

КОСТЮКЕВИЧ Тетяна Костянтинівна,

канд. геогр. наук,

Одеський державний екологічний університет

ORCID ID: 0000-0002-1952-8839

КОЛОСОВСЬКА Валерія Валеріївна,

канд. геогр. наук,

Одеський державний екологічний університет

ORCID ID: 0000-0002-7490-6812

Україна

ОЦІНКА АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЗА СУЧАСНИХ ЗМІН КЛІМАТУ (RCP 6.0) НА ТЕРИТОРІЇ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Кукурудза має велике народногосподарське значення як кормова, харчова та технічна культура. Обробляють її для отримання зерна, зеленого корму та силосу. Сьогодні кукурудза є основним джерелом сировини для заводів з виробництва біогазу в Європі. Це обумовлено її високою врожайністю і відсутністю проблем у вирощуванні. Однак, для забезпечення необхідною кількістю біомаси, її виробництво має досягти високих показників ефективності¹.

Урожайність кукурудзи залежить від багатьох факторів, серед яких найважливішими є тепло, світло, волога і мінеральне живлення. В останні роки зміни клімату особливо відчутні. Вони викликають зміну агрокліматичних умов вирощування кукурудзи, які, в свою чергу, впливають на зміну темпу розвитку культури та показників формування її продуктивності, а це все значною мірою впливає на рівень врожайності².

Адаптація сільського господарства до сучасних та майбутніх змін клімату сьогодні має вирішальне значення - ефективно планування і реалізація адаптаційних заходів на різних рівнях державних установ може допомогти в

1 Костюкевич Т. К. Агрокліматична оцінка умов вирощування кукурудзи на біомасу для використання в енергетичній промисловості на території Поділля. Використання альтернативних джерел енергії в умовах розвитку сільських територій : матеріали II міжнародної науково-практичної конференції (Полтава, 22 листопада 2019 р.). Полтава, 2019. С.68-70.

2 Польовий А. М., Костюкевич Т. К., Толмачова А. В., Жигайло О. Л. Вплив кліматичних змін на формування продуктивності кукурудзи в Західному Лісостепу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2021. № 1(109). С. 115-124. URL: <http://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/8863>. (дата звернення: 26.04.2022).

реалізації цього питання. Тому оцінка майбутніх кліматичних змін сьогодні є дуже важливою, й не тільки для сільського господарства. Одним із найпростіших методів відображення можливих змін у кліматичному режимі будь-якої метеорологічної величини є порівняння з минулими даними, зокрема, середніми багаторічними величинами за базовий період.

Для забезпечення сьогоdnішнього рівня продовольчої безпеки й в найближчі десятиліття, були зроблені зусилля зі створення імітаційних моделей для кукурудзи, спрямованих на прогнозування зростання, розвитку та потенціалу врожайності у певних умовах навколишнього середовища. Вчені розроблюють майбутні кліматичні прогнози з використанням загальних моделей циркуляції, в яких змінюється кількість парникових газів. Оскільки неможливо знати їх точні майбутні концентрації, ці загальні моделі циркуляції запускають з різними потенційними сценаріями кількості парникових газів.

За даними багатьох досліджень вважається, що головною проблемою, яка впливає на ріст та розвиток кукурудзи є зміна погодних умов, які призводять до внутрішньосезонної мінливості врожайності³.

В дані роботи для оцінки можливих змін клімату нами було використано сценарій RCP6.0 (репрезентативні траєкторії концентрації). RCP6.0 є сценарієм стабілізації, коли рівні радіаційного впливу стабілізуються, не перевищуючи 6.0 Вт/м² до 2100 року. Сценарій 6.0 вважається реалістичною можливістю. Стандартні результати загальних моделей циркуляції для цього сценарію включають проєкції на 2020–2039 та 2040–2059 роки⁴.

