

УДК 551.583:633.11

ОЦІНКА АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ РОСТУ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ТА ЕМІСІЯ СО₂ ІЗ ҐРУНТІВ АГРОЕКОСИСТЕМИ ПРИ ЗМІНІ КЛІМАТУ В УКРАЇНІ

Польовий А.М.,

доктор географічних наук, професор кафедри агрометеорології та агроєкології,
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
apolevoy@te.net.ua,

Барсукова О.А.,

кандидат географічних наук, доцент кафедри агрометеорології та агроєкології,
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова та старший науковий
співробітник Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства
НААН, lana5933@ukr.net
м. Одеса, Україна

Зміна клімату є однією з найбільших проблем світу в даний час. Вона визначається як значні зміни середніх значень метеорологічних елементів, таких як опади та температура, для яких середні значення були розраховані протягом тривалого періоду [1, 2].

Сільське господарство та зміна клімату характеризуються складним причинно-наслідковим зв'язком. Сільськогосподарський сектор генерує значні обсяги викидів газів, що впливають на клімат. У зв'язку з чим надзвичайно важливим завданням є оцінка викидів парникових газів із ґрунтів екосистем.

На основі синтезу підходів з моделювання емісії СО₂, N₂O та продуктивності агроєкосистем нами для ґрунтово-кліматичних умов України [3] розроблено комплексну модель емісії парникових газів із ґрунтів агроєкосистем (*plant-agrosoil-GHG-model*), яка дозволяє кількісно оцінити вплив змін клімату на формування урожаю та щодакдану динаміку емісії СО₂ та N₂O з ґрунтів агроєкосистеми в конкретних сценаріях землекористування та сівозміни.

Перейдемо до розгляду результатів наших досліджень для основних агрокліматичних зон України.

Полісся. У зв'язку зі зсувом початку періоду весняно-літньої вегетації озимої пшениці на більш ранні терміни температура повітря в цей період за сценарними даними по всіх десятиліттях очікується на 0,9–1,7 °С нижче порівняно із середньою багаторічною (табл.). Кількість опадів у періоди 2021–2030 та 2031–2040 рр. незначно відрізняться від багаторічних значень, 216–228 мм порівняно з 231 мм, у період 2041–2050 рр. вона становитиме 81,4 % від багаторічних значень. Величина сумарного випаровування для всіх трьох десятиліть очікується 244–245 мм, що складе 88,1 % від кліматичної норми, відповідно і величини випаровування будуть дещо меншими, для третього десятиліття ця величина буде вищою (105,6 %).

За показником зволоження ГТК Селянинова перше десятиліття відрізнятиметься незначною посушливістю, друге – гарним зволоженням, третє – слабкою посушливістю. За показником зволоження Шашко (Md) лише третє десятиліття за критерієм зволоження наближається до рівня середньої посушливості. Запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту очікуються лише на рівні 43–48 мм, що вище багаторічних значень.

Таблиця.

Порівняння сценарних (RCP4.5) показників агрометеорологічних умов весняно-літньої вегетації озимої пшениці із середніми багаторічними (1981–2020 рр.) по агрокліматичних зонах України

Сценарій RCP 4.5 Період, рік	Показники						
	Температура повітря, T °C	Опади, мм	Сумарне випаровування E, мм	Випаровуваність E0, мм	ГТК, відн.од.	Запаси вологи у шарі 0–20 см W, мм	Показник зволоження Шашко Md відн.од.
Полісся							
1981–2020	13,0	231	278	287	1,10	33,7	0,487
2021–2030	11,5	216	245	275	0,95	47,2	0,597
2031–2040	11,3	228	245	259	1,17	47,8	0,677
2041–2050	12,1	188	244	303	0,79	42,7	0,474
Лісостеп							
1981–2020	13,5	243	208	303	1,11	31,2	0,480
2021–2030	12,3	203	258	299	0,88	32,9	0,527
2031–2040	11,4	230	260	260	1,13	37,0	0,713
2041–2050	12,1	202	252	295	1,03	37,0	0,511
Північний Степ							
1981–2020	14,7	182	243	365	0,76	25,0	0,323
2021–2030	13,4	143	232	376	0,61	20,8	0,298
2031–2040	14,2	187	238	369	0,90	29,3	0,447
2041–2050	13,8	142	224	391	0,59	19,6	0,327
Південний Степ							
1981–2020	15,2	152	278	355	0,60	15,2	0,277
2021–2030	14,7	105	278	429	0,43	14,7	0,187
2031–2040	14,5	145	230	378	0,67	16,7	0,333
2041–2050	14,9	130	212	414	0,60	18,0	0,284

