УДК 631.1:551.583(477.8)
DOI:https://doi.org/10.25128/2519-4577.25.1.7

Наталія ТАРАНОВА, Іван КІЛЬЧИЦЬКИЙ, Наталія ОНУФРАК

ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА АГРАРНИЙ СЕКТОР ЗАХІДНОЇ УКРАЇНИ: АНАЛІЗ СЕЗОННИХ ЗМІН ТА ВРОЖАЙНОСТІ

Проаналізовано вплив змін клімату на аграрний сектор західної України, з особливою увагою до сезонних змін та їхнього відображення на врожайності сільськогосподарських культур. Досліджено динаміку температурних режимів та опадів впродовж різних сезонів і виявлено ключові тенденції, що мають безпосередній вплив на продуктивність рослинництва. На основі аналізу метеорологічних даних та статистичних показників врожайності найбільш вразливі до кліматичних змін культури та регіони в межах Західної України. Окрему увагу приділено екстремальним погодним явищам та їхнім наслідкам для сільського господарства. Запропоновано можливі шляхи адаптації аграрного сектору до мінливих кліматичних умов задля мінімізації ризиків та забезпечення сталого розвитку галузі.

Ключові слова: *зміни клімату, аграрний сектор, Західна Україна, сезонні зміни, врожайність, адаптація,сільське господарство.*

Abstract:

Nataliia TARANOVA, Ivan KILCHYTSKYI, Nataliia ONUFRAK. THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE AGRICULTURAL SECTOR OF WESTERN UKRAINE: ANALYSIS OF SEASONAL VARIABILITY AND CROP YIELDS

This article presents a comprehensive study of the impact of contemporary climate change on the agricultural sector of Western Ukraine. Particular attention is paid to a detailed analysis of the dynamics of key seasonal climate parameters, such as temperature regime and precipitation patterns, over the period from 1901 to 2020, and their direct influence on the yield of major agricultural crops in the region. Based on statistical analysis of long-term time series of meteorological data and crop yield indicators, persistent trends have been identified, including the rise in average annual and seasonal temperatures especially in summer and changes in precipitation distribution, with a notable decline in rainfall during summer and winter seasons.

The study identifies the agroecological zones and priority agricultural crops most vulnerable to the adverse effects of climate change within Western Ukraine. Special attention is given to the potential impact of extreme weather events, including droughts, heavy precipitation, and heatwaves, on the stability of agricultural production and regional food security.

Despite the identified negative climate trends, the analysis of crop yields for 2023 demonstrates significant agricultural potential in Western Ukraine, with Ternopil, Lviv, and Rivne regions leading in yields of most crops compared to national averages. However, the authors emphasize growing climate-related challenges for the sustainable development of the sector.

The article substantiates the need for the development and implementation of a comprehensive set of adaptation measures aimed at minimizing the negative consequences of climate change and ensuring food security both regionally and nationally. The study outlines the prospects for using the results to develop regional adaptation strategies, justify the implementation of modern agrotechnologies, guide breeding programs, inform and educate farmers, attract investment, and establish systems for yield monitoring and forecasting. Further research directions are identified, including a detailed assessment of the impact of extreme weather events, development of targeted recommendations for different agro-climatic zones, and evaluation of the economic effectiveness of adaptation measures.

Conclusions. *The study revealed clear trends in climate change in the agricultural sector of Western Ukraine during the period from 1901 to 2020. There is a steady increase in average annual seasonal temperatures, especially in the summer period, which can have a negative impact on the water balance of the region and increase the risk of droughts. Analysis of the dynamics of average annual precipitation by season showed a decrease in summer and winter precipitation, which can also negatively affect the moisture supply of agricultural crops during critical phases of their development. Despite the general trend towards warming and changes in the precipitation regime, an analysis of the yield of the main agricultural crops in the region for 2023 revealed its significant agricultural potential. Ternopil, Lviv and Rivne regions demonstrated the highest production rates of key crops. Comparison of average yields in Western Ukraine with national indicators showed the region's superiority in most of the studied crops, which emphasizes the favorable agro-climatic conditions.*

However, further climate change poses a significant challenge for the sustainable development of the agricultural sector. To minimize the negative consequences and ensure food security of the region and the country as a whole, comprehensive adaptation measures are needed.

