

2.4. Зміна агрокліматичних показників під впливом змін клімату, розрахованих за сценаріями RCP 4,5 та RCP 8,5

*Польовий А.М., Божко Л.Ю., Барсукова О.А.
Одеський державний екологічний університет*

Різноманітність і величезна кількість кліматоутворювальних факторів зумовлює стан клімату з дуже ускладненим спектром коливань, в яких детермінований характер мають гармоніки річного та добового ходу. Наприкінці минулого і початку поточного століття науковцями відзначаються значні зміни кліматичних умов на всій Земній кулі через потепління.

За своїм географічним положенням, структурою народного господарства, станом довкілля Україна є однією з країн, для яких соціально-економічні наслідки зміни клімату можуть бути незворотними. Сільське господарство є найбільш вразливою галуззю економіки України до коливань та змін клімату. Враховуючи інерційний характер сільського господарства та залежність його ефективності від погодних умов, уже зараз необхідне прийняття своєчасних та адекватних рішень щодо складних проблем, обумовлених змінами клімату [104].

Важливою ланкою проблеми зміни глобального клімату є вирішення агрометеорологічної задачі – оцінки зміни агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур та впливу цих змін на їхню продуктивність.

Кліматичні зміни на майбутнє розраховуються з використанням кліматичних моделей. Ці моделі розраховують майбутні кліматичні режими на основі низки сценаріїв зміни антропогенних факторів.

Для кліматичних розрахунків використовується набір сценаріїв, а саме Репрезентативні траєкторії концентрацій (Representative Concentration Pathways – RCP), що уявляють собою чотири сценарії, які включають часові ряди викидів і концентрацій всього набору парникових газів, аерозолів і хімічно активних газів [105, 106]. Найбільш дослідженими сценаріями клімату майбутнього вважаються два з них: RCP 4,5 та RCP 8,5. Найпесимістичнішим є сценарій – RCP 8,5, який передбачає експоненціальне збільшення кількості вуглецю в атмосфері до кінця XXI ст. приблизно в 2,5 рази відносно сучасного.

Для виявлення змін сучасних агрокліматичних умов були використані дані 175 метеорологічних станцій України. В якості

¹⁰⁴ Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / За ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. – Одеса : Вид-во «ТЕС», 2015. – 520 с.

¹⁰⁵ Волощук В.М. Глобальний парниковий ефект і кліматичні умови України / В.М. Волощук, М.П. Скрипник // Вісник АН України. – 1993. – № 3. – С. 38–44.

¹⁰⁶ Гребенюк Н. Нове зміну глобального та регіонального клімату в Україні на початку XXI ст. / Н. Гребенюк, Т. Корж, А. Яценко // Водне господарство України. – 2002. – № 5–6. – С. 56–62.

часового масштабу прийнято інтервал у 30 років, через те що стан клімату характеризується середніми значеннями і станом мінливості, який характерний для такого інтервалу.

Виконана робота є продовженням досліджень з оцінки впливу кліматичних змін на галузі економіки України, результати яких узагальнені в роботах [105–107].

Аналіз тенденції зміни клімату виконувався шляхом порівняння середніх багаторічних характеристик метеорологічних та агрометеорологічних показників радіаційного, теплового та водного режимів за два періоди: перший – з 1986 по 2005 рр. (базовий), другий – з 2021 по 2050 рр. Метеорологічні показники на період від 2021 р. до 2050 рр. розраховані за кліматичними сценаріями RCP 4,5 та RCP 8,5.

Для характеристики середніх багаторічних значень енергетичних ресурсів та ресурсів за період з 2021 по 2050 рр. розраховані за сценаріями RCP 4,5 та RCP 8,5 по агрокліматичних зонах України були проведені розрахунки середніх багаторічних величин першої групи факторів навколишнього середовища: тривалості світлої пори доби, сумарної сонячної радіації за добу, інтенсивності фотосинтетично активної радіації (ФАР), суми ФАР за вегетаційний період, радіаційного балансу рослинного покриву.

Динаміка надходження сонячної радіації, як за даними середніх багаторічних значень, так і за розрахунками за двома сценаріями RCP 4,5 та RCP 8,5 досить ідентична для всіх агрокліматичних зон, за винятком Південного Степу, відрізняючись числовими показниками по декадах.