Лісостеп. Температурний режим весняно-літньої вегетації озимої пшениці (табл.1) був нижчим від середнього багаторічного на 1,2–2,1 °C, особливо низьким він очікується в другому десятилітті (до 11,4 °C в порівнянні з 13,5 °C за середніх багаторічних умов). Очікується зменшення кількості опадів у першому та третьому десятиліттях на 16 % та у другому – на 5 %. Рівень сумарного випаровування за десятиліттями очікується вище за багаторічний (252–260 мм порівняно з нормою 208 мм). Величина випаровуваності в перше і третє десятиліття наближається до рівня багаторічної (295–299 мм) і тільки в другому десятилітті вона на 14 % менше норми, при цьому створюються оптимальні умови зволоження, сумарне випаровування буде становити 252–260 мм. А випаровуваність сягатиме 260–299 мм, показник ГТК перевищує одиницю,

а показник зволоження M_d також високий (0,713). Умови зволоження першого та третього десятиліть характеризуються величинами ГТК 0,88–1,03 та коефіцієнтами M_d 0,511–0,527.

Північний Степ. У період весняно-літньої вегетації озимої пшениці (табл.1) температура повітря у другому десятилітті лише на 0,5 °С буде нижчою за багаторічну, для першого і третього десятиліть очікується, що зниження складе 0,9–1,3 °С. Кількість опадів у першому та третьому десятиліттях суттєво (на 21 %) зменшиться. Для другого десятиліття умови зволоження складуться сприятливо, кількість опадів перевищить кліматичну норму.

Сумарне випаровування незначно (на 2 %) зменшиться у другому десятилітті. Для першого десятиліття це зменшення становитиме 5 %, для третього – 8 %. Випаровуваність у другому та третьому десятиліттях буде близькою до багаторічної величини, для третього десятиліття вона зросте на 7 %. Оцінка ступеня зволоження за показником ГТК показує, що як у середньому багаторічному, так і для сценарних років умови оцінюються як слабо посушливі, перше і третє десятиліття слабо посушливі більшою мірою, а друге десятиліття дещо менш посушливе. Оцінюючи за показником зволоження Шашко багаторічні умови та сценарні в перше і третє десятиліття оцінюються як сильна посуха, а друге десятиліття приймається як настання середньої посухи. Відповідно запаси вологи в багаторічному розрізі становлять 25 мм, а в першому і третьому десятиліттях – 20-21 мм.

Південний Степ. Весняно-літня вегетація пшениці озимої (табл. 1) характеризується більш підвищеною температурою повітря, середня багаторічна становить 15,2 °С, а в сценарні роки вона буде утримуватися в межах 14,5–4,9 °С. Кількість опадів у першому та третьому десятиліттях зменшиться: у першому десятилітті на 31 %, у третьому – на 14 %. Менш значним буде скорочення кількості опадів у другому десятилітті (на 5 %). Сумарне випаровування у першому десятилітті очікується лише на рівні середнього багаторічного (278 мм), у другому десятилітті зменшиться на 13 %, у третьому – на 24 %. Середня багаторічна величина випаровуваності становить 355 мм, у сценарні десятиліття вона зросте, особливо значно у першому десятилітті (на 21 %), дещо менше у третьому десятилітті (на 17 %) та мінімальне збільшення у другому десятилітті (на 6 %).