Key words: *climate change, agricultural sector, Western Ukraine, seasonal climate variability, crop yield, extreme weather events, adaptation, sustainable agricultural development, agro-climatic analysis, yield forecasting.*

Постановка науково-практичної проблеми. У сучасному глобалізованому світі проблема кліматичних змін набуває особливої актуальності, демонструючи дедалі відчутніший вплив на різноманітні сфери людської діяльності. Однією з ключових галузей, що зазнає

значного кліматичного тиску, є аграрний сектор, який відіграє стратегічну роль у забезпеченні продовольчої безпеки на регіональному та національному рівнях, а також є важливим елементом економічного розвитку. Систематичні зміни температурного режиму, характеру та інтенсивності атмосферних опадів, а також зростаюча частота екстремальних метеорологічних явищ мають потенціал значної трансформації умов ведення сільського господарства, впливаючи на онтогенез сільськогосподарських культур та економічну стійкість агровиробництва. В умовах геополітичної нестабільності та воєнної агресії проти України питання стійкості й адаптивності аграрного сектору набуває особливого стратегічного значення, оскільки здатність до ефективного управління ризиками, зумовленими кліматичними змінами, може визначити вектори подальшого розвитку галузі завдяки глибокій систематизації, комплексному аналізу та структуруванню значних обсягів кліматичних та економічних даних.

Актуальність і наукова новизна дослідження. Актуальність дослідження зумовлена нагальною потребою поглибленого розуміння регіональних особливостей впливу глобальних кліматичних змін на аграрний сектор України. Західний регіон, що характеризується специфічними агрокліматичними умовами та структурою сільськогосподарського виробництва, потребує детального наукового аналізу задля розробки обґрунтованих стратегій адаптації. Наукова новизна дослідження полягає у здійсненні деталізованого аналізу динаміки ключових кліматичних параметрів у Західній Україні за значний історичний період (1901-2020 рр.) з особливим акцентом на їхньому кореляційному зв'язку з врожайністю основних сільськогосподарських культур. Уперше для зазначеного регіону буде проаналізовано потенційний вплив репрезентативних сценаріїв концентрації парникових газів (RCP) у контексті глобального потепління на розвиток та продуктивність домінуючих сільськогосподарських культур. На основі отриманих результатів буде розроблено науково обґрунтовані рекомендації щодо адаптації аграрного сектору Західної України до незворотних кліматичних змін, враховуючи регіональну специфіку, сучасні агротехнології та потенціал впровадження новітніх сортів і гібридів. Також уперше буде розглянуто стратегічну роль Західної України як важливої продовольчої бази держави в умовах триваючих воєнних дій.

Зв'язок теми статті з важливими науково-практичними завданнями. Представлене дослідження тісно пов'язане з пріоритетними науковими напрямами кафедри географії та методики її навчання ТНПУ імені Володимира Гнатюка, зокрема в межах наукової теми «Географія регіону: особливості природи, соціально-економічного розвитку та раціонального природокористування (на прикладі Тернопільської області)» (Державний реєстраційний номер 0123U102189, науковий керівник д. геогр. наук, професор Заставецька Л.Б.). Тематика дослідження безпосередньо стосується аналізу кліматичних змін у регіоні та їхнього впливу на аграрний сектор – одного з ключових складників природокористування і соціально-економічного розвитку Західної України.

У цьому контексті особливу цінність має вивчення просторових та сезонних аспектів кліматичних змін і розробка адаптаційних заходів у сільському господарстві, що відповідає сучасним науковим викликам в агрокліматології, сільськогосподарській метеорології та регіональній екології. Результати дослідження мають практичну значущість для впровадження стратегій адаптації, підвищення стабільності аграрного виробництва та забезпечення продовольчої безпеки регіону.

На загальнодержавному рівні дослідження узгоджується з положеннями Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату до 2030 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2021 №1363-р), Стратегії формування та реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2035 року та Операційного плану заходів з її реалізації на 2024-2026 роки (розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 травня 2024 р. №483-р). Отримані наукові результати сприяють виконанню завдань цих документів, зокрема в частині оцінки вразливості аграрного сектору, розробки механізмів адаптації до змін клімату та інтеграції кліматичних ризиків у процеси планування розвитку територій.

