

УДК 631.53.01

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.33>

ДИСКРЕТНА ОЦІНКА ЕМІСІЙНО-АСИМІЛЯЦІЙНИХ ПОТОКІВ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ НА ОРГАНОГЕННИХ МЕЛІОРОВАНИХ ҐРУНТАХ АГРОЛАНДШАФТІВ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Трофименко П.І. – к.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри екологічного моніторингу, геоінформаційних та аерокосмічних технологій,

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

Цуман Н.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства, Поліський національний університет

Трофименко Н.В. – к.е.н., асистент кафедри геоінформатики,

Навчально-науковий інститут «Інститут геології»

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

У статті проведено дискретну оцінку емісійно-асиміляційних потоків діоксиду вуглецю меліорованих торфових ґрунтів Полісся України під різними сільськогосподарськими культурами. Дослідження проведено на органогенних ґрунтах у межах функціонування двох осушувально-зволожувальних меліоративних систем: «Чермерне» Сарненської дослідної станції (Західне Полісся) та «Смолянка» на території Куликівського району Чернігівської області (Східне Полісся).

Установлено, що значення величини балансу маси CO_2 (MCO_2) на торфових глибоких середньозольних та глибоких торфових малозольних ґрунтах на посівах усіх культур мають негативні значення, що вказує на переважання обсягів асимільованого рослинами вуглецю над обсягами емітованого ґрунтом до атмосфери.

Виявлено, що інтенсивність емісії CO_2 на торфових ґрунтах під кукурудзою помітно перевищує відповідні значення під соняшником та злаковим різнотрав'ям. Емісія CO_2 на посівах кукурудзи (9,9–13,1 $\text{мг/м}^2/\text{хв}$) перевищує відповідні значення у злакового різнотрав'я (4,8–6,9 $\text{мг/м}^2/\text{хв}$) та соняшнику (3,7 $\text{мг/м}^2/\text{хв}$).

Встановлено, що з 10 до 13 години просапні культури на глибокому торфовому середньозольному та глибокому торфовому малозольному ґрунтах на 21,9–35,0% від загальної потреби CO_2 компенсують за рахунок його емісії з ґрунту. Потреба у вуглецю у злакового різнотрав'я компенсується вуглецем ґрунтового походження на 45,4–97,9%. Це є наслідком завершення активного накопичення біомаси трав'яною рослинністю. Болотяна рослинність на торфово-болотному добре розкладеному ґрунті забезпечує власну потребу у вуглеці за рахунок продукованого ґрунтом CO_2 на 67%.

Завдяки невисоким значенням інтенсивності емісії діоксиду вуглецю з органогенних ґрунтів під трав'яними культурами й болотною рослинністю та невисокій потребі у вуглеці для забезпечення фотосинтезу спостерігалось краще «перехоплення» ґрунтового CO_2 порівняно з просапними культурами.

Ключові слова: торфовий ґрунт, меліорація, емісійно-асиміляційні потоки, CO_2 , агроландшафти, Полісся України.

Trofymenko P.I., Tsuman N.V., Trofimenko N.V. Discrete estimation of emission and assimilation flows carbon dioxide on reclaimed organogenical soils of agro-landscapes of Polissya Ukraine

In this article the discrete estimation of emission-assimilation flows of carbon dioxide of the reclaimed peat soils of Polissya of Ukraine under different crops is carried out. The study was conducted on organogenic soils within the framework of the functioning of two drainage and moistening reclamation systems: "Chemerne", Sarny research station (Western Polissya) and "Smolyanka" – in the territory of the Kulikivka district of Chernihiv region (Eastern Polissya).

It is established that the value of the mass balance of CO_2 (MCO_2) on peaty deep middle ash and deep peaty ash soils on crops of all crops has negative values, which indicates that the volumes of carbon assimilated by plants exceed the volumes of emitted to atmosphere.

It has been found that the CO_2 emission intensity on peat soils under maize significantly exceeds the corresponding values under sunflower and cereals. A CO_2 emission on maize

(9.9-13.1 mg / m² / min) exceeds the corresponding values in cereals (4.8-6.9 mg / m² / min) and sunflower (3.7 mg / m² / min).

