

Accent Graphics
Publishing & Communications

Accent Graphics Communications & Publishing, Hamilton, Canada

 **PREMIER**
Publishing

Premier Publishing s.r.o.

Центр научных исследований «Solution»

13th International conference

Science and society

19th July 2019

Hamilton, Canada
2019

ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ДИНАМІКУ ВУГЛЕЦЮ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО

ПОЛЬОВИЙ А.М.

*доктор географічних наук, професор кафедри
агрометеорології та агроекології*

БОЖКО Л.Ю.

*кандидат географічних наук, доцент кафедри
агрометеорології та агроекології*

БАРСУКОВА О.А.

*кандидат географічних наук, доцент кафедри
агрометеорології та агроекології*

*Одеський державний екологічний університет
м. Одеса, Україна*

Родючість ґрунту – це здатність його забезпечувати рослини необхідними питомими речовинами, водою і повітрям для їх якісного розвитку і формування продуктивності. Ґрунт забезпечує рослини всім необхідним завдяки великій кількості хімічних, фізичних і біологічних процесів, які в ньому відбуваються. Внаслідок цих процесів ґрунт створює, накопичує, розподіляє усі речовини необхідні рослинам.

Проблема родючості ґрунтів і їх використання є однією із актуальних проблем сучасного землеробства. Підвищення родючості ґрунтів є складовою частиною більш загальної проблеми – оптимізації використання земельних ресурсів і підвищення продуктивності агроєкосистем.

Одним із головних показників ґрунтової родючості є вміст гумусу і його якість. Зміна вмісту гумусу в ґрунті визначається процесами гуміфікації і мінералізації органічних речовин [1].

Оцінка рівня родючості ґрунту може виконуватись за окремими властивостями або за комплексним показником – індексом окультурення ґрунтів, в якому кожна властивість виражається у відносних одиницях і відображує міру відповідності ґрунту вимогам культурних рослин. При цьому також актуальним є оцінка динаміку гумусу і виділення CO₂ сільськогосподарськими угіддями в умовах зміни клімату.

За основу досліджень прийнятий набір кліматичних сценаріїв, а саме Репрезентативні траєкторії концентрацій вуглекислого газу (*Representative Concentration Pathways – RCP*). Найбільш дослідженими сценаріями змін клімату вважаються два із них: RCP4.5 і RCP8.5. Найпісемістичнішим із них вважається сценарій RCP8.5, який передбачає експоненційне збільшення вуглекислого газу в атмосфері до кінця XXI сторіччя приблизно у 2,5 рази у порівнянні з із сучасним [2]. Також у дослідженні використовувалась удосконалена авторами модель кола обігу вуглецю в ґрунті RothC-26.3 [3]. В алгоритм моделі авторами введена система рівнянь, що дозволяє розділити рослинні рештки за місяцями вегетації, сумарна величина котрих визначається із рівнянь, запропонованих у роботі [5]. Крім того, змінений розрахунок температури ґрунту на глибині 20 см і розрахунок водного режиму ґрунту..

Ідентифікація параметрів моделі виконувалась на надрукованих в літературних джерелах матеріалах спостережень отриманих в процесі досліджень динаміки вуглецю в тривалих стаціонарних дослідах в умовах Правобережного Лісостепу України [1; 4]. Основний тип ґрунту – чорнозем опідзолений.

Розглядалась польова десятипільна сівозміна з наступною зміною сільськогосподарських культур у сівозміні: конюшина (сіно), озима пшениця, цукровий буряк, кукурудза, горох, озима пшениця, кукурудза, озима пшениця, цукровий буряк, ярий ячмінь. Запаси гумусу у чорноземі опідзоленому в шарі 0-20 см перед дослідом були на рівні 82,1 т/га, що і приймалось у числових дослідах в якості початкової величини [1]. Розглядалися три варіанти числових дослідів: а) вирощування культур без внесення добрив, б) внесення

мінеральних добрив в дозах $N_{45}P_{45}K_{45}$ і $N_{90}P_{90}K_{90}$; в) внесення гною 9 т/га і 18 т/га.

