

УДК 338.432:632.931.2

DOI: 10.37128/2707-5826-2024-4-15

**ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА  
СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО:  
АДАПТАЦІЙНІ СТРАТЕГІЇ ДЛЯ  
ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ВРОЖАЇВ**

**В.С. БІГУН,** Заступник  
директора приватного  
підприємства «Вінтехпостач»

Результати багатьох наукових досліджень доводять наявність впливу кліматичних змін на сільське господарство. Однак немає остаточного висновку щодо того, що чекає на сільське господарство в майбутньому. Наслідки таких змін, швидше за все, виявлятимуться на регіональному рівні, що потребує адаптації сільського господарства на відповідній території. Мета дослідження – оцінити зміни агрокліматичних показників та проаналізувати їх вплив на врожайність сільськогосподарських культур. Роботу проводили шляхом статистичної обробки агрокліматичних даних десяти метеорологічних станцій України за 2018–2023 роки та показників урожайності і валових зборів сільськогосподарських культур за 1923–2023 рр. Для більш точної інтерпретації результатів використали парний регресійний аналіз за коефіцієнтом Пірсона та  $F$  критерієм Фішера.

Найбільших позитивних наслідків зміни клімату у вигляді збільшення тривалості вегетаційного періоду і, відповідно, підвищення потенційної продуктивності сільськогосподарських культур можна очікувати для північних територій. Самі ці регіони опинилися в зоні бойових дій і за шістдесятирічний період було відзначено тенденції до збільшення кліматичних параметрів, пов'язаних із веденням сільського господарства. Найбільш значні зміни відзначені і в агрокліматичному районі, територія якого в основному розташована в гірському масиві Карпат. При цьому врожайність овочів відкритого ґрунту збільшилася з 3,6 до 31,4 т/га, є позитивні тенденції зі збирання бульб картоплі з одиниці площі

Було показано, що стандартизація скринінгу посухи підвищує успадкованість урожаю при стресі до значень, аналогічних отриманим для врожаю у добре вологих умовах. В даний час доведено, що посухостійкі сорти можуть бути виведені шляхом прямого відбору за врожайністю у стресових умовах. В даний час у рисі ідентифіковано багато локусних кількісних ознак (QTL) посухостійкості, але лише деякі з них придатні для використання у маркерній селекції. Однак виявлені гени великої стійкості до посухи можна ефективно використовувати в селекції на посухостійкість. Використання молекулярних маркерів дозволить підвищити результативність селекційної роботи.

**Ключові слова:** зміна клімату, агрокліматичні райони, сільське господарство, врожайність, вегетаційний період, ризики та можливості.

**Рис. 4 Літ. 17.**

**Постановка проблеми.** Зміна клімату є одним із найбільших викликів для світу в наш час. Через значні зміни середніх значень метеорологічних елементів, таких як опади та температура. Кілька останніх десятиліть свідчать про значні зміни клімату в усьому світі, які є результатом посиленої діяльності людини, яка змінила склад атмосфери [1]. Концентрація парникових газів, таких як метан ( $\text{CH}_4$ ), вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ) і оксид азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ ) були збільшені на 150%, 40% і 20%, відповідно з 1750 р. [2]. Викиди вуглекислого газу, на які припадає максимум частка парникових газів зросла до 36,14 мільярдів

метричних тонн у 2014 році з 22,15 мільярдів метричних тонн у 1990 р. Середня глобальна температура зросла в середньому на 0,15–0,20 °С на десятиліття з 1975 року, і очікується, що до 2031 року вона збільшиться на 1,4–5,8 °С.

Викиди парникових газів (ПГ), зокрема CO<sub>2</sub> утвореного від спалювання викопного палива та ПГ, не пов'язані з CO<sub>2</sub>, такі як окис азоту, метан і фреони сприяють глобальному потеплінню. Концентрація CO<sub>2</sub> в атмосфері зросла до 411,43 ppm у 2019 році з 315,98 ppm у 1959 р., як показано на рисунку 1. CO<sub>2</sub> становить основну частку парникових газів в атмосфері: 65% від викопного палива та промислових процесів і 11% від лісового господарства, що значно впливає на стратегії вирощування в сільському господарстві. Адже для фотосинтезу є дуже важливим концентрація CO<sub>2</sub>.