It is established that from 10 to 13 o'clock cropping crops on deep peat medium-ash and deep peat ash-bearing soils for 21, 9–35.0% of the total CO₂ demand are compensated by its emission from the soil. This is due to the termination of active biomass accumulation by the herbaceous vegetation. Swamp vegetation on peat-swamp well decomposed soil provides its own carbon demand at the expense of 67% of CO₂ produced by soil.

Due to the low values of carbon dioxide emission from organogenic soils under grassland and marsh vegetation and the low carbon requirement for photosynthesis, a better "interception" of soil CO₂ was observed in comparison with the cultivated crops.

Key words: peat soil, land reclamation, emission and assimilation flows, CO₂, agricultural landscapes, Polissya of Ukraine.

Постановка проблеми. Загальновідомо, що торфовища і торфові ґрунти на території України займають значні площі. Масштабні осушувальні меліорації у 1965–1990 рр. спричинили відчутний негативний вплив на характер їх функціонування. За цей період площа осушених гідроморфних ґрунтів з 890 тис га (1964 р.) збільшилася до 3 млн 170 тис га (1991 р.), у тому числі осушено 825 тис га торфових боліт – майже 77% їхньої загальної площі, що знаходиться в межах сільськогосподарських угідь [20].

При цьому концентрація CO₂ в атмосфері продовжує підвищуватися швидкими темпами. За даними лабораторії Мауна-Лоа, станом на 11 травня 2019 р. концентрація вуглекислого газу в атмосфері Землі перевищила показник у 415 ppm [10].

Максимальні втрати вуглецевих запасів у резервуарі торфово-болотних ґрунтів припадають на 1990 р., коли площа осушених земель в Україні стала максимальною. Після 1990 р. осушувальні меліорації в Україні фактично припинено [8]. Унаслідок нестачі фінансових та матеріально-технічних ресурсів здійснюється лише вибіркового технічного догляду за станом магістральних каналів. Останніми роками характер використання осушених земель, зважаючи на реформування земельних відносин та вдосконалення технологій у рослинництві, істотно змінився.

Загальновідомо, що торфовища становлять значний резервуар стоку та накопичення органічної речовини.

Водночас масштаби спрацювання торфів унаслідок антропогенного навантаження, спричиненого застосуванням елементів технологій у рослинництві, є значними [0] і в умовах зміни клімату потребують належного наукового обґрунтування їх використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як свідчать результати досліджень, емісія CO₂ торфовими ґрунтами має характер осциляцій [7; 13].

Так, на високоврожайних ділянках багаторічних трав названі показники досягали високих величин, тоді як параметри спрацювання торфу і органічних речовин на таких агрофонах зводилися до мінімальних значень. Лише на низьковрожайних, неудобрених варіантах, де частка кореневого і ризосферного дихання істотно падає, спостерігався певний зв'язок між емісією та спрацюванням торфовища. Про високу амплітуду осциляцій свідчать також і численні літературні джерела [20].

Загальновідомо, що під час вирощування продукції рослинництва оцінку емісійно-асиміляційних потоків CO₂ на ґрунтах можливо проводити лише в комплексі із сільськогосподарськими культурами, які мають неоднакові механізми фотосинтетичного зв'язування діоксиду вуглецю.

За способом фіксації вуглекислого газу переважна більшість рослин належить до C3 і C4 типів. До групи C3 належить більшість відомих видів рослин. До групи

C4 – деякі трав'янисті рослини, а також важливі сільськогосподарські культури: кукурудза, сорго, цукрова тростина, просо [12; 14].