Кукурудза як культура характеризується високою біологічною пристосовністю, але має певні вимоги до умов вирощування. Від цих умов безпосередньо залежать темпи росту, розвитку кукурудзи, а в результаті і сам урожай. У кукурудзи розрізняють такі найбільш значущі фази формування рослини: сходи, сьомий-восьмий лист, викидання волоті, цвітіння волоті і качана, молочна, воскова та повна стиглість. Наступ та тривалість кожної з них залежить від комплексу агрометеорологічних умов. Кукурудза відноситься до порівняно посухостійких культур, тому коливання її врожайності за роками більше залежить від суми температур, ніж від во-
логозабезпеченості.

3 Basso, B., Cammarano, D., & Carfagna, E. Review of Crop Yield Forecasting Methods and Early Warning Systems. In Proceedings of the First Meeting of the Scientific Advisory Committee of the Global Strategy to Improve Agricultural and Rural Statistics. Rome, 2013. P. 15-31; Wang, W., Dong, X., Lu, Y., Liu, X., Zhang, R., Li, M., Pu, X. Soil Water Balance and Water Use Efficiency of Rain-Fed Maize under a Cool Temperate Climate as Modeled by the AquaCrop. Paper Presented at the MATEC Web of Conferences. 2018. URL : <https://doi.org/10.1051/mateconf/201824601059>. (дата звернення: 13.09.2022).

4 "Climate change: How do we know?" NASA Global Climate Change and Global Warming: Vital Signs of the Planet, accessed June 13, 2018, URL: <https://climate.nasa.gov/evidence/> . (дата звернення: 13.09.2022).

Агрокліматичні умови періоду вегетації кукурудзи за умов кліматичних змін RCP6.0 (2021-2050 рр.) в умовах Північного степу України у порівнянні з середньо багаторічними даними⁵ (1986-2015 рр.) представлено на рис.1.

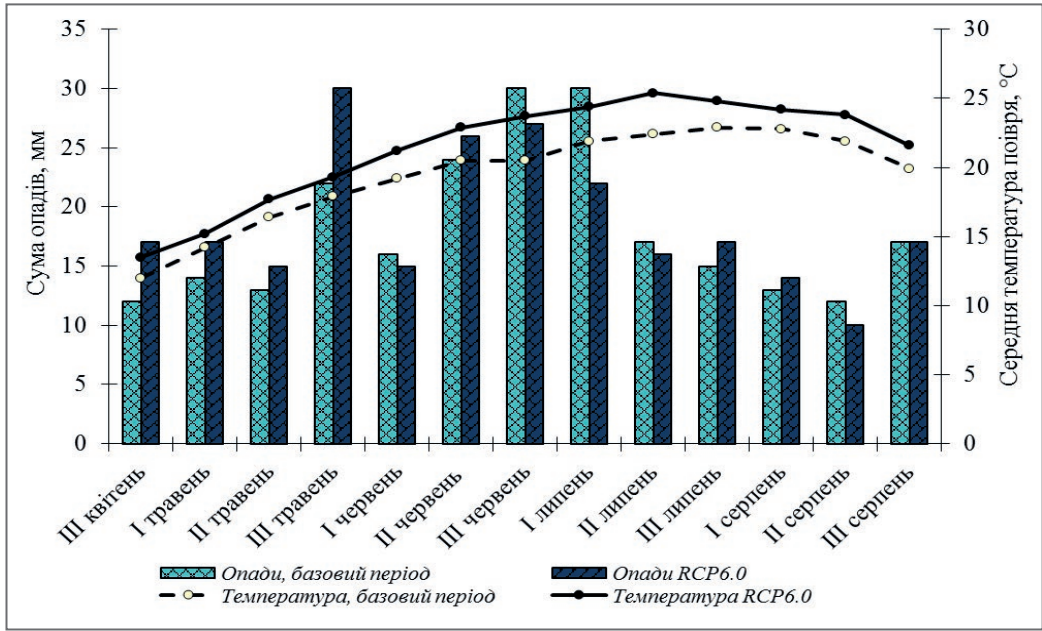


Рис. 1. Агрокліматичні умови періоду вегетації кукурудзи на території Північного степу за кліматичними змінами RCP6.0 у порівнянні з середніми багаторічними даними

Наочно бачимо, що період вегетації кукурудзи за умов реалізації сценарію «клімат» буде проходити на фоні значно підвищених температур, особливо в період липень-червень. Динаміка опадів також зміниться – очікується збільшення кількості опадів у порівнянні з середніми багаторічними значеннями, особливо на початку періоду вегетації. Виключення очікуються тільки в середині вегетації.