За допомогою моделі виконана оцінка балансу вуглецю в ґрунті на полях сівозміни в умовах майбутніх змін клімату у двох варіантах – 1) для всіх полів і для окремого поля сівозміни.

Кліматичні умови, а саме зволоження і термічний режим, відіграють суттєву роль в процесах перетворення органічних речовин в ґрунті насамперед через великий вплив на рослинність і діяльність мікроорганізмів, які є найважливішими біологічними факторами ґрунтоутворення.

Розраховані за сценаріями зміни клімату RCP4.5 і RCP8.5 за період 2021 – 2050 рр. температура і сума опадів представлені на рис. 1 і 2. Очікується, що за сценарієм RCP4.5 річна кількість опадів буде 535 мм, тобто становитиме 88 % від середньої багаторічної кількості опадів. За кліматичним сценарієм RCP8.5 сума опадів за рік буде більшою, ніж за сценарієм RCP4.5 і становитиме 574 мм, тобто 94 % від базової величини.

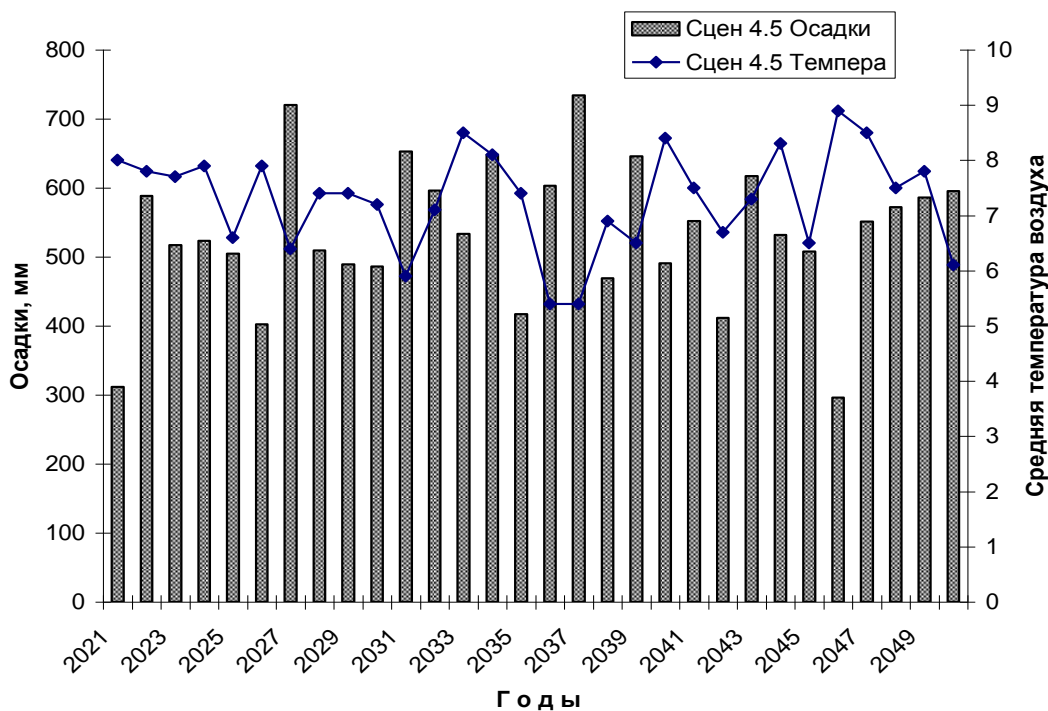


Рис. 1. Динаміка очікуваних сум опадів і середньої температури повітря за рік. Кліматичний сценарій RCP4.5

За обома сценаріями розподіл опадів в окремі роки буде дуже нерівномірним. В цілому очікується, що в п'яти – шести роках сума опадів буде становити 50 – 60 % базової величини, в 16 –ти роках вона становитиме 75-85 % базової величини, і тільки у восьми роках сума опадів очікуватиметься на рівні 91 – 115 % базової кількості.