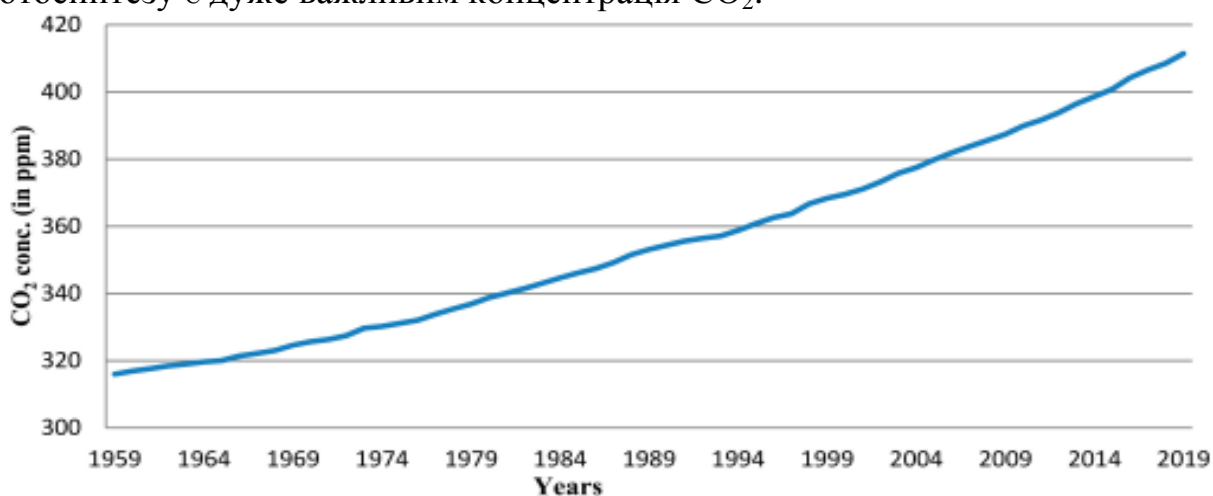


Рис. 1. Зростання концентрації CO<sub>2</sub> в атмосфері (джерело: [2])

Сьогодні проблему глобальної зміни клімату вивчають на світовому рівні, фахівці та науковці намагаються вести моніторинг, давати прогнози та розробляти стратегії адаптації економіки та життєдіяльності людей до мінливої ситуації. Найбільш залежна від клімату галузь – сільське господарство. Його розвиток в умовах північних територій вимагає детального аналізу та оцінки наявних агрокліматичних ресурсів, що дозволяє виявляти найбільш відповідні для вирощування види сільськогосподарських культур. Від стану рослинництва, що визначається кліматичними умовами, залежить тваринництво [3].

В останні роки різко зросла кількість кліматичних аномалій, що позначилося на загостренні екологічних обставин в плодкових агроценозах. Загальноприйняте визначення посухи – це брак води, що спричиняє втрату врожаю, або період відсутності опадів або зрошення, що впливають на зростання сільськогосподарських культур. Було підраховано, що у світі 25% полів, використовуються для виробництва суходолових культур, схильних до зниження врожайності внаслідок посухи. Таким чином, зміна клімату яка спричиняє посуху надає серйозний вплив на світове сільське господарство. Селекція рослин – це лише один з інструментів ослаблення стресу від посухи.

Однак посухостійкі сорти, виведені шляхом селекції рослин, є більш доступними для фермерів, ніж дорогі агрономічні методи або вдосконалення іригації, які можуть вимагати великих інвестицій. Стресори зовнішнього середовища в 3-4 рази знижують урожай, у зв'язку з чим проблема формування стійких плодкових агроценозів в умовах нестабільності погодних умов набуває особливої актуальності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Зміну клімату необхідно розглядати як серйозний ризик у забезпеченні глобальної продовольчої безпеки населення [4]. При цьому більшість робіт українських учених присвячені вивченню впливу змін, що відбуваються тільки на врожайність зернових культур, а аналогічні дослідження в регіональному аспекті поки що поодинокі [4].

При цьому у країнах Європейського Союзу (ЄС) вже не просто вивчають вплив клімату на ті чи інші галузі, але й прогнозують та досліджують їх можливі економічні наслідки [5]. Міжурядова група експертів, створена при Організації Об'єднаних Націй, надає регулярні звіти про зміну клімату, його наслідках та потенційних ризиках, а також пропонує варіанти адаптації щодо пом'якшення наслідків для 195 країн членів [6]. Наприклад, розраховано, що за підвищення середньорічної температури повітря на 1 ° С прибуток фермерів знизиться на 8 ... 13% [7].

