на рівні 17,63 Гт [14]; в орних ґрунтах України запаси органічного вуглецю — 7 Гт [15]. З огляду на зазначене ґрунт є поглиначем вуглецю за умови рівноважного стану динамічних процесів фотосинтезу рослин, розкладання органічної речовини та емісії CO₂ з ґрунту. Тому запаси (секвестрація) вуглецю в генетичному

профілі ґрунту, зокрема в органічній речовині/гумусі, є індикатором і визначальним показником властивостей, що зумовлюють рівень родючості і надання екосистемних послуг. Оцінювання запасів органічного вуглецю в ґрунтах та його втрат дає змогу визначити стійкість останніх до природних та антропогенних навантажень.

Органічний вуглець, основний компонент органічної речовини/гумусу, відіграє важливу роль у всіх процесах, що відбуваються в ґрунті. Ґрунтовий покрив України генетично неоднорідний через різноманітність кліматичних, орографічних, літогранулометричних та інших екологічних факторів.

Ґрунти України характеризуються середнім (2–3%) і підвищеним (3–4%) умістом гумусу в орному шарі ґрунту. Ґрунти з низьким (1–2%) і дуже низьким (< 1%) умістом гумусу супіщаного та піщаного гранулометричного складу поширені в зоні Полісся. Найвищий уміст гумусу — в орному шарі чорноземних ґрунтів (3,5–6,0%), залежно від гранулометричного складу та гідротермічних умов, — і в чорноземно-лучних ґрунтах (3,0–7,2%), які характеризуються кращою вологозабезпеченістю порівняно з чорноземами. Запас гумусу в профілі цих ґрунтів змінюється з 200–360 до 550–720 т/га, що в перерахунок на органічний вуглець становить 116–418 т/га [15].

Доступні нині оцінні показники вмісту органічного вуглецю в ґрунті базуються переважно на дослідженнях загального вмісту гумусу. Закономірності еволюції гумусного стану ґрунту за різних умов їх використання та кліматичних змін детально вивчені й особливих протиріч у поглядах на цю проблему не виникає. У розв'язання проблематики гумусу значний внесок зробили відомі українські вчені О.Н. Соколовський, М.К. Крупський, Н.Б. Вернандер, М.І. Лактіонов, Г.Я. Чесняк, В.В. Дегтярьов, О.О. Бацула, А.Д. Балаєв, Є.В. Скрильчик, Г.М. Господаренко, З.Г. Гамкало та ін. Проте недостатньо проведено комплексних досліджень щодо викидів вуглекислого газу

та запасів органічного вуглецю за різних умов використання ґрунтів.

В Україні тривалий час переважала незбалансована дефіцитна система землеробства, як наслідок, ґрунти втратили значну частину гумусу. Порівняння вмісту гумусу в ґрунтах за часів В.В. Докучаєва й нині показує, що його втрати становили: в Лісостеповій зоні 22%, Степовій — 19,5, на Поліссі майже 19%. За даними науковців ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», щороку втрати гумусу в орних ґрунтах України в середньому становлять 550–600 кг/га, що еквівалентно втратам органічного вуглецю 360 кг/га [16]. Найбільші втрати гумусу спостерігали впродовж 60–80-х років ХХ ст., що зумовлено інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва за рахунок збільшення площ просапних культур, запровадження інтенсивних агротехнічних заходів, зокрема технологій обробітку без достатніх норм унесення добрив, та агроеліоративних заходів — осушення значних площ гідроморфних ґрунтів у поєднанні з інтенсивним обробітком.

Проблема використання осушених гідроморфних мінеральних ґрунтів та їх агроєкологічний стан залишається актуальною. Після осушення в гідроморфних ландшафтах порушилися всі врівноважені режими, зокрема процеси емісії CO_2 з ґрунту, трансформації органічної речовини, секвестрації вуглецю. Осушення призвело до посилення мінералізаційних процесів, унаслідок чого зменшується вміст гумусу в ґрунтах. Залежно від ступеня оглеєння осушені дерново-підзолисті оглеєні і дерново-глейові ґрунти втрачають 1,5–2,5 т/га гумусу щороку впродовж перших 4–7 років [17].