Надходження сумарної радіації впродовж періоду з температурою повітря вище 5 °С в базовий період було нижчим, ніж розраховані величини за обома сценаріями в перші чотири декади вегетаційного періоду. У подальшому очікувані значення сумарної радіації за обома сценаріями дуже близькі за значеннями між собою, в період з 7 до 13 декади будуть однаковими з середніми багаторічними і становитимуть 320–360 кал/см² · д.

В Південному Степу до 11 декади вегетації за середніми багаторічними даними надходження сумарної радіації було значно нижчим, ніж розраховане за сценаріями. Різниця становитиме 150 кал/см² · д. Після 11 декади до кінця періоду розраховані за сценаріями значення сумарної радіації будуть співпадати з середніми за базовий період.

Аналіз динаміки *інтенсивності фотосинтетично активної радіації* (ФАР) показав, що в усіх регіонах інтенсивність ФАР за середніми багаторічними даними була нижче, ніж розраховані її значення за сценаріями RCP 4,5 та RCP 8,5 (рис. 1).

¹⁰⁷ Антропогенные изменения климата // Под ред. М.И. Будыко. Ю.А. Израэля. – Л. : Гидрометеоиздат, 1987. – 405 с.

Найвищі значення інтенсивності ФАР і за середніми багаторічними і за розрахованими за сценаріями даними відзначатимуться в період з шостої до 18 декади періоду і становитимуть відповідно 0,20–0,23 та 0,24 та 0,25 кал/см²·хв.

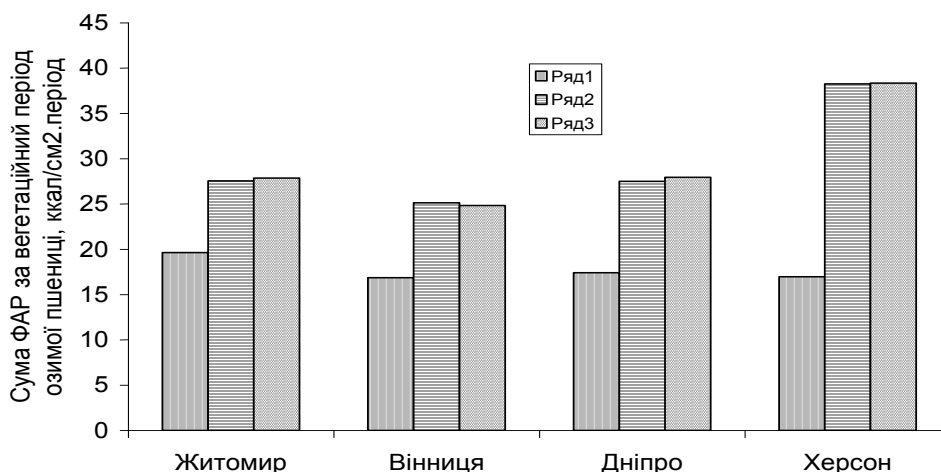


Рис. 1. Порівняльна характеристика надходження ФАР за вегетаційний період зернових культур: 1– середні багаторічні; 2 – RCP 4,5, 3 – RCP 8,5

Джерело: авторські дослідження

Основними характеристиками температурного режиму були: дати переходу температури повітря через 0, 5, 10, 15 °С навесні та восени; тривалість періоду з температурами повітря вище 0, 5, 10, 15 °С; суми позитивних температур повітря за період з температурами вище 0 °С; вище 5 °С; вище 10 °С; за період з температурою вище 15 °С; тривалість періоду з температурами від 5 до 15 °С навесні; від 15 до 5 °С восени; середня температура повітря січня, липня; амплітуда температур [108]. Розрахунки представлені в табл. 1.