За умовами зволоження (за показником ГТК) багаторічні умови слід віднести до слабо посушливих, умови першого десятиліття характеризуються як сильно посушливі, а третього десятиліття як середньо-засушливі. Порівняно сприятливі умови очікуються у другому десятилітті. За показником зволоження Шашко середні багаторічні умови характеризуються як сильна посуха. Умови першого десятиліття оцінюються дуже жорстко як дуже сильна посуха, третього десятиліття як сильна посуха, умови другого десятиліття слід віднести до умов, характерних для середньої посухи. Запаси продуктивної вологи в орному шарі в середньому багаторічному та за сценарних умов становлять 15–18 мм.

Емісія CO₂. Комплекс факторів визначає рух газів у системі «грунт – рослина – атмосфера». В першу чергу він визначається температурним режимом

та режимом зволоження, біологічними та біохімічними процесами, які відбуваються у ґрунті, станом рослинного покриву.

Результати моделювання емісії CO₂ із ґрунтів агроєкосистеми за період весняно-літньої вегетації озимої пшениці у розрізі основних агрокліматичних зон України в умовах зміни клімату наведені на рисунку.

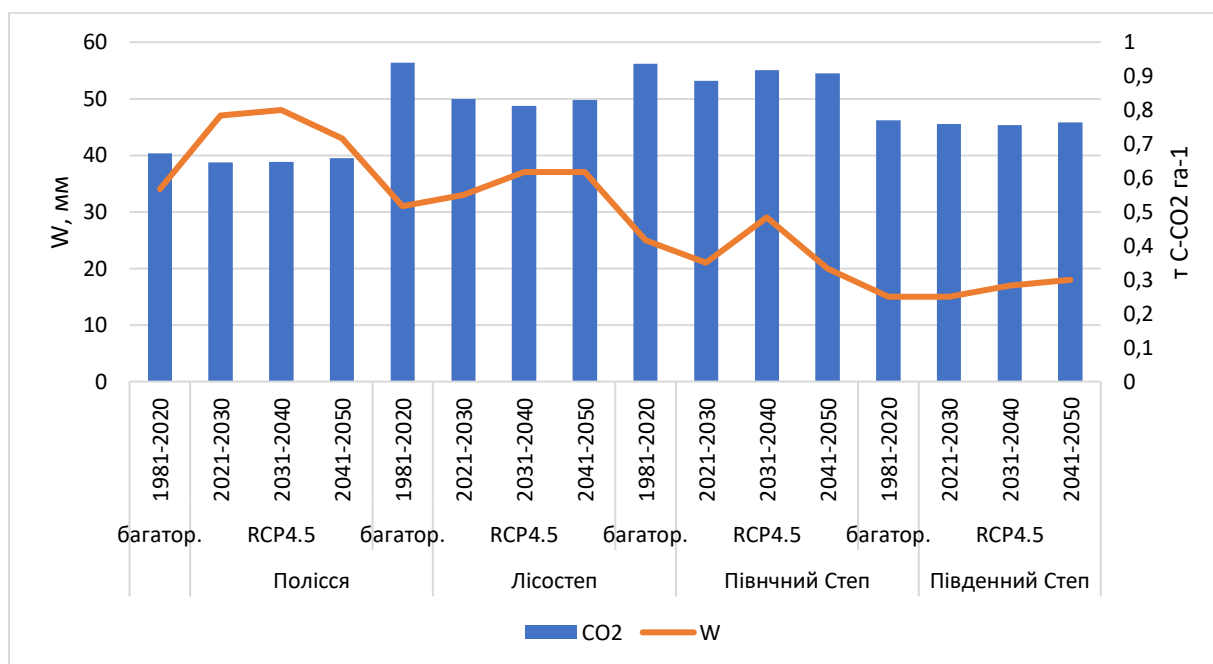


Рис. Динаміка викидів CO₂ із агроєкосистеми озимої пшениці та запасів продуктивної вологи в орному шарі ґрунту (W)

Стосовно *Полісся* при середніх багаторічних умовах (запасах продуктивної вологи в орному шарі ґрунту 34 мм та температурі повітря 13,0 °С) викиди CO₂ в атмосферу становитимуть 0,673 т С-CO₂ га⁻¹. При підвищенні запасів вологи до 47 мм та зниженні температури до 11,5 °С у першому десятилітті емісія CO₂ буде зменшуватись до 0,645 т С-CO₂ га⁻¹. Для другого десятиліття при температурі повітря 11,3 °С та запасах продуктивної вологи у орному шарі ґрунту 48 мм викиди CO₂ залишаться на рівні викидів у першому десятилітті і становитимуть 0,647 т С-CO₂ га⁻¹. У третьому десятилітті волого-температурний режим зміниться (відбудеться зниження вологості ґрунту до 43 мм і підвищення температури повітря до 12,1 °С), викиди CO₂ становитимуть 0,658 т С-CO₂ га⁻¹.