При цьому залежно від розташування регіону ефективність ведення сільського господарства визначають різні кліматичні фактори. Для північних та вологих регіонів до основних можна віднести вторгнення холодних повітряних мас з півночі, надмірне зволоження та заморозки [8]. Тому необхідно досліджувати мікрокліматичний потенціал кожної території чи регіону. Статистичні дані показують, що температура впливає на врожай кави у Веракрусі, Мексика. А виробництво кави може залишатися економічно не вигідним для виробників у найближчі роки, оскільки є ознаки скорочення поточного виробництва на 34% [9].

Вчені [10] довели, що зміна клімату може зменшити врожайність пшениці, кукурудзи та рису в Китаї:  $18,26 \pm 12,13$ ,  $45,10 \pm 11,55$  і  $36,25 \pm 10,75$  % до 2100 р. Екстремальні погодні явища стали частішими з 1900-х років у Нідерландах і це значно вплинуло на врожайність пшениці в голландському регіоні. Є прогноз посилення посух у найближчому майбутньому через зміни клімату в більшості регіонів світу, і прогнозується збільшення постраждалої від посухи території з 15,4 до 44,0% до 2100 року. Африка вказана як найбільш вразлива зона. Скорочення урожайності основних сільськогосподарських культур у посушливих районах очікується більш ніж на 50% до 2050 року та майже на 90% до 2100 року [11].

Аналіз кліматичних змін за тривалий період свідчить про порушення циклічності природно-кліматичних процесів, що формується тенденції посилення континентальності клімату на півдні України: зростання річної

кількості опадів та загального збільшення середньорічних температур повітря; значних змін в термінах та амплітудах кліматичних проявів, їх розбіжностей із тимчасовими інтервалами проходження рослинами фенофаз, що призводить до розбалансування біологічних циклів їх ослаблення, посилення метеостресових ушкоджень, що, зокрема, пов'язано зі збереженням досить високої інтенсивності обмінних процесів в осінньо-зимовий період, високим рівнем обводнення вегетативних органів рослин [12].

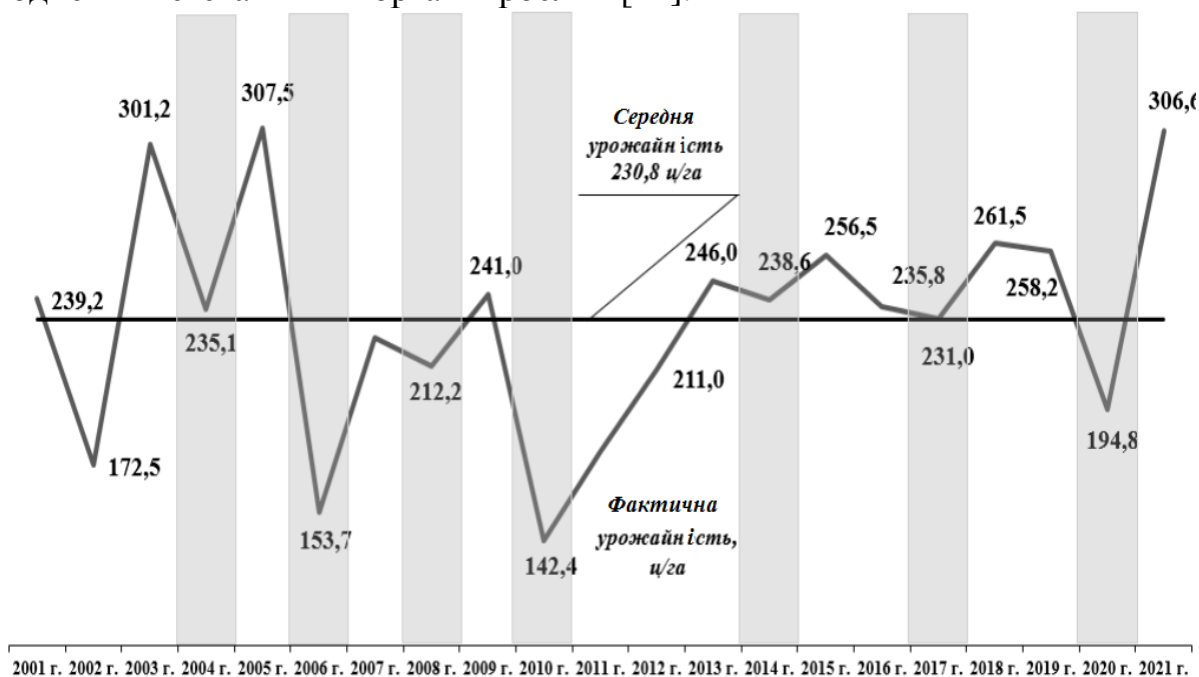


Рис. 2. Динаміка середньої врожайності у взаємозв'язку зі стресовими роками (джерело: [12])