Розглянемо, як під впливом сценарію RCP6.0 зміняться дати настання фаз розвитку кукурудзи на зерно, оцінимо агрометеорологічні умови періоду вегетації культури по між фазним періодам та порівняємо отримані результати (табл.1 та табл. 2). В середньому кукурудзу в даному регіоні сіють на початку першої декади травня (8 травня). Під впливом кліматичних змін терміни сівби змістяться на початок третьої декади квітня (22 квітня). За рахунок більш ранніх термінів сівби в умовах зміни клімату, всі наступні фази розвитку кукурудзи також будуть наставати в більш ранні строки (табл. 1). При цьому, тривалість періоду зменшиться лише на п'ять днів.

⁵ Адаменко Т.І., Кульбіда М.І., Прокопенко А.Л. Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіди, А.Л. Прокопенко. Житомир, 2019. 82 с.

Таблиця 1.

Фази розвитку кукурудзи на зерно за середніми багаторічними даними у порівнянні з очікуваними за сценарієм RCP 6.0

Період	Сівба	Сходи	Викидання волоті	Молочна стиглість	Воскова стиглість	Тривалість періоду, дні
1986-2015	8.05	23.05	18.07	11.08	25.08	107
RCP6.0	22.04	12.05	3.07	24.07	2.08	102
Різниця	+16	+11	+15	+18	+13	-5

Розглянемо, які зміни очікуються в агрокліматичних показниках за між-фазні періоди під час періоду вегетації кукурудзи на зерно (табл. 2). Сума активних температур, що накопичилась за період сівба-сходи за середніми багаторічними даними становить 246 °С, за сценарними даними очікується трохи більшою – 295 °С, але й тривалість періоду за сценарними даними очікується на п'ять днів довше. Показник середньої температури повітря за сценарними даними становитиме 14,8 °С, що на 1,6 °С менше багаторічного значення. Значні зміни очікуються за сумами опадів, так, за сценарієм очікується збільшення на 35% (табл. 2).

Викидання волоті у кукурудзи за багаторічних умов відбувається у другій половині липня (18.07) при накопиченні суми активних температур близько 1443 °С. За умов кліматичних змін ця фаза очікується на два тижня раніше (7.07), тривалість періоду в цілому зменшиться на чотири дні, а сума активних температур буде близько 1105 °С. За умовами сценарію середня температура повітря за період сходи-викидання волоті очікується на рівні 21,3 °С, що на 0,9 °С вище, ніж за базових умов. За сумами опадів змін не очікується.

Таблиця 2.

Агрокліматичні умови вирощування кукурудзи за середніми багаторічними даними у порівнянні з очікуваними за кліматичним сценарієм RCP 6.0

Період, роки	Середня температура повітря за період, °С	Сума активних температур за період, °С	Сума опадів за період, мм	Тривалість періоду
1	2	3	4	5
Сівба - сходи				
1986-2015	16,4	246	22	15
2021-2051 RCP 6.0	14,8	295	34	20
Різниця	-1,6	+49	+12	+5
Сходи – викидання волоті				
1986-2015	20,4	1143	117	56