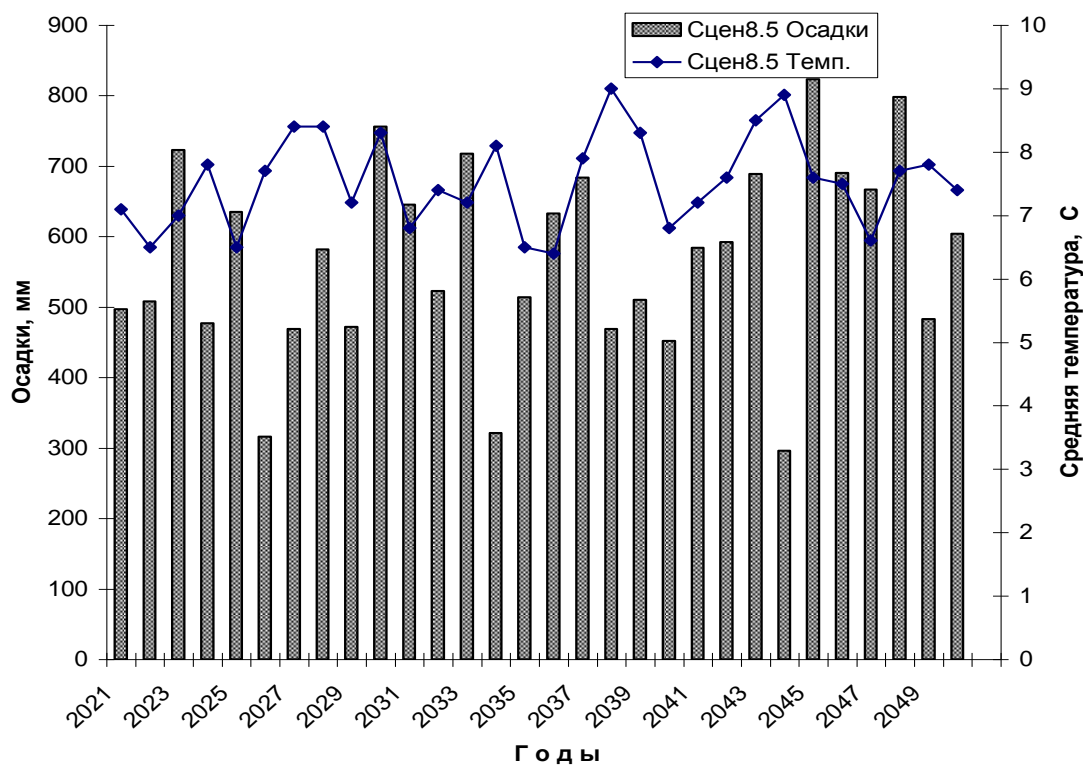


Рис. 2. Динаміка очікуваних річних сум опадів і середньої за рік температури повітря. Кліматичний сценарій RCP8.5.

За показником зволоження (гідротермічний коефіцієнт Г.Т. Селянінова, ГТК) за сценарієм RCP4.5 кількість посушливих років буде близько 6. Особливо посушливими будуть 2021 і 2046 роки. Середня за вегетаційний період температура повітря становитиме відповідно 19,6 і 19,9 °C (рис. 3).