Що стосується регіонального виміру, результати можуть бути корисними при реалізації положень Стратегії розвитку Тернопільської області на 2021-2027 роки, в якій окреслено необхідність впровадження заходів екологічної безпеки та адаптації до кліматичних змін у ключових секторах економіки. Зокрема, йдеться про впровадження клімато орієнтованих підходів до аграрної політики, модернізацію агротехнологій та оптимізацію землекористування в умовах зростаючої кліматичної нестабільності.

Таким чином, тематика дослідження є актуальною, міждисциплінарною за суттю, від-

повідає сучасним науково-практичним завданням державного і регіонального рівнів та сприяє реалізації завдань сталого розвитку аграрного сектора Західної України в умовах змін клімату.

Аналіз останніх публікацій за темою дослідження. Огляд сучасної наукової літератури засвідчує актуальність дослідження впливу кліматичних змін на аграрний сектор, що активно розробляється як в українському, так і в міжнародному науковому просторі. Теоретичну базу для розуміння причин і наслідків кліматичних трансформацій, а також обґрунтування необхідності адаптаційних стратегій, закладено у працях Приходька М. [17]. Значний внесок у вивчення загальних тенденцій кліматичного впливу на сільське господарство зробили також Бараболя О., Поспєлова Г., Жемела Г. [1], Білоусова З., Кліпакова Ю., Кєнєва В. [4], Шевченко О. [20], Кичко І. [12], Ласло О. та Диченко О. [16]. У цих роботах розглянуто широкий спектр питань – від селекції сортів культур до змін у землекористуванні.

Проблематику врожайності окремих культур, зокрема зернових, соняшнику та цукрових буряків, досліджено у роботах Гузя М., Чухліба А., Симоненка О. [8], Жигайла О. та співавт. [9], Басанця О. [2], Белея Н., Слави С. [3]. Окремі автори, зокрема Красновська Я., Несмачна М. та Гусарова А. [15], акцентують увагу на загрозах, пов'язаних з екстремальними погодними умовами та ризиками втрати врожаю.

Статистико-аналітичні підходи до оцінювання температурного режиму в Україні, що дозволяють співвіднести кліматичні тренди з динамікою аграрного виробництва, представлено у праці Таранової Н. та Кусяк М. [19]. Це формує підґрунтя для кліматичного прогнозування та планування адаптаційних заходів у сільському господарстві.

Попри широку тематику наукових досліджень, слід відзначити дефіцит комплексних робіт, присвячених саме регіональним аспектам впливу клімату, зокрема на Західну Україну. Відчувається брак досліджень, що базуються на довготривалих метеорологічних рядах, статистичних даних врожайності й регіональних кліматичних моделях. Це зумовлює потребу у регіоналізованих дослідженнях, що враховують специфічні агрокліматичні умови та сприяють розробці ефективних механізмів адаптації аграрного виробництва.

У світовій науковій літературі спостерігається зростання інтересу до вивчення наслідків глобальних кліматичних змін для сільського господарства в регіонах із вразливою агроекологічною системою, таких як Західна Україна. Глобальне потепління, спричинене зростанням концентрації парникових газів та змінами у циркуляції атмосфери, впливає на врожайність, водний баланс, термічні ресурси та фенологічні фази рослин [28; 30].

Згідно зі звітом Міжурядової групи експертів зі змін клімату (IPCC, 2021) [28], зростає інтенсивність та частота екстремальних погодних явищ, що призводить до деградації ґрунтів, зниження продуктивності агроекосистем і значних втрат врожаю. У дослідженнях Meinshausen et al. [30] і Hurtt et al. [27] наведено сценарії довгострокових змін клімату до 2100 року, які є основою для стратегічного планування аграрного розвитку.

Огляд Abbass et al. [21] систематизує основні глобальні виклики та необхідні заходи адаптації, серед яких впровадження ресурсозберігаючих технологій і трансформація структури землекористування. У роботі Abdalla et al. [22] показано, що використання покривних культур сприяє зменшенню втрат азоту, підвищенню ефективності удобрення і зниженню викидів парникових газів, що особливо важливо для регіонів з нестабільним гідротермічним режимом.