У *Лісостепу* за середніх багаторічних умов при запасах вологи 31 мм та температурі повітря 13,5 °С емісія CO₂ становитиме 0,940 т С-CO₂ га⁻¹. Так, при підвищенні вологості ґрунту до 33 мм за температури повітря 12,3 °С у першому десятилітті викиди CO₂ становитимуть 0,833 т С-CO₂ га⁻¹. Зростання запасів вологи (до 37 мм) та зниження температури повітря (до 11,4 °С) призведе до зменшення викидів до 0,812 т С-CO₂ га⁻¹. В третьому десятилітті при підвищенні температури повітря відбудеться деяке збільшення викидів до 0,829 т С-CO₂ га⁻¹.

Для *Північного Степу* буде характерним збільшення викидів CO₂. Так, при багаторічних запасах вологи 25 мм і температурі повітря 14,7 °С викиди CO₂ становлять 0,937 т С-CO₂ га⁻¹. У першому десятилітті при зниженні температури

повітря до 13,4 °С та зменшенні запасів вологи до 21 мм відбудеться зменшення викидів до 0,886 т С-СО₂ га⁻¹. У другому десятилітті очікується дещо вищий рівень зволоження ґрунту (до 29 мм) та деяке підвищення температури повітря (до 14,2 °С), внаслідок таких агрометеорологічних умов викиди зростуть до 0,918 т С-СО₂ га⁻¹. Для третього десятиліття буде характерним погіршення умов зволоження. При запасах вологи 20 мм та температурі повітря 13,8 °С емісія буде складати 0,908 т С-СО₂ га⁻¹.

У посушливих умовах *Південного Степу* за середніх багаторічних умов (запаси вологи 15 мм, температура повітря 15,2 °С) викиди СО₂ становитимуть 0,770 т С-СО₂ га⁻¹. У першому та другому десятиліттях за практично однакового зволоження, але незначного (на 0,5–0,7 °С) зниження температури повітря емісія становитиме 0,755–0,759 т С-СО₂ га⁻¹. Невелике підвищення рівня зволоження (до 18 мм) та підвищення температури повітря (до 14,9 °С) у третьому десятилітті наблизить викиди СО₂ до багаторічного рівня (0,764 т СО₂ га⁻¹).

Таким чином, найбільші викиди СО₂ (0,886–0,940 т С-СО₂ га⁻¹) будуть очікуватися при середніх за період весняно-літньої вегетації пшениці озимої запасах продуктивної вологи в орному шарі ґрунту 20–40 мм і температурі повітря 12–15 °С. Перевищення рівня середніх за період запасів вологи понад 40 мм та температура повітря 11–12 °С супроводжується зниженням рівня емісії СО₂ (0,645–0,658 т С-СО₂ га⁻¹). У посушливих умовах при зниженні середніх за період весняно-літньої вегетації пшениці озимої запасів вологи в орному шарі ґрунту менше 20 мм і підвищених середніх за весняно-літній період вегетації пшениці озимої температурах повітря (14,5–15,2 °С) очікується зниження емісії (0,755–0,770 т С-СО₂ га⁻¹).

Список літератури:

1. World Meteorological Organization. International Meteorological Vocabulary, 2nd ed.; WMO: Geneva, Switzerland, 1992.

2. IPCC. Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. In *Working Group II Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2007.

3. Польовий А. М., Божко Л. Ю. Моделювання емісії парникових газів із ґрунтів агроecosystem. *Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. Серія Геологія, географія, екологія*. 2021. № 54. С. 329–344. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-54-25>