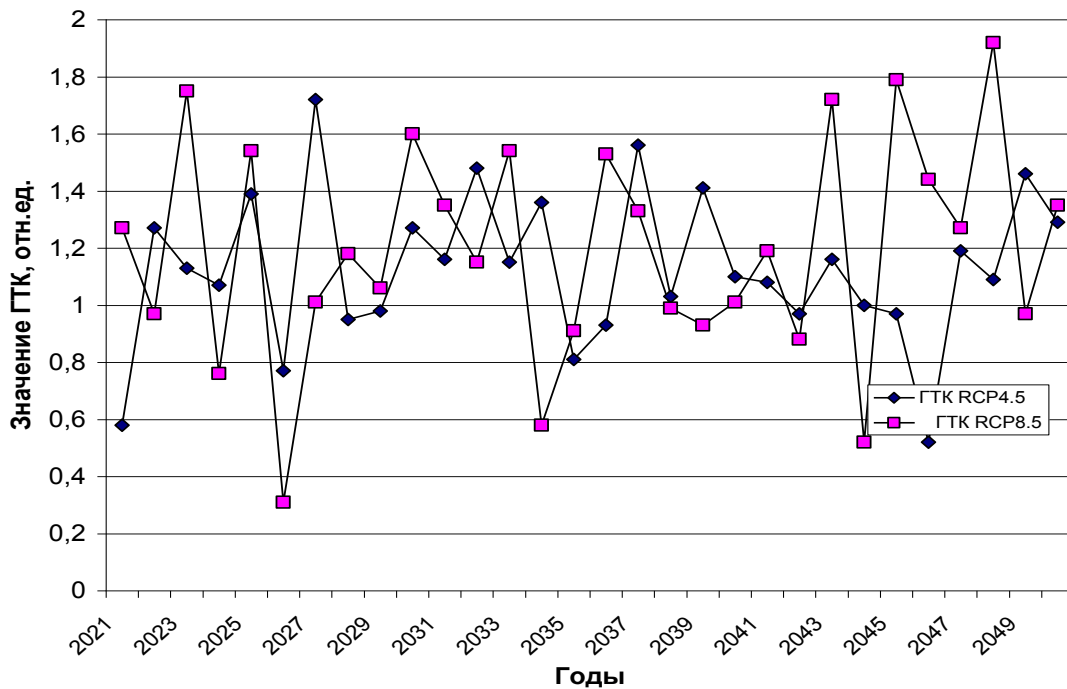


Рис. 3. Динаміка очікуваних значень ГТК за кліматичними сценаріями RCP4.5 і RCP8.5

За сценарієм RCP8.5 очікуватиметься збільшення посушливих років (до 10 років). Особенно посушливими будуть 2026, 2034 і 2044 роки.

Під впливом погодних умов змінюється баланс вуглецю нині і в майбутньому.

За реалізації сценарію RCP4.5 очікувані середні значення балансу вуглецю в ґрунті за різних варіантів дослідів у польовій десятипільній сівозміні будуть коливатись від $-0,120$ до $-0,379$ т С/га у варіанті без внесення добрив, від $-0,184$ до $0,101$ т С/га у варіанті із внесенням добрив в дозі $N_{90}P_{90}K_{90}$, до $0,085$ т С/га у варіанті із внесенням гною до 18 т/га (рис.4).

В умовах реалізації кліматичного сценарію RCP4.5 буде спостерігатись збільшення річного балансу вуглецю в порівнянні зі сценарієм RCP4.5. При сумі опадів за літні місяці від 50 до 100 мм баланс вуглецю буде від'ємний і становитиме $-0,10$ – $-0,15$ т С/га. При сумі опадів за літо більше 200 мм баланс буде позитивним на рівні до 0 – $0,05$ т С/га. В роки, коли сума опадів очікуватиметься більше 220 мм і середня температура повітря при цьому буде нижчою середньої багаторічної, баланс гумусу за рік буде очікуватись на рівні

0,12 – 0,13 т С/га. Це пояснюється тим, що за реалізації сценарію RCP8.5 умови тепло та вологозабезпеченості будуть очікуватись більш сприятливі.