У більшості видів рослин зростання концентрації вуглекислого газу в повітрі призводить до активізації фотосинтезу та прискореного накопичення надземної та підземної біомаси [9; 13; 19; 22]. Залежність швидкості росту рослин і накопичення біомаси від концентрації CO₂ нелінійна і має логарифмічний характер. У C3-рослин крива починає виходити на плато за концентрації вуглекислого газу понад 1 000 ppm. Однак у C4-рослин зростання швидкості фотосинтезу припиняється вже за концентрації вуглекислого газу у 400 ppm [18]. Нині спостерігається практичне досягнення оптимуму концентрації CO₂ в атмосфері для фотосинтезу у C4-рослин, тоді як досягнення оптимуму для C3-рослин гіпотетично може відбутися у дуже тривалій перспективі.

За таких умов установлення закономірностей формування обсягів емісії з органічних ґрунтів та асиміляції CO₂ сільськогосподарськими культурами на органічних меліорованих ґрунтах являє собою важливу наукову проблему.

Постановка завдання. Зважаючи на вищезазначене та враховуючи виняткову динамічність умов ґрунтового середовища, існує необхідність вирішення проблеми оцінки інтенсивності продукування ґрунтом CO₂ та його фотосинтетичної асиміляції сільськогосподарськими культурами.

Метою проведених досліджень було встановлення особливостей емісії CO₂ торфовими ґрунтами під час вегетації сільськогосподарських культур та встановлення закономірностей формування потоків діоксиду вуглецю в приземному (надґрунтовому) шарі повітря.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проведено у 2016–2019 рр. на моніторингових ділянках, закладених на території Сарненської дослідної станції (Західне Полісся) та на території ТОВ «Світанок» Виблівської сільської ради Куликівського району Чернігівської області (Східне Полісся).

Дослідження на території Сарненської дослідної станції проводили на вирівнювальних посівах сільськогосподарських культур, які характеризуються обмеженим застосуванням добрив і меліорантів та невисокою культурою землеробства [2, с. 325]. Моніторингова ділянка на території Виблівської сільської ради Куликівського району Чернігівської області (Східне Полісся) – у межах заплави р. Десна.

На території досліджень на давніх флювіогляціальних відкладах поширено чотири основні ґрунтові відміни: дерново-підзолисті неоглеєні зв'язно-піщані (125,1 га), торфові глибокі малозольні, торфові глибокі середньозольні, торфові глибокі багатозольні (разом торфових – 309,8 га). На території дослідної станції функціонує меліоративна система з подвійним регулюванням «Чемерне», в якій після декількох реконструкцій використовуються різні види осушення та переважно гончарний дренаж [2].

Торфові ґрунти потужністю 0,5–5,0 м, добрерозкладені (ступінь розкладу понад 40%); середньо- і багатозольні (20–28% золи). За ботанічним складом переважно гіпново-осокові. Коефіцієнт фільтрації – від 0,5–1,0 м³/добу, вологемісткість коливається в межах 300–800%; щільність ґрунту – 0,07–0,26 г/см³; щільність твердої фази – 1,27–1,65 г/см³ [2, с. 323].

Ґрунтову картосхему території Сарненської дослідної станції з закладеними моніторинговими ділянками представлено на рис. 1.