Констатовано авторами [13], що останнє десятиліття призвело до континентальності клімату розбалансування біологічних циклів розвитку рослин, їх ослаблення, посилення метеостресових ушкоджень. Активне використання в системах захисту рослин та врожаю хімічних засобів, часто з порушенням регламентів їх застосування, посилення техногенного пресингу, пов'язаного з інтенсифікацією виробництва, сформувало також чимало проблем – порушення біологічної рівноваги в екосистемах агроценозів; негативні зміни в імунному статусі оброблюваних рослин; прояв властивості агроекосистеми – самообмеження темпів безперервного зростання врожайності у плодоводстві.

**Мета дослідження.** Оцінити зміни агрокліматичних показників в умовах Українського чорнозему та проаналізувати їх вплив на врожайність сільськогосподарських культур регіону.

**Матеріал і методика досліджень.** При інтерпретації результатів враховували обґрунтованість, що свідчить про вплив агрокліматичних показників на врожайність сільськогосподарських культур, значимість рівняння та оцінку міри зв'язку. Адекватність розрахованих та побудованих математичних моделей.

**Результати дослідження.** Сільське господарство є найбільш вразливим до зміни клімату через його величезний розмір і чутливість до погодних параметрів, що спричиняє величезні економічні наслідки. Зміни кліматичних явищ, таких як температура та кількість опадів, значно впливають на врожайність сільськогосподарських культур. Вплив підвищення температури, зміни кількості опадів і CO<sub>2</sub> впливає на культури, залежно від місця розташування та величини зміни параметрів. Встановлено, що підвищення температури знижує врожайність, тоді як збільшення кількості опадів збільшує його, ймовірно, щоб компенсувати або зменшити вплив підвищення температури.

Вплив зміни клімату на врожайність сільськогосподарських культур залежить від площі та зрошення. Підвищити врожайність сільськогосподарських культур можна шляхом розширення зрошуваних площ, які можуть мати шкідливий вплив на навколишнє середовище. Підвищення температури, ймовірно, зменшить зниження врожайності багатьох сільськогосподарських культур за рахунок скорочення їх тривалості. Сукупне виробництво пшениці, рису та кукурудзи, як очікується, зменшиться, якщо це спостерігатиметься збільшення температури на 2°C як у помірних, так і в тропічних регіонах [14]. Зміна клімату загалом більше впливає на тропічні регіони, оскільки тропічні культури залишаються ближчими до своїх високотемпературних оптимумів, а отже, і дії високотемпературного стресу при підвищених рівнях температури. Інші параметри, такі як вологість і швидкість вітру, а також температура і кількість опадів також впливають на врожайність сільськогосподарських культур, а також на прогнозування зміни клімату.

Порівняно з багатьма країнами Європи, Азії та Америки, територія України на великій своїй частині піддається дії екстремальних природно-кліматичних факторів, таких як низькі негативні температури в зимовий період, нестача тепла в період вегетації, нестача вологи та інші. Тільки окремі райони близькі за природно-кліматичним потенціалом до країн із розвиненим садівництвом. За період досліджень у I агрокліматичному районі, більша частина якого знаходиться в гірській зоні, відбулося збільшення тривалості вегетаційного періоду на 14,5 дня, внаслідок чого у 2003–2023 роках вона становила 124,3 дні. При цьому середня температура повітря практично не змінилася, сума середньодобових температур зросла з 1249,3 градусо-днів до 1458,3 градусо-днів, сума опадів – із 204,3 до 236,0 мм. У II агрокліматичному районі середня сума активних температур за останні 60 років становила 1456 °C. Середня температура повітря за вегетаційний період залишилася на рівні 12,1 °C, а його тривалість збільшилася на 13%. Сума середньодобових температур варіює від 1445,2 градусо-днів до 1632,9 градусів-днів. Сума опадів за останні 20 років зросла, порівняно з 1960–1979 р., на 56,1 мм.