Осушувальна меліорація гідроморфних мінеральних ґрунтів та інтенсивні технології обробітку спричинили додаткове надходження CO_2 в атмосферу. За розрахунками фахівців ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», середньодобовий уміст CO_2 в цілинному дерново-підзолистому оглеєному легкосуглинковому ґрунті становив 4,7 г/см², осушеному — 2,0 г/см². Впровадження інтенсивних технологій

обробітку осушеного ґрунту позначилося на інтенсивності емісії CO_2 з ґрунту. Установлено, що за рахунок глибокого обробітку осушеного дерново-підзолистого оглеєного легкосуглинкового ґрунту в просапній сівозміні емісія CO_2 в атмосферне повітря порівняно зі звичайною оранкою підвищилася на 18%, безполицевий обробіток (дискування та плоскорізний обробіток) сприяв зменшенню емісії CO_2 на 6–16% [18]. Разом із високою аерацією осушеного дерново-підзолистого ґрунту легкого гранулометричного складу за інтенсивного обробітку спостерігалось зменшення вмісту загального гумусу та збільшення вмісту його рухомих фракцій [19].

За використання інтенсивних агротехнічних та агроеліоративних заходів і відсутності дій щодо поповнення запасів органічного вуглецю в осушених гідроморфних ґрунтах легкого гранулометричного складу його вміст і родючість знижуватимуться, й відбуватиметься їх виснажування. З огляду на це саме технологія локальної меліорації дає змогу пролонгувати розкладання органічних добрив, зменшити інтенсивність надходження вуглекислого газу в ґрунтове повітря, збільшити вміст органічного вуглецю в локальному осередку [20], що забезпечить високу продуктивність сільськогосподарських угідь і бездефіцитний або позитивний баланс гумусу як основного резервуару органічного вуглецю ґрунту.

Фахівцями ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» розроблено узагальнені нормативи гуміфікації органічних матеріалів: для гною торфу — 30%, рослинних решток зернобобових культур, багаторічних трав і льону — 25, кукурудзи — 17, післязбиральних решток картоплі, цукрових буряків, овочів, проміжних сидеральних культур — 12, соломи — 15%. Нормативи розроблено для ґрунтів важкого гранулометричного складу за внесення органічних добрив. Для середньосуглинкових ґрунтів нормативи зменшуються на 10%, легкосуглинкових — 20, супіщаних — на 50% [21].

Науковцями ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

також розроблено нормативи мінералізації гумусу в ґрунті з урахуванням урожайності сільськогосподарських культур, поправних коефіцієнтів залежно від гранулометричного складу та обробітку ґрунту. Втрати гумусу під час вирощування сільськогосподарських культур зростають у ряду: зернобобові → зернові → ріпак → картопля → соняшник → кукурудза на зерно → цукрові буряки [22].

Згідно з прогнозними розрахунками можливі такі варіанти: подальші втрати органічного вуглецю (у разі збереження незбалансованої системи землеробства) або стабілізація вмісту органічного вуглецю (в умовах відтворення родючості ґрунтів). Тому нині постійну увагу вітчизняної та світової спільноти зосереджено на впровадженні комплексних ефективних заходів щодо управління ґрунтовими ресурсами, родючістю ґрунтів, де органічний вуглець має стратегічне значення для підтримання рівноважного стану функціонування природних еко- та агроєкосистем і їх адаптації до змін клімату. У зв'язку з цим у 2013 р. на базі Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО) було створено Глобальне ґрунтове партнерство, діяльність якого спрямована на розв'язання питань щодо оцінювання запасів ґрунтового органічного вуглецю, моніторингу та управління.

За участі України Глобальним ґрунтовим партнерством (2017–2021 рр.) створено Глобальну цифрову карту запасів ґрунтового органічного вуглецю, внесок в яку зробили 88 країн світу. Узагальнена база ґрунтових даних налічує понад 1 млн точок. Фахівцями ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» в координації з 20 науковими установами та вищими навчальними закладами розроблено першу редакцію карти запасів органічного вуглецю в ґрунтах України в шарі 0–30 см із роздільною здатністю 1 км на 1 км, яка увійшла до глобальної карти ФАО. Нині Глобальне ґрунтове партнерство планує розпочати роботу зі складання карти запасів ґрунтового органічного вуглецю для шару

0–100 см і роздільною здатністю 250 м, у перспективі — 100 м.