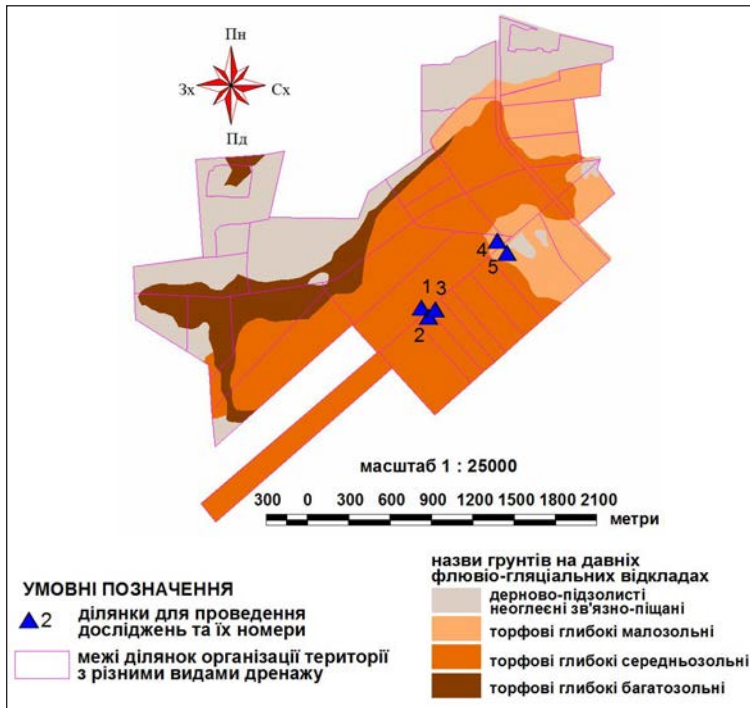


Рис. 1. Ґрунтова картосхема території дослідної станції (м. Сарни) із закладеними моніторинговими ділянками

Моніторингова ділянка на торфово-болотному добре розкладеному ґрунті на сучасних алювіальних відкладах розташована в межах меліоративної осушувально-зволожувальної системи «Смолянка», яка була збудована в 1910–1911 рр. на території Ніжинського і Куликівського районів, а реконструйована в 60–80-ті роки минулого століття.

У відібраних з шару 0–30 см ґрунтових зразках визначали: вміст лужногідролізованого азоту за Корнфілдом ДСТУ 4729, вміст гумусу ДСТУ 4289 – 2004, рухомий фосфор та обмінний калій ДСТУ 4115 – 2002, рН сольовий ГОСТ 26483 – 85, зольність ГОСТ 27784–88.

Обрахунок величин емісії та асиміляції CO_2 , статистичну обробку результатів досліджень проведено у програмах Excel 2010 та Statistica 6.0.

Під час визначення обсягів емісії-депонування CO_2 ґрунтом та рослинами різних сільськогосподарських культур використано скляну закриту прозору камеру діаметром $d = 0,24$ м, висотою $h = 0,45$ м, об'ємом $V = 0,0203472$ м³, яка з'єднувалася із залізною насадкою з гумовим ущільнювачем, що врізалася в ґрунт на глибину 3 см. Для виокремлення вуглецевих потоків, які надходять з ґрунту та асимілюються або виділяються наземною масою рослини, а також депонуються ними, застосовано різницевий метод, який передбачав вимірювання емісії-депонування CO_2 на ґрунті з рослиною та без неї. Повторність вимірювання триразова.

Обсяг CO_2 визначали з урахуванням об'єму рослин висотою до 0,5 м за величинами зниження або підвищення газу в повітрі камери протягом п'ятихвилинної експозиції.

Зміну маси газу в одиниці об'єму повітря за одиницю часу MCO_2 визначали за формулами, наведеними в джерелах [5; 70].

Розрахунок інтенсивності асиміляції CO_2 (the intensity of assimilation) рослинами розраховували на основі різницевого методу відповідно до раніше оприлюднених методологій [2; 16] за формулою:

$$I_{AS} = E\text{CO}_2 - M\text{CO}_2, \quad (1)$$

де I_{AS} – інтенсивність асиміляції, $E\text{CO}_2$ – інтенсивність емісії, $M\text{CO}_2$ – величина балансу маси CO_2 в камері.

Показники родючості органогенних ґрунтів на давніх флювіогляціальних відкладах у шарі 0–30 см наведено в табл. 1.

Таблиця 1
Місцеположення спостережних ділянок та показники родючості торфових ґрунтів (шар 0–30 см)