У III агрокліматичному районі тепло-забезпеченість вища, ніж у I та II районах, при цьому сума опадів зросла з 271,3 мм. 1960-1979 гг. до 329,5 мм у

2003–2023 роках. Вегетаційний період збільшився на 12,56 днів. Сума середньодобових температур склала 1817,1 грудусо-днів. У IV агрокліматичному районі за досліджуваний період тривалість вегетаційного періоду збільшилася менше, ніж на решті території України, на 9,2 дні до 155,2 днів. Однак в його умовах відмічена тенденція зростання середньодобової температури повітря вегетаційного періоду досягла 13,2 °С. Аналогічна ситуація за сумою опадів, що у IV агрокліматичному районі зросла на 80,8 мм. Сума середньодобових температур збільшилася на 102%.

Зазначене збільшення тривалості вегетаційного періоду вказує на можливість розширення асортименту вирощування сільськогосподарських культур. Норма сум активних температур на основі сум середньодобових температур повітря вище 10 °С наростаючим підсумком на останній день декади протягом одного вегетаційного періоду для I агрокліматичного району може досягати 1053 °С, для II - 1228 °С, для III – 1381°С, для IV – 1533°С. Основні сільськогосподарські культури в Україні – зернові, картопля та овочі у відкритий ґрунт. Рівняння для графіків ліній тренду врожайності цих культур мають такий вигляд:

для зернових –  $y=0,0001x+0,9435$ ;

для овочів -  $y = 1,5054x-0,3054$ ;

для картоплі –  $y=0,2364x+9,7524$ .

Результати їхнього аналізу з використанням даних за 1913–2023 роки. свідчать про тенденції до зростання врожайності картоплі, а збирання овочів відкритого ґрунту з одиниці площі збільшився з 3,6 до 31,4 т/га. Насамперед це пов'язано з вирощуванням більш адаптивного до агрокліматичних умов регіону сортів (рис. 3).

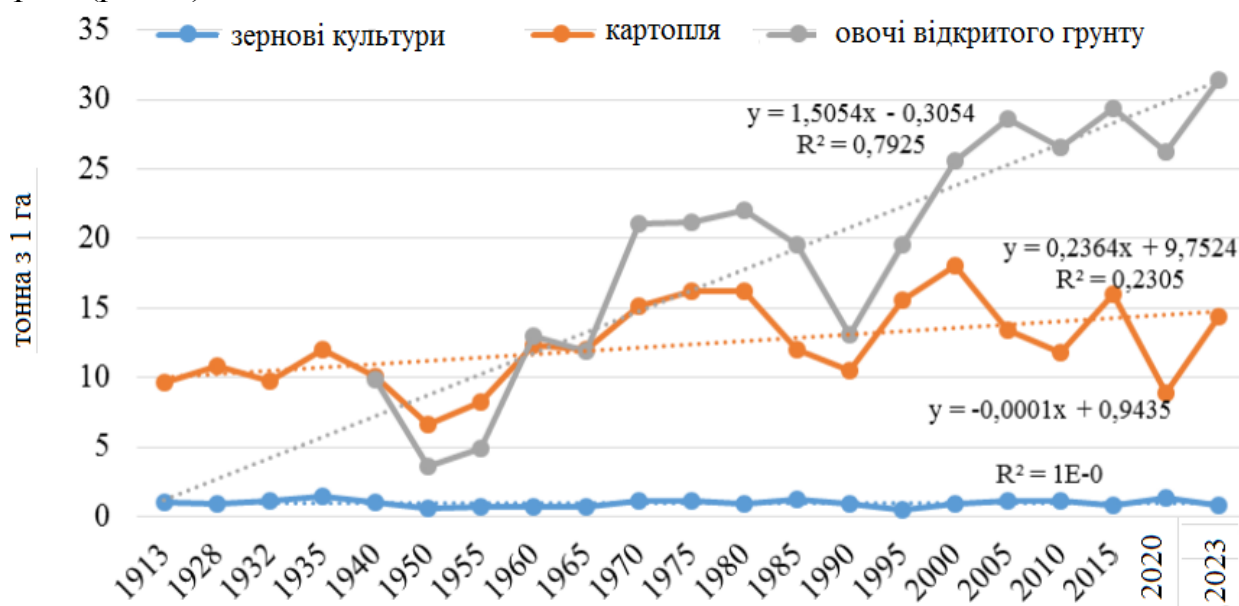


Рис. 3. Урожайність основних сільськогосподарських культур за всіма категоріями господарств України за 1913–2023 рр., т/га [14]