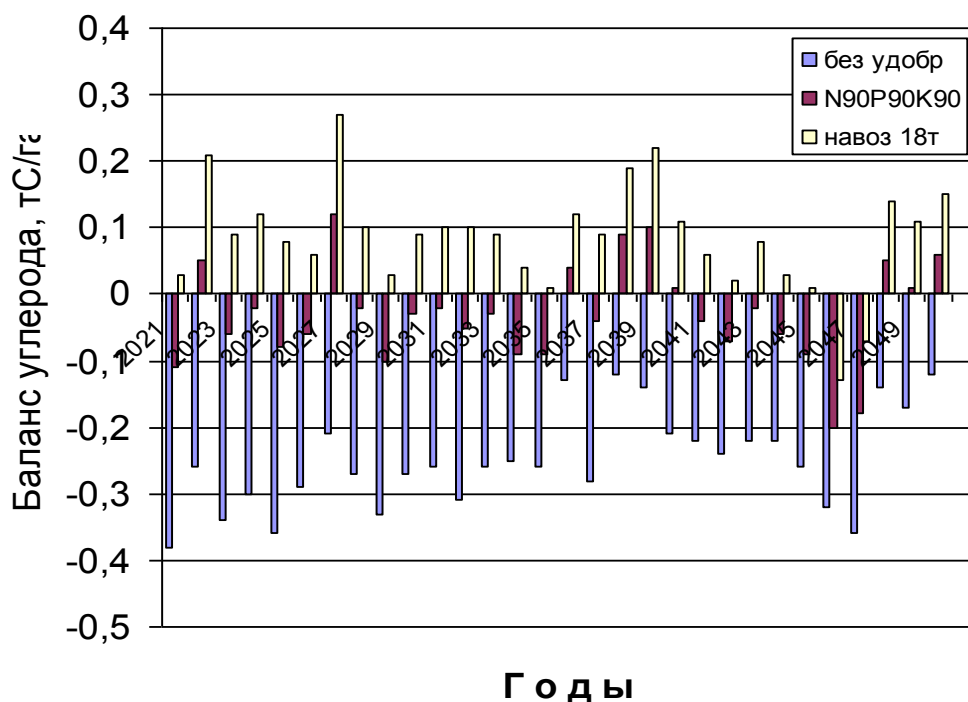


Рис. 4. Динаміка середніх за рік значень балансу вуглецю в ґрунті за різних варіантів внесення добрив в десятипільній сівозміні. Кліматичний сценарій RCP4.5.

Співставлення рис. 1, 2 та 4 свідчить про слабку залежність середнього за рік балансу вуглецю в ґрунті в польовій десятипільній сівозміні від умов зволоження ґрунту за рік.

Режим зволоження суттєво впливає на виділення $C-CO_2$ із ґрунту. Комплексним показником оцінки умов зволоження є гідротермічний коефіцієнт Г.Т. Селянінова (ГТК).

Як видно із рис 5, спостерігається пряма залежність річних сум виділення вуглецю із ґрунту від умов зволоження вегетаційного періоду, тобто від ГТК. Підвищення значень ГТК сприяє підвищенню виділень вуглецю на полі із озимою пшеницею.

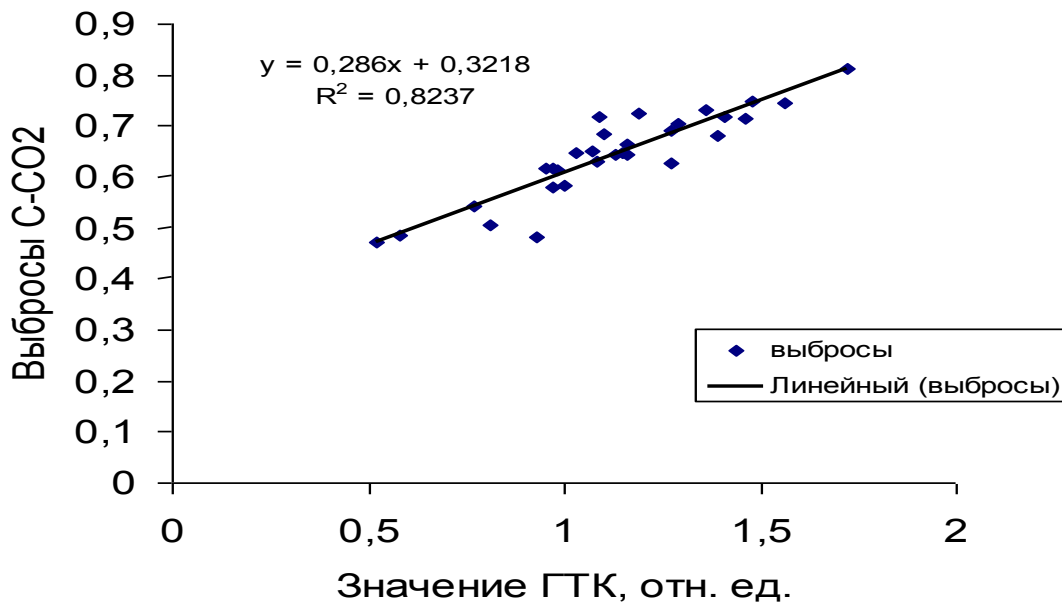


Рис. 5. Залежність викидів вуглецю С-СО₂ на полі із озимою пшеницею в десятипільній сівозміні від середніх за вегетаційний період значень ГТК. Варіант без внесення добрив. Кліматичний сценарій RCP4.5.