| Показники родючості | | | | Координати точок, десяткові градуси | | |
|---|--|-------------------------------|------------------|---------------------------------------|------------|------------|
| Зольність, % | уміст поживних елементів, мг/кг ґрунту | | | кислотність, $\text{pH}_{\text{КСІ}}$ | φ | λ |
| | N-NH ₄ | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | | |
| діл. № 1, глибокі торфові середньозольні ґрунти на флювіогляціальних відкладах, рілля, кукурудза на силос, Західне Полісся | | | | | | |
| 12,9 | 87,6 | 7,6 | 3,5 | 4,6 | 51,3474167 | 26,5561111 |
| діл. № 2, глибокі торфові середньозольні ґрунти на флювіогляціальних відкладах, рілля, кукурудза на силос, Західне Полісся | | | | | | |
| 12,2 | 85,1 | 6,9 | 2,9 | 4,3 | 51,3470556 | 26,5565833 |
| діл. № 3, глибокі торфові середньозольні ґрунти на флювіогляціальних відкладах, сіножать, злакове різотрав'я, Західне Полісся | | | | | | |
| 10,1 | 95,6 | 9,3 | 5,1 | 5,1 | 51,3473333 | 26,5574444 |
| діл. № 4, глибокі торфові малозольні ґрунти на флювіогляціальних відкладах, сіножать, злакове різотрав'я, Західне Полісся | | | | | | |
| 8,7 | 134,7 | 11,2 | 6,4 | 5,7 | 51,3520000 | 26,5645000 |
| діл. № 5, глибокі торфові малозольні ґрунти на флювіогляціальних відкладах, рілля, соняшник, Західне Полісся | | | | | | |
| 9,2 | 125,2 | 10,8 | 5,9 | 5,4 | 51,3520278 | 26,5656667 |
| діл. № 8, торфово-болотний добре розкладений ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, болото, болотяна рослинність (заплава р. Десна), Східне Полісся | | | | | | |
| - | 105,0 | 58 | 74,9 | 5,7 | 51,4679166 | 31,4666944 |

Як свідчать результати аналізу, вміст у торфових ґрунтах рухомого калію є традиційно низьким, а кислотність ґрунтового середовища є достатньо високою. Поряд із вологістю ґрунту названі показники ґрунтової родючості виступають головними потенційно обмежувачими чинниками врожайності сільськогосподарських культур.

Без внесення достатньої кількості мінеральних добрив та вапна, накопичення наземної та кореневої біомаси культур, як правило, відбувається повільно та не дає змоги компенсувати надходження відчуженої з урожаєм органічної сировини з ґрунту.

Зважаючи на вищезазначене, створюються умови для підсиленої мінералізації органічної речовини торфових ґрунтів та її втрати шляхом емісії CO_2 до атмосфери. При цьому певна частина діоксиду вуглецю не може бути використана рослинами під час фотосинтезу. Йдеться про те, що менша біомаса дає змогу асимілювати меншу кількість CO_2 .

Інтенсивність та асиміляцію CO_2 з досліджуваних ґрунтів представлено в табл. 2.

Таблиця 2

Інтенсивність емісії ґрунтами CO_2 та його асиміляція сільськогосподарськими культурами. Дати спостереження: 13.07.2016., атм. тиск – 740 мм рт. ст. та 20.07.2019., атм. тиск – 751 мм рт. ст.

| Культура та група фіксації CO_2 | Конц. CO_2 , C_1 , ppm* | Емісія ґрунтом, ECO_2 | Баланс маси CO_2 , (MCO_2) | Інтенсивність асиміляції рослинами CO_2 , I_{AS} | $\frac{\text{ECO}_2}{\text{I}_{\text{AS}}}$ **, % | $\frac{\text{I}_{\text{AS}}}{\text{ECO}_2}$ *** |
|--|---|--------------------------------|--|---|---|---|
| | | | | | | |
| глибокий торфовий середньозольний ґрунт на флювіогляціальних відкладах, 13.07.2016, 10:25 – 11:25 | | | | | | |
| кукурудза на силос, С4 | 509 | 11,5 | -21,4 | 32,9 | 35,0 | 2,90 |
| злакове різнотрав'я, С3 | 471 | 4,8 | -0,13 | 4,9 | 97,9 | 1,02 |
| глибокий торфовий малозольний ґрунт на флювіогляціальних відкладах, 13.07.2016., 11:40 – 12:20 | | | | | | |
| соняшник, С3 | 453 | 3,7 | -13,2 | 16,9 | 21,9 | 4,60 |
| злакове різнотрав'я, С3 | 502 | 6,9 | -8,3 | 15,2 | 45,4 | 2,20 |
| торфово-болотний добре розкладений ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, 20.07.2019., 09:30 – 10:10 | | | | | | |
| болотяна рослинність, С3 | 517 | 6,3 | -3,1 | 9,4 | 67,0 | 1,50 |

Примітка: *концентрація CO_2 на висоті 0,45 м; **коефіцієнт співвідношення величини інтенсивності асиміляції двоокису вуглецю рослинами (кол. 5) до відповідного значення інтенсивності емісії CO_2 ґрунтом.