Значну увагу приділено й дослідженням урбанізаційного впливу на агрокліматичні умови, зокрема через формування локальних теплових островів, що модифікують мікроклімат навколишніх аграрних територій. Ці аспекти розглянуто у роботах Oke [33], Arnfield [23], Taha [37]. Методи дистанційного зондування, що дозволяють оперативно відстежувати температурні аномалії та водний дефіцит, детально висвітлено в публікаціях Du et al. [26] та Rao [34].

Окремий пласт складають дослідження, присвячені Україні. Moldavan et al. [31] обґрунтовують необхідність розробки національної політики адаптації сільського господарства до змін клімату в межах концепції сталого розвитку. Romashchenko et al. [36] підкреслюють критичну проблему водозабезпечення агросектору в умовах зменшення опадів і підвищення температури.

Yemelyanov et al. [38] фіксують трансформацію площ під основними сільськогосподарськими культурами, зокрема кукурудзою, соєю та соняшником, зі зміщенням ареалів вирощування на північ. У свою чергу, Mykhailenko і Safranov [32] аналізують вплив промислово-урбанізованих агломерацій на якість аграрної продукції в умовах підвищеного атмосферного забруднення.

Додаткові можливості для регіонального

аналізу надає платформа *Climate Change Knowledge Portal* [25], яка містить багаторічні кліматичні ряди, прогностичні моделі, індекси посух і температурні тренди, що дозволяють формувати обґрунтовану стратегію адаптації для аграрного виробництва Західної України.

Проте, незважаючи на значну кількість досліджень, проведений аналіз наукової літератури виявив певну недостатність комплексних робіт, які б зосереджувалися на специфіці впливу клімату на аграрний сектор саме Західної України. Особливо відчувається брак досліджень, що базуються на детальному аналізі довготривалих метеорологічних даних та статистики врожайності, а також прогнозних сценаріїв майбутніх змін з урахуванням регіональних кліматичних моделей. Тому існує нагальна потреба в проведенні більш глибоких та регіонально орієнтованих досліджень, які б враховували унікальні агрокліматичні умови Західної України та сприяли розробці ефективних стратегій адаптації аграрного виробництва до майбутніх кліматичних змін.

Викладення основного матеріалу. Для дослідження впливу змін клімату на аграрний сектор Західної України [5] першочерговим етапом є визначення чітких географічних меж цього регіону. Згідно з класифікацією «Сучасної енциклопедії України», до складу Західної України входять території таких адміністративних областей: Волинська (А), Рівненська (Б), Львівська (В), Тернопільська (Г), Закарпатська (Ґ), Івано-Франківська (Д) та Чернівецька (Е) [5]. Візуальне представлення адміністративно-територіального поділу досліджуваного регіону наведено на рисунку 1.

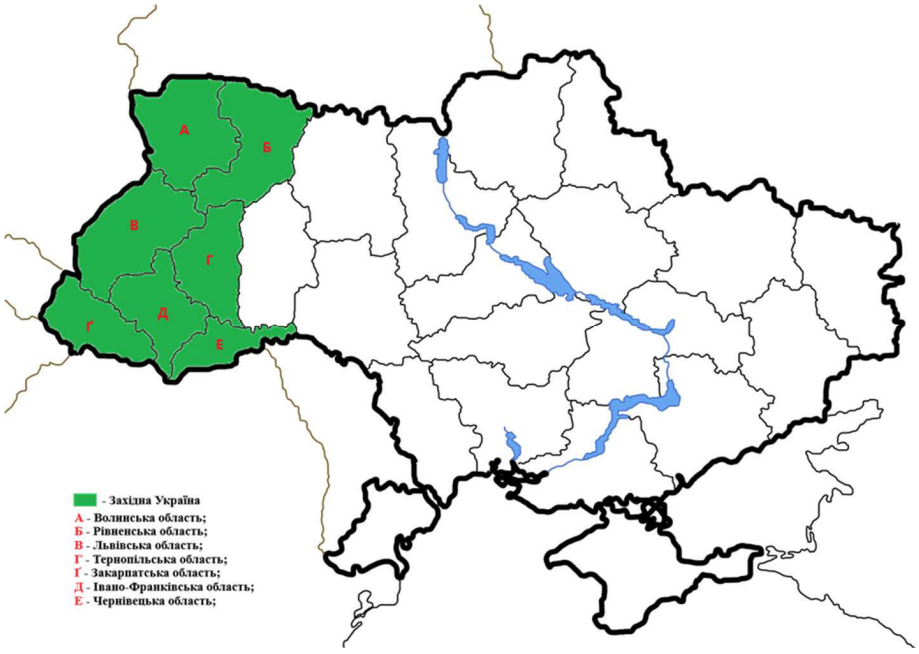

Рис. 1. Адміністративні області, що входять до аграрного району Західна Україна складено авторами за даними [5]