Був також розрахований очікуваний баланс вуглецю на одному конкретному полі сівозміни по десятиріччях (2021-2030 рр., 2031-2040 рр., 2041-2050 рр.) в трьох варіантах дослідження. В табл. 1 наводяться відомості про очікувані метеорологічні умови за кліматичними сценаріями по окремих десятиріччях.

Метеорологічні умови по десятиріччях за кліматичними сценаріями RCP4.5 и RCP8.5 відзначатимуться як за температурним режимом, так і за режимом зволоження. Температура повітря за обома сценаріями очікуватиметься нижчою за середню багаторічну величину.

Кількість опадів очікуватиметься меншою у порівнянні з базовою величиною за для сценарієм RCP4.5 та для двох десятиріч за сценарієм RCP8.5. Дещо вищим воно буде в третьому десятиріччі (2041 – 2050 рр.) за кліматичним сценарієм RCP8.5. Необхідно відзначити, що за значенням коефіцієнта ГТК за кліматичним сценарієм RCP4.5 три десятиріччя очікуватимуться більш посушливими, ніж за сценарієм RCP8.5.

За таких метеорологічних умов розглядалась динаміка очікуваних осереднених по десятиріччях значень балансу вуглецю в ґрунті, викиди С-СО₂ на окремому конкретному полі сівозміни.

Таблиця 1 – Очікувані за кліматичними сценаріями RCP4.5 і RCP8.5 метеорологічні умови по десятиріччях.

Роки	Середня за десятиріччя температура повітря °С		Середня за десятиріччя кількість опадів мм		Середнє за десятиріччя ГТК за вегетаційний період, відн.од
	за червень-серпень	за рік	за червень-серпень	за рік	
1986 – 2005	18,8	8,0	250	611	1,3
Кліматичний сценарій RCP4.5					
2021 – 2030	17,8	7,4	157	505	1,11
2031 – 2040	17,8	7,0	188	579	1,05
2041 – 2050	18,3	7,5	166	522	1,07
Кліматичний сценарій RCP8.5					
2021 – 2030	17,5	7,5	181	544	1,14
2031 – 2040	18,1	7,4	192	547	1,13
2041 – 2050	17,9	7,7	198	632	1,30

Динаміка очікуваних за сценаріями RCP4.5 і RCP8.5 середніх значень балансу вуглецю на конкретному полі представлені на рис. 6 і 7. При цьому слід мати на увазі, що одне конкретне поле являє собою поле, на якому протягом десяти років чергуються всі сільськогосподарські культури: конбшина (сіно) – озима пшениця – цукровий буряк – кукурудза – горох – пшениця озима – кукурудза – озима пшениця – цукровий буряк – ярий ячмінь. Передбачається, що вони вирощуються за різних варіантів внесення добрив. Баланс вуглецю в ґрунті за рік і викиди вуглецю на конкретному полі сівозміни будуть змінюватись від десятиріччя до десятиріччя.

Найбільші зміни річного балансу вуглецю в ґрунті очікуватимуться у варіанті без внесення добрив.. Річний баланс вуглецю становитиме від -0,29; до -0,44 т С/га. Загальною закономірністю буде збільшення річного балансу

вуглецю і викиди $C-CO_2$ при варіанті без внесення добрив, при внесенні мінеральних добрив у дозах $N_{45}P_{45}K_{45}$ і $N_{90}P_{90}K_{90}$, та при внесенні органічних добрив 9 т/га і 18 т/га (рис. 6 і 7).