Екологічні виклики, розширення переліку чинників, що спричиняють додаткове надходження CO₂ в атмосферу, спонукали Україну, одну з перших європейських країн, ратифікувати Паризьку угоду, в якій задекларовано ціль — скоротити викиди парникових газів і не допустити підвищення глобальної температури більше ніж на 1,5° С. Згідно з Дорожньою картою кліматичних цілей України до 2030 р., однією із стратегічних цілей у галузі сільськогосподарства та землекористування є скорочення викидів CO₂ та зв'язування його в ґрунті, тобто «нульові викиди від використання земель (обсяги викидів компенсуються обсягами поглинання)» [23]. Її реалізація можлива за поєднання таких кроків: виведення з обробітку 15% орних земель до 2030 р., площа сіножатей і пасовищ має бути збільшена до 15,8%; стале землекористування із запобіганням змінам клімату та адаптацією до їх наслідків має досягти показників нейтрального рівня деградації земель, за якого обсяги та якість земельних ресурсів залишаються сталими або збільшуються.

В Європейському Союзі (ЄС) з 2019 р. реалізується Європейський зелений курс — політичні ініціативи Європейської комісії, мета яких — зробити ЄС кліматично нейтральним у 2050 р., де всі викиди парникових газів, спричинені антропогенним навантаженням, поглинатимуться екосистемами [24]. У 2022 р. було ухвалено Стратегію Європейського Союзу із захисту ґрунтів [25] з ініціативою «Carbon Farming» — до 2050 р. запровадити комплексні заходи в системі землекористування, що забезпечать зв'язування (секвестрацію) вуглецю в ґрунтах шляхом ренатуралізації органогенних ґрунтів та їх захист, виведення з ріллі малопродуктивних земель, а також сертифікацію CO₂. В Україні також розпочато впровадження міжнародної вуглецевої програми «Carbon Credit Ukraine», мета якої — створити умови для вуглецевого кредитування через впровадження ефективних агротехнологій, що забезпечать накопичення, збереження

та стійке управління запасами органічного вуглецю ґрунту.

Для реалізації ст. 54 Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо державної системи моніторингу довкілля, інформації про стан довкілля (екологічної інформації) та інформаційного забезпечення управління у сфері довкілля» і контролю змін якісного стану ґрунтів потребує розроблення методика моніторингу ґрунтів, яка включатиме показники вмісту органічного вуглецю ґрунту (гумусу) та емісії CO₂. Закладання моніторингових майданчиків має здійснюватися в умовах довгострокових стаціонарних польових дослідів, на дослідних полігонах, підпорядкованих НААН і закладам вищої освіти. Під час проведення моніторингових спостережень за вмістом органічного вуглецю в орних ґрунтах перевагу варто віддавати даним, отриманим у режимах *in situ* (безпосередньо на рівні окремого поля та/або земельної ділянки) і *on-line* (безперервної реєстрації властивостей ґрунтів).

Потрібне проведення прямих замірів емісії CO₂ з ґрунту, насамперед під час випробування нової техніки і технологій обробітку ґрунту. Для цього потрібна організація

полігонів у різних ґрунтово-кліматичних зонах, приладове та програмне забезпечення для проведення моделювання, а також розроблення інформаційної системи для систематизації даних щодо емісії і секвестрації органічного вуглецю ґрунту.

Для виконання добровільного національного завдання щодо досягнення нейтрального рівня деградації земель в частині підтримання вмісту органічної речовини /гумусу в ґрунтах потребує вдосконалення нормативне, інформаційне, технологічне забезпечення, гармонізоване з міжнародними підходами; розроблення та впровадження комплексних заходів стосовно оптимізації структури землекористування на еколого-адаптивно-ландшафтних принципах, екологічно збалансованих сівозмін, оптимальних систем удобрення сільськогосподарських культур, мінімальної технології обробітку ґрунту та розвитку низьковуглецевого землеробства.

Такий підхід передбачає розв'язання одночасно кількох взаємопов'язаних проблем — відновлення та підвищення родючості ґрунтів і продуктивності сівозмін, зниження непродуктивних втрат органічного вуглецю ґрунту, стале управління ґрунтовими ресурсами.