(кол. 3); $\frac{\text{I}_{\text{AS}}}{\text{ECO}_2}$ *** - відношення емітованого ґрунтом CO_2 до асимільованого рослинами (у відсотках)

Більшість рослинності на ділянках зі злаковим різнотрав'ям перебуває на етапі завершення інтенсивного накопичення вегетативної маси – початку періоду дозрівання насіння.

Концентрація CO_2 у приземному шарі повітря (C_1 , кол. 3) на посівах кукурудзи перебуває в інтервалі 493–524 ppm та перевищує оптимальні для фотосинтезу значення (400 ppm) приблизно на 20%.

Дані таблиці свідчать, що інтенсивність емісії CO_2 на торфових ґрунтах під кукурудзою помітно перевищує відповідні значення під соняшником та злаковим різотрав'ям. Емісія CO_2 на посівах кукурудзи (9,9-13,1 $\text{мг/м}^2/\text{хв}$) перевищує відповідні значення у злакового різотрав'я (4,8-6,9 $\text{мг/м}^2/\text{хв}$) та соняшнику (3,7 $\text{мг/м}^2/\text{хв}$).

Інтенсивність асиміляції діоксиду вуглецю на торфових ґрунтах під просапними культурами – кукурудзою (25,8-40,0 $\text{мг/м}^2/\text{хв}$) та соняшником (16,9 $\text{мг/м}^2/\text{хв}$) – порівняно зі злаковим різотрав'ям (0,13-8,3 $\text{мг/м}^2/\text{хв}$) характеризується помітно вищими значеннями. Це пов'язано зі швидшими темпами накопичення біомаси на початкових стадіях розвитку цих культур.

Величина балансу маси (MCO_2) характеризує спрямованість процесів емісії \leftrightarrow асиміляції в системі «ґрунт – атмосфера – рослина» та значення істотності їх переважання в конкретний відносно короткої часовий інтервал.

Значення величини балансу маси CO_2 (MCO_2) на торфових глибоких середньозольних та глибоких торфових малозольних ґрунтах на посівах усіх культур має негативні значення, що вказує на переважання обсягів асимільованого рослинами вуглецю над обсягами емітованого ґрунтом до атмосфери.

Встановлено, що з 10 до 13 години просапні культури на глибокому торфовому середньо- та малозольному ґрунтах формування врожаю використовують від 21,9% до 35,0% загальної потреби за рахунок емітованого ґрунтом CO_2 . Тоді як потреба у вуглецю у злакового різотрав'я компенсується вуглецем ґрунтового походження на 45,4-97,9%, що пов'язано із завершенням періоду активного накопичення біомаси трав'яною рослинністю.

Болотяна рослинність на торфово-болотному добре розкладеному ґрунті забезпечує власну потребу у вуглецю за рахунок продукovanого ґрунтом CO_2 на 67%.

Завдяки відносно невисоким значенням емісії CO_2 з органічних ґрунтів під трав'яними культурами, а в посушливих під час досліджень умовах і під болотною рослинністю та відносно незначну потребу вуглецю для забезпечення фотосинтезу спостерігалось краще «перехоплення» ґрунтового вуглецю порівняно з просапними.

Загальновідомо, що чим родючіший ґрунт та/або чим більше в ньому органічної речовини, тим більша частина CO_2 для фотосинтезу компенсується за «рахунок» ґрунтового вуглецю [0]. Тому у разі недостатнього агротехнічного забезпечення та загальної низької культури землеробства ризик непродуктивних викидів CO_2 до атмосфери та небезпека спрацювання торфовищ через підсилення емісії значно підвищуються.