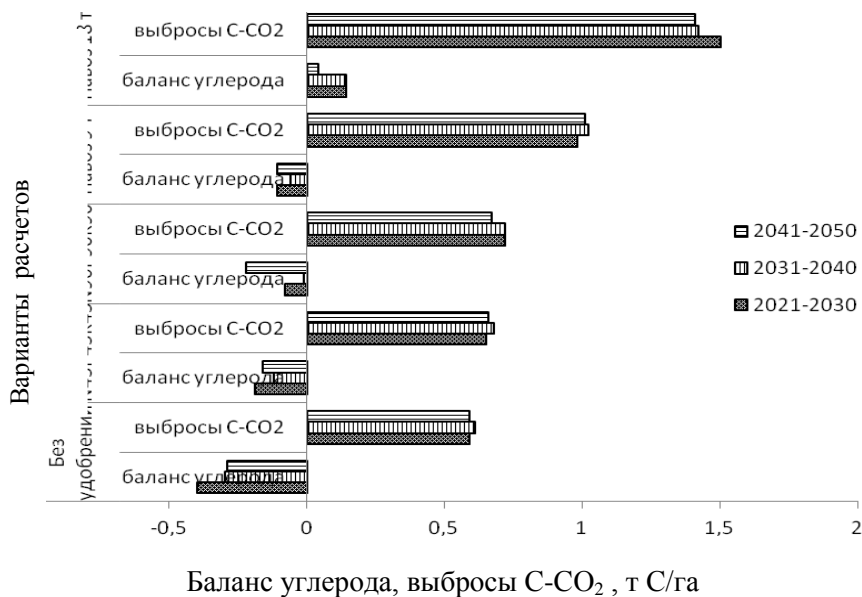


Рис. 6. Динаміка очікуваних середніх по десятиріччях річних значень балансу вуглецю і викидів $C-CO_2$ на окремому полі сівозміни за різних варіантів внесення добрив. Кліматичний сценарій RCP4.5.

За реалізації кліматичного сценарію RCP8.5 буде очікуватись збільшення річного балансу вуглецю від першого до третього десятиріччя.

Річні значення викидів $C-CO_2$ на окремому полі сівозміни (рис. 6 і 7) будуть найменшими у варіанті без внесення добрив. При внесенні мінеральних добрив річні значення викидів $C-CO_2$ зростають. Так, за кліматичним сценарієм RCP4.5 при внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{45}K_{45}$ річні значення викидів $C-CO_2$ зростають на 10 – 12 %, а при внесенні $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на – 14 – 22 %.

Внесення органічних добрив значно збільшує інтенсивність виділення $C-CO_2$ з поля сівозміни. При внесенні гною 18 т/га очікуватиметься найбільша величина річних викидів $C-CO_2$ з поля сівозміни, що в 2,3 – 2,4 рази перевищує викиди $C-CO_2$ поля без добрив.