Вибір саме цього сектору зумовлений його значним аграрно-кліматичним потенціалом, який формується завдяки різноманітності фізико-географічних умов. Регіон характеризується наявністю гірських систем (Карпати), височин (Подільська та Волинська) та низовин (Закарпатська). Розгалужена гідрографічна мережа представлена такими значними річковими артеріями, як Дністер, Прут, Західний Буг, Тиса та численними меншими річками. Західна Україна розташована в межах помірного кліматичного поясу з достатнім рівнем зволоження, що значною мірою визначається впливом Атлантичного океану, що зумовлює значну кількість атмосферних опадів та відносно м'які зимові періоди [13].

Для клімату регіону характерні чітко виражені сезонні коливання температурного режиму з теплим літом та прохолодною зимою. Така комбінація кліматичних факторів та різноманітних ландшафтних умов створює сприятливі передумови для формування потужних аграрних комплексів, які забезпечують як внутрішні потреби населення в сільськогосподарській сировині, так і мають значний експортний потенціал на європейському та світовому ринках.

Проте сучасні тенденції змін клімату, що спостерігаються як в Україні, так і на глобальному рівні, створюють нові виклики для стабільного функціонування та збереження продуктивності аграрного сектору цього регіону.

Як зазначають [19, с. 218]: «Аналіз даних показав, що на території України відбува-

ються зміни температурного режиму на різних масштабах часу та простору. Наприклад, спостерігається підвищення середньої температури повітря за останні роки, а також зміни в сезонній динаміці температур. Ці зміни можуть мати важливі наслідки для природи та людей, тому дослідження температурного режиму є актуальним і необхідним для розробки ефективних заходів з адаптації до змін клімату».

Зважаючи на вищезазначене, для проведення якісної оцінки впливу кліматичних змін на аграрний сектор Західної України використано статистичні дані Порталу знань про зміну клімату [25] щодо середньосезонних температур та середньосезонної кількості опадів за період 1901-2020 років. Отримані дані були опрацьовані, згруповані за 30-річними кліматичними періодами та представлені графічно на рис. 2 та 3. Проведена робота спрямована на формування обґрунтованого розуміння характеру та масштабів кліматичних змін у досліджуваному регіоні задля визначення потенційних наслідків для аграрного виробництва та розроблення можливих заходів для адаптації.