В умовах змін клімату та дефіциту матеріально-технічних ресурсів, коли пріоритетним постає питання збереження торфових ґрунтів, найкращим способом їх використання буде поступове переведення до складу високопродуктивних кормових угідь із посівом травосумішок або багаторічних трав.

Коефіцієнт $\frac{I_{AS}}{ECO_2}$ характеризує емісійно-асиміляційну здатність ґрунтів у складі окремих видів ландшафтів у контексті ощадливості їх функціонування.

У даному разі глибокий торфовий малозольний ґрунт під соняшником у початковому періоді розвитку, коли асимілюються значні обсяги CO_2 та відносно невисокій ґрунтовій емісії, має найкращі значення коефіцієнта – 4,6. Кукурудза на силос має значення коефіцієнта 2,6-3,1. Найнижчі значення коефіцієнта мають торфові глибокі торфові середньозольні (1,02) та глибокі торфові малозольні ґрунти (2,2) відповідно під злаковим різотрав'ям.

Висновки і пропозиції. Отже, у результаті досліджень встановлено, що на посівах кукурудзи концентрація CO_2 в приземному шарі повітря (C_1) перебуває

в інтервалі 493–524 ppm, що незначно перевищує оптимальні для фотосинтезу значення (400 ppm).

Значення величини балансу маси CO₂ на торфових глибоких середньозольному, малозольному та торфово-болотному добре розкладеному ґрунтах на посівах усіх культур має негативні значення, що вказує на переважання обсягів асимільованого рослинами вуглецю над обсягами емітованого ґрунтом до атмосфери.

Виявлено, що інтенсивність емісії CO₂ на торфових ґрунтах під кукурудзою помітно перевищує відповідні значення під соняшником та злаковим різнотрав'ям. Емісія CO₂ на посівах кукурудзи (9,9–13,1 мг/м²/хв) перевищує відповідні значення у злакового різнотрав'я (4,8–6,9 мг/м²/хв) та соняшнику (3,7 мг/м²/хв).

Зважаючи на вищевикладене, слід зауважити, що у разі інтенсивного використання торфових ґрунтів перед користувачами завжди поставатиме дилема, суть якої полягає у такому. З одного боку, для отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур, передусім просапних, необхідне застосування ефективних елементів технологій, яке прогнозовано призведе до закономірного підсилення агрогенного навантаження і збільшення обсягів емісії CO₂. В іншому разі екстенсивні способи у рослинництві неминуче призведуть до зниження врожайності культур, що на тлі високої емісії унеможливить «перехоплення» CO₂ та в кінцевому підсумку також призведе до емісійних утрат ґрунтами органічної речовини.

В умовах трансформації клімату та підсилення парникового ефекту знаходження означеного оптимального балансу достатньо проблематичне – він дуже хиткий. Тому виникає питання доцільності використання таких унікальних ґрунтів як засобу виробництва просапних культур.

Окрім того, враховуючи підвищену в надґрунтовому шарі повітря в органігенних ґрунтів на висоті 0,45м (500 ppm і більше) концентрацію діоксиду вуглецю, вирощування сільськогосподарських C4 культур, зокрема кукурудзи (з оптимальним концентрації CO₂ ≈ 400 ppm), може виявитися нераціональним.