Для сільськогосподарського виробництва важливу роль відіграють періоди з температурами повітря вище 5 та 10 °С [108]. Тривалість періоду з температурами вище 5 °С зменшиться в Поліссі до 195 днів, Лісостепу – до 204 днів, в Північному Степу – до 210 днів. В Південному Степу за сценарієм RCP 4,5 тривалість періоду зменшиться до 215 днів і становитиме 234 дні. В разі реалізації обох сценаріїв зміняться і суми температур але тільки в Лісостеповій зоні і в зоні Південного Степу. В Південному Степу середні багаторічні суми становили 3690 °С. В районі Лісостепової зони вони будуть нижчими від середніх базового періоду на 230–280 °С і становитимуть 2400–2500 °С. За сценарієм RCP 4,5 вони очікуються на рівні середніх багаторічних, а за сценарієм RCP 8,5 – вищими на 100 °С.

¹⁰⁸ Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія / А.М. Польовий. – Одеса : Вид-во «ТЕС», 2012. – 612 с.

1. Характеристики температурного режиму за різними сценаріями

Період, роки	Сума активних температур вище					Температура повітря, °С		
	0 °С	5 °С	10 °С	15 °С	-0 °С	січень	липень	амплітуда
Полісся								
1986–2005	3077	2861	2582	1902	-	-3,0	19,4	22,4
RCP 4,5	2908	2795	2409	1616		-2,7	19,1	21,8
Різниця	169	66	173	284		-0,3	0,3	0,6
RCP 8,5	3007	2873	2563	1772		-4,1	19,1	23,2
Різниця	70	-12	19	130		-1,1	0,3	-0,8
Лісостеп								
1986–2005	3227	3136	2817	2113		-3,4	20,4	23,7
RCP 4,5	2962	2847	2415	1800		-3,2	19,5	22,7
Різниця	265	289	402	313		0,2	0,9	1,0
RCP 8,5	3044	2901	2584	1789		-4,2	19,4	23,6
Різниця	183	235	233	324		-0,8	1,0	0,1
Північний Степ								
1986–2005	3409	3356	3010	2372	-	-4,0	22,1	26,1
RCP 4,5	3410	3325	3041	2570		-3,0	22,3	25,3
Різниця	-1	31	-31	-198		1	-0,2	0,8
RCP 8,5	3510	3380	3090	2571		-4,4	22,5	26,9
Різниця	-101	-24	-80	-199		-0,4	-0,4	-0,8
Південний Степ								
1986–2005	3819	3690	3322	2707	-	-1,9	23,7	25,6
RCP 4,5	3900	3683	3464	2732		0,1	23,9	23,8
Різниця	-81	7	-142	-25		1,8	-0,2	1,8
RCP 8,5	3999	3798	3413	2894		-0,9	24,2	25,1
Різниця	-180	-108	-91	-187		1	-0,5	0,5

Джерело: авторські дослідження

Суми температур за обома сценаріями в Поліссі та Лісостепу будуть нижчими від сум температур за базовий період на 200–250 °С і становитимуть 2450–2550 °С. В Північному Степу очікувані суми будуть майже однакові з середніми багаторічними і становитимуть 3040–3090 °С. І тільки в Південному Степу очікувані суми температур вище 10 °С будуть вищими за обома сценаріями і становитимуть відповідно 3460–3410 °С (табл. 1).

Ще одним із основних факторів життя рослин є волога. Для характеристики умов зволоження розглядалися такі показники: сума опадів за періоди: зима, весна, літо, осінь, рік; сума опадів за періоди з температурами повітря вище 0, 5, 10, 15 °С; сума опадів за період з жовтня по березень включно та з квітня по вересень включно; сумарне

випаровування, випаровуваність, дефіцит випаровування; коефіцієнт зволоження – ГТК Г.Т. Селянинова за період з температурами повітря вище 10 °С [108].

Згідно проведених нами розрахунків, у кожній природно-кліматичній зоні, як і на всій території України в цілому за рік та по сезонах року спостерігатимуться значні коливання очікуваної кількості опадів. В цілому за рік на території України в розрахунковий період 2021–2050 рр. за різними сценаріями очікується зменшення кількості опадів у напрямку з північного заходу на південний схід.

За обома сценаріями у Поліссі і Лісостеповій зонах, очікувана сума опадів становитиме до 91 % від опадів базового періоду, в Степовій зоні до 81 %. В розрахунковий період до 2050 р. сума опадів за період з температурою повітря вище 5 °С зменшиться майже на 10 % за сценарієм RCP 4,5 та на 13 % за сценарієм RCP 8,5. В період з температурами повітря вище 10 °С сума опадів за обома сценаріями становитиме 83–85 % від такої ж суми за базовий період (табл. 2).