Можна припустити, що при розміщенні районованих сортів картоплі відповідно до особливостей агрокліматичних районів урожайності культури, а, отже, і прибуток сільськогосподарських організацій, підвищиться ще більше. Найбільший валовий збір зернових культур в Україні за 1913–2023 рр. відмічені в 1936 р., коли він склав 80,1 т, в 1981–1990 величина цього показника не перевищувала 0,5 т (рис. 4). Максимальний валовий збір картоплі за той же період зафіксовано у 1973 р. (299,1 т), мінімальний – у 1922 р. (10,1 т). За 1998–2018 роки. він зменшився з 284,7 т до 54,4 т, а посівна площа культури скоротилася з 15,3 до 3,8 тис. га. Це дає можливість стверджувати, що основна причина скорочення валового збору картоплі це зменшення посівних площ, а не кліматичні зміни у регіоні. Площа, овочевих культур, в середньому за 1913–2023 рр. становила 1,3 тис. га, а їх валовий збір – 21,8 т на рік, при цьому з 2004 р. він відносно стійкий і не опускається нижче 16 т. Посіви кормових культур у 1913–1989 рр. стійко розширювалися з 0,3 до 88 тис. га, після 1989 р. їх площа почала знижуватися та у 2023 р. становила 32,8 тис. га.

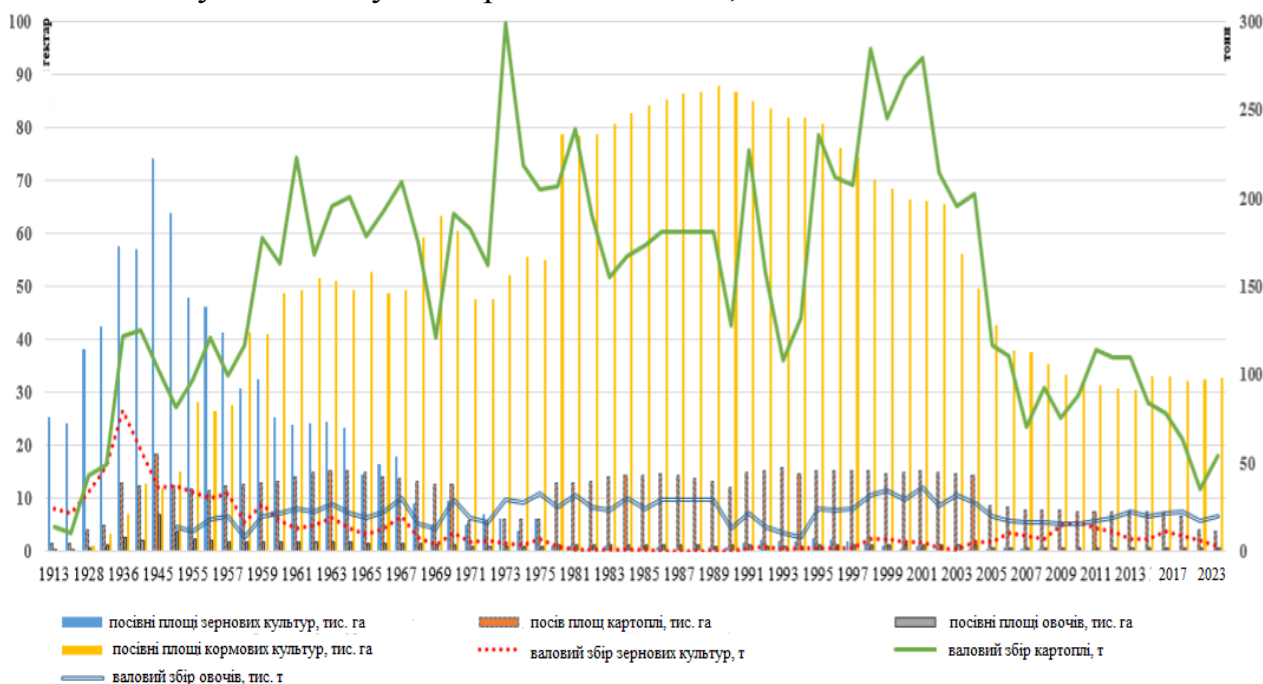


Рис. 4. Валові збори (т) та посівні площі (тис. га) сільськогосподарських культур в Україні за 1913–2023 роки [14]