Висновки

Показано провідну роль ґрунтів як джерела органічного вуглецю в контексті зміни клімату. Узагальнено національні та міжнародні ініціативи щодо кліматичної політики викидів парникових газів і секвестрації вуглецю ґрунтами. Здійснено оцінку параметрів вмісту органічної речовини/гумусу в ґрунтах для виконання добровільного національного завдання — досягнути нейтрального рівня деградації ґрунтів. На прикладі осушеного дерново-підзолистого оглеєного

легкосуглинкового ґрунту показано вплив технологій обробітку на емісію вуглекислого газу в атмосферу. Викладено пропозиції щодо необхідності розроблення методичних засад для визначення показників вмісту органічної речовини/гумусу та емісії вуглекислого газу в атмосферу в системі моніторингу ґрунтів. Запропоновано вдосконалити нормативне, інформаційне, технологічне забезпечення управління органічним вуглецем у системі землекористування.

Baliuk S.¹, Shymel V.²

National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry named after O.N. Sokolovsky», 4 Chaikovska Str., Kharkiv, 61024, Ukraine, e-mail: ¹svyatoslavbaliuk@gmail.com, ²shimel62@ukr.net; ORCID:

¹0000-0002-8372-6514, ²0000-0002-6698-5936

On the state and tasks of soil organic carbon management

Goal. To determine strategic measures in the field of balanced management of soil

organic carbon, and reproduction of soil fertility, taking into account the voluntary national task to achieve a neutral level of land degradation in terms of maintaining the content of organic matter/humus in soils. **Methods.** Analysis — for evaluating the index of soil organic carbon and carbon dioxide emissions; expert — for identifying the main principles of soil organic carbon regulation; theoretical generalization — for the generalizing world and national experience, development, and implementation of complex management solutions and legislative initiatives in the field of soil organic carbon management. **Results.** Legislative, regulatory documents, and literary sources regarding the principles, approaches, and mechanisms of soil organic carbon management at the national and international levels are analyzed. The role of individual provisions of international strategic initiatives regarding the preservation of soil organic carbon and the reduction of greenhouse gas emissions into the atmosphere, where the emission of carbon dioxide into the atmosphere plays a key role, and voluntary national tasks to achieve a neutral level of land degradation in terms of maintaining the content of organic matter/humus in soils is shown. Indicators of the content of humus in the arable layer of the soil, their changes compared to the indicators of humus in the soil during the time of V.V. Dokuchaiev, as well as standards for mineralization of humus and humification of organic materials (plant residues, cider crops, etc.). The influence of cultivation technologies on the emission of carbon dioxide into the atmosphere

is determined by the example of drained sod-podzolic gleied light loamy soil. The implementation of the international initiative of the Global Soil Partnership (UN FAO) regarding the assessment of soil organic carbon reserves and other international initiatives related to greenhouse gas emissions, in particular, CO₂, and binding (sequestration) of soil carbon is shown. Scientific approaches and directions for the management of soil organic carbon sequestration processes are considered. **Conclusions.** The leading role of soils as a source of organic carbon in the context of climate change is shown. National and international initiatives regarding the climate policy of greenhouse gas emissions and carbon sequestration by soils are summarized. An assessment of the parameters of the content of organic matter/humus in soils was carried out to solve the voluntary national task of achieving a neutral level of soil degradation. Proposals regarding the need to develop methodological principles for determining indicators of organic matter/humus content and carbon dioxide emissions into the atmosphere in the soil monitoring system are outlined. It is proposed to improve regulatory, informational, and technological provision of organic carbon management in the land use system.

Key words: soil organic carbon, neutral level of soil degradation, soil fertility, management.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202406-01>

Бібліографія

1. *The Rio Declaration on Environment and Development.* Rio de Janeiro, 1992. P. 1–5. https://www.iau-hesd.net/sites/default/files/documents/rio_e.pdf

2. Закон України «Про ратифікацію Рамкової конвенції ООН про зміну клімату» від 29 жовтня 1996 р. № 435/96 – ВР. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435/96 – в р #Text>

3. *Київський протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату* від 11 грудня 1997 р. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_801/ed19971211#Text

4. Закон України «Про ратифікацію Київського протоколу до Рамкової Конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату» від 04 лютого 2004 р. № 1430–IV. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1430-15#Text>

5. *Постанова Кабінету Міністрів України* від 21 квітня 2006 р. № 554 «Про затвердження Порядку функціонування національної