Особливо різко зменшиться сума опадів у Степовій зоні. За сценаріями RCP 4,5 та RCP 8,5 в Степовій зоні України сума опадів як в цілому за рік, так і за період з температурами повітря вище 10 °С (табл. 2) різко зменшиться і становитиме 58–62 % базової суми опадів. Це спричинить зменшення сумарного випаровування, випаровуваності та дефіциту випаровування. За обома сценаріями очікуватиметься однакове зменшення ГТК до 0,68–0,70 відн. од. При чому ГТК буде зменшуватись відчутніше в разі реалізації сценарію RCP 4,5. Посушливість клімату в Степовій зоні зростає.

Для динаміки формування запасів продуктивної вологи на полях із сільськогосподарськими культурами значну роль відіграють суми опадів за холодний (X–III) та теплий (IV–IX) періоди року, тому що опади є основним постачальником запасів продуктивної вологи.

Розраховані величини очікуваних сум опадів на період до 2050 р. показують, що за обома сценаріями змін клімату в холодний період року очікується збільшення сум опадів. Це збільшення становитиме 106–108 % від базової суми в Поліссі і Лісостеповій зоні, та 112–113 % в зоні Північного Степу.

В теплий період року за обома сценаріями на період до 2050 р. очікується зменшення сум опадів по всій території України. Але слід відзначити що в Поліссі і Лісостеповій зонах зменшення сум опадів буде спостерігатись з меншою інтенсивністю і очікувані суми становитимуть відповідно 80–90 % від суми опадів за базовий період. В Степовій зоні суми опадів становитимуть 69–70 % в Південному Степу та 72 % в Північному Степу від базової суми опадів.

Дослідження показали, що розраховані за двома сценаріями показники радіаційного, теплового та водного режиму в період з 2021 по

2050 рр. будуть значно відрізнятись від середніх багаторічних величин базового періоду. Слід чекати незначне підвищення складових радіаційного режиму в усіх агрокліматичних зонах України, яке спричинить підвищення сум температур на 200 °С тільки в зоні Південного Степу України.

2. Режим зволоження в Україні за різними сценаріями зміни клімату за період з температурою повітря вище 10 °С

Сценарії	Сума опадів за періоди, мм за періоди з температурою повітря вище		Сумарне випаровування, мм	Випаровуваність, мм	Дефіцит випаровування, мм	ГТК
	10 °С	% від базового періоду				
Полісся						
1986–2005 р.	368		506	1310	805	1,4
Період 2021–2050 рр.						
RCP 4,5	306	83	436	872	436	1,34
Різниця	62	-	70	438	369	-0,6
RCP 8,5	312	85	357	727	370	1,26
Різниця	56	-	149	583	435	-0,16
Лісостеп						
1986–2005 р.	327		493	1305	872	1,39
Період 2021–2050 рр.						
RCP 4,5	272–83 %		291	703	382	1,16
Різниця	55		192	603	490	0,23
RCP 8,5	312–95 %		357	727	370	1,25
Різниця	15		136	578	502	0,14
Північний Степ						
1986–2005 р.	325		493	1334	902	1,1
Період 2021 – 2050 рр.						
RCP 4,5	201- 62%		397	861	560	0,87
Різниця	124		96	473	342	0,23
RCP 8,5	190- 58%		348	875	527	0,85
Різниця	135		84	459	375	0,25
Південний Степ						
1986–2005р.	284		394	1396	1023	0,8
2021–2050 рр.						
RCP 4,5	186–65 %		294	1010	734	0,68
Різниця	98		100	366	299	0,12
RCP 8,5	172–61 %		286	940	654	0,7
Різниця	112		108	487	379	0,10

Джерело: авторські дослідження

Річна сума опадів очікуватиметься менше ніж в базовий період в усіх агрокліматичних зонах. Особливо чутливим буде зменшення сум опадів в теплий період року в Південному Степу України, що спричинить зменшення ГТК і збільшення частоти посушливих явищ.