Ми схилиємося до думки, що доцільний та раціональний спосіб використання меліорованих торфових ґрунтів – це високопродуктивні кормові, а також мисливські угіддя. Це дасть змогу уповільнити втрату ними органічної речовини та зберегти унікальні природні ландшафти з їх біорозмаїттям.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Макаров Б.Н. Газовий режим почви. Москва : Агропромиздат, 1988. С. 17–23.
2. Меліоровані агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України зони зрошення і осушення / за ред. М.І. Ромащенко, Ю.О. Тараріко. Ніжин, 2017. С. 319–330.
3. Гумусний стан та емісія діоксиду вуглецю в агроєкосистемах / В.В. Снітинський та ін. *Агроєкологічний журнал*. 2015. № 1. С. 53–58.
4. Сябрук О.П. Вплив природних та антропогенних чинників на динаміку емісії CO₂ з чорноземів в умовах лівобережного лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.03. «Агроґрунтознавство і агрофізика» ; ННЦ «ІПА імені О.Н. Соколовського» НААН. Харків, 2015. 167 с.
5. Трофименко П.І., Борисов Ф.І. Наукове обґрунтування алгоритму застосування камерного статичного методу визначення інтенсивності емісії парникових газів із ґрунту. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. № 83. С. 17–24.
6. Спосіб визначення балансу маси газу в системі «ґрунт – атмосфера – рослина» : Пат. № 127061 Україна. Заявка № u 2018 02361 ; заявл. 07.03.2018 ; опубл. 10.07.2018. Бюл. № 13 / П.І. Трофименко та ін.

7. Спосіб визначення інтенсивності емісії газів з ґрунту (на прикладі CO₂) / П.І. Трофименко та ін. Науково-методичне видання НААН України, МОН України, ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», КНУ імені Тараса Шевченка. Київ, 2019. 29 с.
8. Трускавецкий Р.С. Баланс углерода в осушенных торфяниках украинского Полесья. *Почвоведение*. 2014. № 7. С. 829–836.
9. Curtis P.S., Wang X. A meta-analysis of elevated CO₂ effects on woody plant mass, form, and physiology. *Oecologia*. 1998. № 113. P. 299–313.
10. Earth System Research Laboratory. Global Monitoring Division. URL : <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/obop/mlo/>.
11. Emission reductions from revetting of peatlands. Towards a field guide for the assessment of greenhouse gas emissions from Central European peatlands. John Couwenberg, Jurgen Augustin, Dierk Michaelis, Hans Joosten. Duene/Greifswald University. 2008. 24 p.
12. Climate change reconsidered: interim report of the nongovernmental panel on climate change (NIPCC) / C.D. Idso et al. Chicago, IL : The Heartland Institute. 2011. 415 p.
13. Idso C.D., Idso K.E. Forecasting world food supplies: the impact of rising atmospheric CO₂ concentration. *Technology*. 2000. № 7 (suppl). P. 33–56.
14. The growth respons of C4 plants to rising atmospheric CO₂ partial pressure: a reassessment / O. Ghannoum et al. *Plant, Cell and Environment*. 2000. № 23. P. 931–942.
15. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – IPCC, 2006. United Nations Framework Convention on Climate Change. URL : <https://unfccc.int/process-and-meetings/>.
16. Joosten H. Peatland restoration and climate: on possible fluxes of gases and money. *Матеріали міжнародної конференції «Торф в рішенні проблем енергетики, сільського господарства і екології»*. Мінськ, 2006. С. 412–417.
17. Kleber Markus Der Einfluß der Expositionszeit auf die Höhe der Bodenatmung bei Anwendung der Lundegardhmethod. *Z. Pflanzenernähr ; Bodenk*, 157, 1994. S. 441–445.
18. Nakano H., Makino A., Mae T. The effect of elevated partial pressures of CO₂ on the relationship between photosynthetic capacity and N Content in rice leaves. *Plant Physiology*. 1997. Vol. 115. № 1. P. 191–198.
19. Tree responses to rising CO₂ in field experiments: implications for the future forest / R.J. Norby et al. *Plant, Cell and Environment*. 1999. № 22. P. 683–714.
20. Truskavetskii R.S. Carbon Budget of Drained Peat Bogs in Ukrainian Polesie. Project Organic Carbon in Drained Peat Bogs. Budget calculation methodology. Lambert Academic Publishing, 2015.
21. Monitoring of emission volumes ↔ CO₂ assimilation in «soil-atmosphere-plant» system / P.I. Trofymenko et al. *XII International Scientific Conference «Monitoring of geological processes and ecological condition of the environment»*, 13–16 November 2018, Kyiv, Ukraine.
22. Wittwer S.H. Flower power: rising carbon dioxide is great for Lants. *Policy Review*. 1992. P. 4–10.