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5
2021-2051 RCP 6.0	14,2	1105	117	52
Різниця	-0,3	-38	0	-4
Викидання волоті – молочна стиглість				
1986-2015	22,7	547	32	24
2021-2051 RCP 6.0	25,0	524	38	21
Різниця	+2,3	-23	+6	-3
Молочна стиглість – воскова стиглість				
1986-2015	21,4	257	16	12
2021-2051 RCP 6.0	24,7	222	15	9
Різниця	+3,3	-35	-1	-3
Сходи – воскова стиглість				
1986-2015	20,7	2220	187	107
2021-2051 RCP 6.0	21,0	2146	204	102
Різниця	+0,3	-74	+17	-5

Після викидання волоті у кукурудзи настає фаза молочної стиглості. За багаторічних умов вона відбувається при накопиченні суми активних температур близько 547 °С у другій декаді серпня (11.08), за умов кліматичних змін ця фаза очікується наприкінці липня (24.07) (в цілому тривалість періоду зменшиться на три дні) при накопиченні суми активних температур близько 524 °С. (табл. 1, табл. 2). За умов кліматичних змін середня температура повітря очікується на рівні 25,0 °С, що на 2,3 °С вище, ніж за базових умов. За сумами опадів також очікується різниця - за кліматичних змін кількість опадів за період викидання волоті-молочна стиглість збільшиться на 19% (табл. 2).

За фазою молочної стиглості неминуче йде воскова. За багаторічних умов вона відбувається при накопиченні суми активних температур близько 257 °С наприкінці серпня (23.08), за умов кліматичних змін ця фаза очікується 2 серпня (в цілому тривалість періоду зменшиться на три дні) при накопиченні суми активних температур близько 222 °С. За умов кліматичних змін середня температура повітря за період молочна - воскова стиглість очікується на рівні 21,0 °С, що на 0,3 °С вище, ніж за базових умов. За кількістю опадів різниці не очікується.

На території Північного степу України за всіма міжфазними періодами розвитку кукурудзи в умовах кліматичних змін (RCP6.0), крім періоду сівбасходи, очікується значне збільшення середньодобової температури повітря. Збільшення суми опадів за період вегетації очікується на початку розвитку

культури (сівба-сходи) та в середині (викидання волоті – молочна стиглість). Також, за кліматичних змін очікується скорочення тривалості міжфазних періодів, це пов'язано зі збільшенням середньої температури повітря, що в свою чергу викликає пришвидшення настання наступних фаз розвитку культури. Значне підвищення температури повітря під час проходження критичних періодів розвитку кукурудзи може негативно відбитися на кінцевому результаті - врожаю.

Перспективою подальших досліджень є більш детальне врахування просторової та часової мінливості можливих кліматичних змін, проведення досліджень реакції на зміни клімату на формування продуктивність посівів цієї культури, а також розробка рекомендацій стосовно адаптації агротехніки вирощування кукурудзи в умовах кліматичних змін.

DOI: 10.51587/9798-9866-95907-2022-009-24-29

ІГНАТИШИН Василь Васильович,

канд. фіз.-мат. наук, старш. наук. співр.,

Відділ сейсмічності Карпатського регіону

Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України;

доцент,

Закарпатський угорський інститут ім. Ф. Ракоці II;

ORCID: 0000-0003-0727-2132

ІГНАТИШИН Адальберт Васильович,

інженер,

Відділу сейсмічності Карпатського регіону

Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України

ДЕФОРМОМЕТРИЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ В ЗОНІ ОАШСЬКОГО ГЛИБИННОГО РОЗЛОМУ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ГЕОФІЗИЧНИХ ПОЛІВ В ЗАКАРПАТСЬКОМУ ВНУТРІШНЬОМУ ПРОГІНІ ЗА ПЕРІОД 2014-2017 РР.

У зв'язку із сейсмічністю Закарпатського внутрішнього прогину та підвищення активності сейсмотектонічних процесів в регіоні вивчення сучасних рухів кори, зокрема горизонтальних, є важливим завданням. Закарпаття є сейсмогенеруючим регіоном України. Тут протягом року реєструються багато слабких землетрусів на фоні яких відбуваються і сильніші, відчутні під-