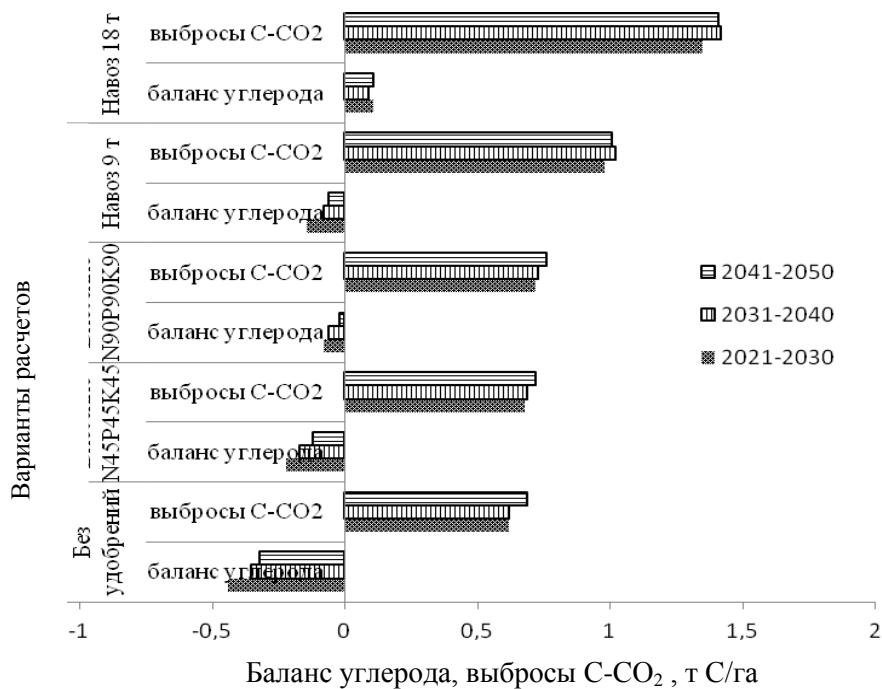


Рис. 7. Динаміка очікуваних середніх по десятиріччях значень балансу вуглецю та викидів вуглецю С-СО₂ на окремому полі сівозміни за різних варіантів внесення добрив. Кліматичний сценарій RCP8.5.

Дослідні виміри балансу вуглецю в ґрунті та емісія С-СО₂, виконані в різних ґрунтово - кліматичних зонах дозволяють порівняти отримані нами результати моделювання з результатами інших авторів..

У виконаних нами модельних розрахунках балансу вуглецю в ґрунті та сумарних потоків викидів С-СО₂ річні значення змінюються від року до року в залежності від погодних умов і внесення добрив в межах від -0,4 до - 0,2 т/га для балансу вуглецю і від 0,6 до 1,5 т СО₂-С га⁻¹ за рік для емісії СО₂. Ці результати співвідносяться з результатами дослідних вимірів у багатьох літературних джерелах [6, 7, 8, 9].

Висновки. В середньому за період 2021 – 2050 рр. очікуватиметься зміна показників термічного режиму і режиму зволоження. За різними сценаріями ця зміна буде різною. Як по окремих роках, так і по десятиріччях. Під впливом погодних умов баланс вуглецю і викиди С-СО₂ змінюються щорічно в сучасних умовах і буде змінюватись і в подальшому. При цьому значення балансу вуглецю і викидів С-СО₂ буде знаходитись у значно більшій залежності від

умов зволоження, ніж від температури повітря і ґрунту. Поліпшення умов зволоження спричиняє значне підвищення викидів С-СО₂ з полів сівозміни. Тривале застосування різних систем добрив значно поліпшує баланс вуглецю в ґрунті і викиди С-СО₂. На збільшення значень балансу і викидів С-СО₂ великий вплив матимуть органічні добрива та норми їх внесення..

Наведені матеріали демонструють застосування концепції розділу органічної речовини рослинних залишків на компартменти і подальшого моделювання їх внутрішньорічної динаміки.

Список використаної літератури

1. Трус О.М., Господаренко Г.М., Прокопчук І.В. Гумус чорнозему опідзоленого та його відтворення. Умань: 2016. 227 с.
2. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату: Монографія. /Під ред. С.М. Степаненка та А.М. Польового. Одеса: «ТЕС», 2018. 520 с.
3. Coleman K., Jenkinson D.S. RothC-26.3 – A model the turnover of carbon in soil. //In: Powlson DS, Smith P, Smith JU (ed) Evaluation of soil organic matter models using existing long-term datasets. NATO ASI Series I, V. 38. Springer, Berlin: 1996. P. 237–246.
4. Господаренко Г.М., Трус О.М., Прокопчук І.В. Умови збереження гумусу в ґрунті польової сівозміни //Біологічні системи, 2012. Т. 4. Вип. 1. С. 31–34.
5. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 175 с.
6. Новиков А.А. Обоснование роли корневых и пожнивных остатков в агроценозе // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 78 (04). С. 1–10.
7. Сябрук О.П. Оцінка втрат вуглецю з чорнозему типового за різних способів обробітку та систем удобрення // Агрохімія і ґрунтознавство. - 2013. - Вип. 80. - С. 140-146.

8. Шилова Н.А. Динамика выделения CO₂ в посевах полевых культур на дерново-подзолистых и торфяных почвах //Почвоведение и агрохимия, 2014. № 1(52). С. 104–113.

9. Feizien D., Kadžien G. The influence of soil organic carbon, moisture and temperature on soil surface CO₂ emission in the 10 th year of different tillage-fertilisation management //Zemdirbyste-Agriculture, vol. 95, 2008. No. 4. P. 29–45.