Вплив кліматичних змін на урожайність вивчали на прикладі основної сільськогосподарської культури регіону – картоплі. Для розрахунків використовували дані щодо врожайності ( $X$ ), яка варіювала від 6,9 до 18,2 т/га, у м. Сиктивкар, а також по показникам середовищ, що впливають на її величину температури за вегетаційний період ( $y_1$ ); відхилення середньої температури від норми ( $y_2$ ); суми опадів за вегетаційний період ( $y_3$ ); суми опадів у відсотках від норми ( $y_4$ ). Внаслідок визначення сили зв'язку між показниками за 1989–2016 роки. ( $R_{xy}$ ) з використанням регресійного аналізу встановлена пряма середня залежність за шкалою Чеддока тільки між  $x_{y_1}$  і  $x_{y_2}$ ,

яка в обох випадках дорівнювала 0,40. Рівняння має вигляд  $y=11,68+0,1x$ . Зазначені залежності з ймовірністю помилки  $<0,04$  % при значеннях критерію Стюдента 2,05 і коефіцієнта Пірсона 0,37 статистично значущі. За результатами аналізу кореляцій між агрокліматичними показниками та врожайністю зернових, картоплі та овочів у цілому на території України за 1960–2023 роки виявлено середній прямий зв'язок урожайності овочів із тривалістю вегетаційного періоду та сумою середньодобових температур з ймовірністю помилки 0...0,1 % при коефіцієнті Пірсона – 0,42 та 0,56, критерії Стюдента – 3,5 та 5,1 відповідно; рівні мають вигляд  $y=116,82+0,09x$  і  $y=1275,71+1,88x$ , залежності статистично значущі. Між рештою показників взаємозв'язку не встановлено.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Було досліджено тривалість вегетаційного періоду, середню температуру, суму середньодобових температур та опадів у агрокліматичних районах України за 1960–2023 роки. Найбільш значні зміни зазначені в I агрокліматичному районі, територія якого в основному розташована в гірській зоні. У сільському господарстві регіону складаються більш сприятливі умови для розвитку рослинництва, що дозволяє розширяти асортимент сільськогосподарських культур. При цьому за результатами аналізу кореляцій між агрокліматичними показниками та врожайністю зернових, картоплі та овочів в цілому на території України 1960–2023 рр. виявлено тільки середній прямий зв'язок між урожайністю овочів та тривалістю вегетаційного періоду, а також сумою середньодобових температур. Кліматичні зміни, що відбуваються створюють потенційно сприятливіші умови як для вирощування наявних сільськогосподарських культур, так і для інтродукції нових, що сприятиме підвищенню рівня забезпеченості мешканців північного регіону різноманітними свіжими продуктами харчування.

### References

1. IPCC. Climate change 2007: (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. [in English].
2. IPCC. Climate Change 2014: (2014). Synthesis Report; Pachauri, R.K., Meyer, L.A., Eds.; Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC: Geneva, Switzerland. 151 p. [in English].
3. Abeydeera L.W., Mesthrige J.W., Samarasinghalage T.I. (2019). Global research on carbon emissions: A scientometric review. *Sustainability*. Vol. 11. № 14. P. 3972. [in English].
4. Shakhova O.A., Yakubyshina L.I. (2022). Formation of a stable yield of grain crops in various meteorological conditions in the northern forest-steppe of the Tyumen region. IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science*. № 981 (2). DOI: 10.1088/1755-1315/981/2/022022 [in English].