системи оцінки антропогенних викидів та абсорбції парникових газів, які не регулюються Монреальським протоколом про речовини, що руйнують озоновий шар (змінами)». <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-2006-п#Text>

6. *Ukraine's greenhouse gas inventory 1990–2021.* Keiv, 2023. 568 p. <https://unfccc.int/documents/628276>

7. *Конвенція Організації Об'єднаних Націй про боротьбу з опустелюванням у тих країнах, що потерпають від серйозної посухи та/або опустелювання, особливо в Африці* від 17.06.1994 р. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_120#Text

8. Закон України «Про приєднання України до Конвенції Організації Об'єднаних Націй про боротьбу з опустелюванням у тих країнах, що потерпають від серйозної посухи та/або опустелювання, особливо в Африці» від 04 липня 2002 р. № 61–IV. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/61-15#Text>

9. *Розпорядження* Кабінету Міністрів України від 30 березня 2016 р. № 271-р «Про затвердження Національного плану дій щодо боротьби з деградацією земель та опустелюванням (зі змінами)». <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/271-2016-p#Text>

10. *Протокол засідання Координаційної ради з питань боротьби з деградацією земель та опустелюванням* № 1 від 04 травня 2018 р. <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2021/12/protokol-1.pdf>

11. *Концепція досягнення нейтрального рівня деградації земель (ґрунтів) в Україні*; за ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва, М.М. Мірошниченка. Харків, 2018. 32 с.

12. Lal R. Soil health and carbon management. *Food and Energy Security*. 2016. V 5. Is. 4. P. 212–222. doi: 10.1002/fes3.96

13. Uta Stockmann, Mark A. Adams, John W. Crawford et al. The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2013. V. 164. P. 80–99. doi: 10.1016/j.agee.2012.10.001

14. *Pan-European SOC stock of agricultural soils* [Electr. resource]. European Commission Joint Research Centre, 2013: <http://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/pan-european-soc-stock-agricultural-soils>.

15. Балюк С.А., Медведєв В.В., Кучер А.В. та ін. Управління органічним вуглецем ґрунту в контексті продовольчої безпеки й змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 9. С. 11–18.

16. *Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України*; за ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва, О.Г. Тараріка та ін. Київ, 2010. 111 с.

17. Трускавецький Р.С., Шматок В.І. Зміна ресурсо- та екологічних функцій гідроморфних ґрунтів під впливом осушення і використання. *Вісник аграрної науки*. 1998. № 3. С. 62–67.

18. Шимель В.В. Вплив осушення та обробітку гідроморфних ґрунтів на емісію вуглекислого газу в атмосферу. *Вісник ХНАУ*. 2012. № 4. С. 74–77.

19. Шимель В.В. До оцінки емісії вуглекислого газу з ґрунту в атмосферу. *Агрохімія і ґрунтознавство: спецвипуск до IX з'їзду УТГА* (м. Миколаїв, 30 червня – 4 липня 2014 р.). Харків, 2014. Кн. 2. С. 172–174.

20. Трускавецький Р.С., Цапко Ю.Л. Основи управління родючістю ґрунтів. Харків, 2016. 385 с.

21. *Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами України*; за ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва. Київ: Аграрна наука, 2012. 239 с.

22. Скрильник Є.В., Гетманенко В.А., Кутова А.М. Оновлені нормативи мінералізації гумусу в ґрунті. *Актуальність впровадження системних заходів щодо попередження та захисту ґрунтів від деградації: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Київ, 20–23 листопада 2018 р.)*. Київ, 2018. С. 51–53.

23. *Дорожня карта кліматичних цілей України до 2030 року: бачення громадськості*. Київ: Екодія, 2020. 52 с. <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2020/02/dk-clim-ciley-full3.pdf>

24. *Картування стратегічних цілей України та ЄС у контексті Європейського зеленого курсу: вектори розвитку та флагманські ініціативи*. 2021. С. 28–32. https://www.irf.ua/wpcontent/uploads/2021/07/ua_greendeal_flagship_mapping_2021.pdf

25. Бесте А. Законодавство і стратегії Європейського Союзу із захисту ґрунтів (станом на 2022 р.). Німецько-український агрополітичний діалог, 2023. 29 с. https://apdukraine.de/images/2023/BVVG/Bodenschutz_Rechtsetzung/Bodenschutz_Rechtsetzung_EU_ua.pdf