5. Bernier J., Atlin G.N., Serraj R., Kumar A., Spaner D. (2008). Breeding upland rice for drought resistance. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 8. № 6. P. 927–939. URL : <https://doi.org/10.1002/jsfa.3153> [in English].
6. Dixit S., Singh A., Kumar A. (2014). Rice Breeding for High Grain Yield under Drought: A Strategic Solution to a Complex Problem. *International Journal of Agronomy*. Vol. 21. URL : <https://doi.org/10.1155/2014/863683> [in English].
7. Smolarz K., Glebowska D., Krezewińska D., Koziński B. (2006). Przegląd badań nad oceną odmian borówki wysokiej prowadzonych od 1978 roku w Instytucie Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach. Uprawa borówki i żurawiny (z elementami ekologii): międzynarodowa konferencja naukowa (Skierniewice, 19–22 June 2006) = Blueberry and cranberry growing (with ecological aspects): international scientific conference (Skierniewice, 19–22 June 2006). Skierniewice, P. 21–30 [in English].
8. Iglesias A., Garrote L., Quiroga S. (2009). Impacts of climate change in agriculture in Europe. PESETA-Agriculture study. URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC55386> DOI:10.2791/33218 (дата звернення: 20.07.2024 р.) [in English].
9. Vasileiadou E., Hisschemöller M., Petersen A.C. (2014). Adaptation to extreme weather: identifying different societal perspectives in the Netherlands. *Regional Environmental Change*. Vol. 14. P. 91–101. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10113-013-0460-4> (дата звернення: 20.07.2024 р.) [in English].
10. Zhang P., Zhang J., Chen M. (2017). Economic impacts of climate change on agriculture: The importance of additional climatic variables other than temperature and precipitation. *Journal of Environmental Economics and Management*. Vol. 83 (4). P. 8–31. DOI:10.1016/j.jeem.2016.12.001. [in English].
11. Li Y., Ye W., Wang M., Yan X. (2009). Climate change and drought: A risk assessment of crop-yield impacts. *Climate Research*. Vol. 39. № 1. P. 31–46. DOI: <https://doi.org/10.3354/cr00797> [in English].
12. Casey K.S., Cornillon P.J. (2001). Global and regional sea surface temperature trends. *Journal of Climate*. Vol. 14. Issue 18. P. 3801–3818. DOI: [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2001\)014<3801:GARSST>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2001)014<3801:GARSST>2.0.CO;2) [in English].
13. Special Report on Global Warming of 1.5 °C (SR15). URL: <http://www.ipcc.ch/index.htm> (дата звернення: 20.07.2024 р.) [in English].
14. Passel S., Massetti E., Mendelsohn R.A. (2014). Ricardian analysis of the impact of climate change on European agriculture. CESifo Working Paper № 4842 URL: [https://www.cesifo.org/DocDL/cesifo1\\_wp4842.pdf](https://www.cesifo.org/DocDL/cesifo1_wp4842.pdf) (дата звернення: 20.07.2024 р.) [in English].
15. Stevanovic M., Popp A., Campen H.L. (2016). The impact of high-end climate change on agricultural welfare. *Science Advances*. Vol. 2. Issue 8. P. 1-9. DOI: 10.1126/sciadv.1501452. [in English].

## ANNOTATION

### THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON AGRICULTURE: ADAPTATION STRATEGIES TO INCREASE CROP SUSTAINABILITY

*The results of many scientific studies prove the impact of climate change on agriculture. However, there is no definitive conclusion about what the future holds for agriculture. The consequences of such changes will most likely be manifested at the regional level, which will require adaptation of agriculture in the relevant territory. The purpose of the study is to assess changes in agroclimatic indicators and analyze their impact on the yield of agricultural crops. The work was carried out by statistical processing of agroclimatic data of ten meteorological stations of Ukraine for the years 2018–2023. and indicators of productivity and gross harvest of agricultural crops for 1923–2023. For a more accurate interpretation of the results, we used a paired regression analysis using the Pearson coefficient and Fisher's F test.*

*The greatest positive effects of climate change in the form of an increase in the duration of the growing season and, accordingly, an increase in the potential productivity of agricultural crops can be expected for the northern territories. These regions themselves were in the war zone, and over the sixty-year period, the tendency to increase climatic parameters related to agriculture was noted. The most significant changes were also noted in the agro-climatic region, the territory of which is mainly located in the Carpathian mountain massif. At the same time, the yield of open ground vegetables increased from 3.6 to 31.4 t/ha, there are positive trends in harvesting potato tubers per unit area. Standardization of drought screening has been shown to increase yield stress heritability to values similar to those obtained for yield under well-wet conditions. Currently, it has been proven that drought-resistant varieties can be bred by direct selection for yield under stressful conditions. Currently, many quantitative trait loci (QTL) for drought tolerance have been identified in rice, but only a few of them are suitable for use in marker breeding. However, the identified genes of high drought tolerance can be effectively used in drought tolerance breeding. The use of molecular markers will increase the effectiveness of selection work.*

**Key words:** *climate change, agro-climatic regions, agriculture, productivity, growing season, risks and opportunities.*

**Fig. 1. Lit. 13.**

#### Відомості про автора

**Бігун Владислав Сергійович** – абітурієнт до вступу на аспірантуру, за спеціальністю 201 «Агрономія», ВНАУ. Заступник директора приватного підприємства «Вінтехпостач». (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3).

**Bigun Vladyslav** – an applicant for admission to postgraduate studies, majoring in 201 "Agronomy", VNAU (21008, Vinnytsia, 3 Sonyachna St.). Deputy director of the private enterprise "Vintehpostach".