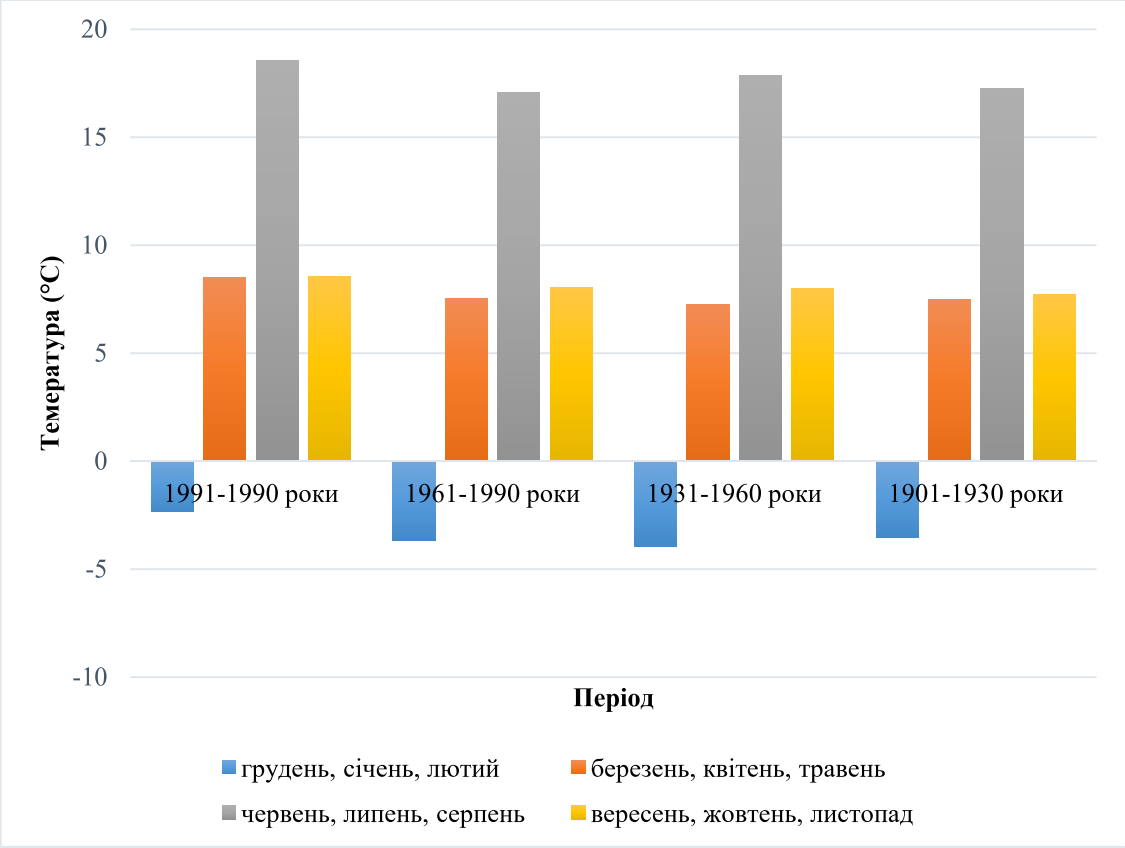

Рис. 2. Динаміка середньосезонних температур повітря в аграрному регіоні Західної України за період 1901-2020 роки складено авторами за даними [25]

Рисунок 2 ілюструє тенденцію зміни середньосезонних температур повітря (°С) в аграрному регіоні Західної України протягом періоду з 1901 по 2020 роки. Дані представлені за 30-річними інтервалами, що дозволяє простежити довгострокові кліматичні зміни.

Аналіз діаграми виявляє чітке зростання середніх літніх температур (червень, липень, серпень), позначених сірими стовпцями. Найвище значення зафіксовано в останній період (1991-2020 рр.) і становить 18,56°С, що свідчить про помітне потепління в літній сезон. Це підвищення може мати значний вплив на водний баланс регіону, збільшуючи ризик виникнення посух, які є критично небезпечними для сільськогосподарського виробництва.

Весняні температури (березень, квітень, травень), відображені оранжевими стовпцями, також демонструють тенденцію до зростання. Середня весняна температура в останній період досягла 8,49°С, що вище за значення попередніх періодів (наприклад, 7,5°С у 1901-1930 рр.).

Аналогічна тенденція спостерігається і для осінніх температур (вересень, жовтень, листопад), позначених жовтими стовпцями. Середня осіння температура зросла до 8,57°С у період 1991-2020 рр. порівняно з 7,71°С у найдавнішому досліджуваному періоді.

Зимові температури (грудень, січень, лютий), представлені синіми стовпцями, характеризуються меншою амплітудою змін, проте загалом також простежується тенденція до їхнього підвищення. Середня зимова темпе-

ратура зросла від -3,52°С у 1901-1930 рр. до -2,34°С у 1991-2020 рр.

Таким чином, аналіз рисунка 2 підтверджує наявність стійкої тенденції до підвищення середньосезонних температур повітря в аграрному регіоні Західної України впродовж досліджуваного періоду. Найбільш виражене потепління спостерігається в літній сезон, що несе потенційні ризики для водних ресурсів та сільськогосподарської продуктивності регіону. Подальший аналіз динаміки опадів є необхідним для комплексної оцінки впливу кліматичних змін на аграрний сектор.

Для оцінки потенційного впливу зростання середньорічної температури на водний баланс аграрного регіону Західної України було проведено аналіз динаміки середньорічної сезонної кількості опадів, результати якого представлені на рисунку 3.

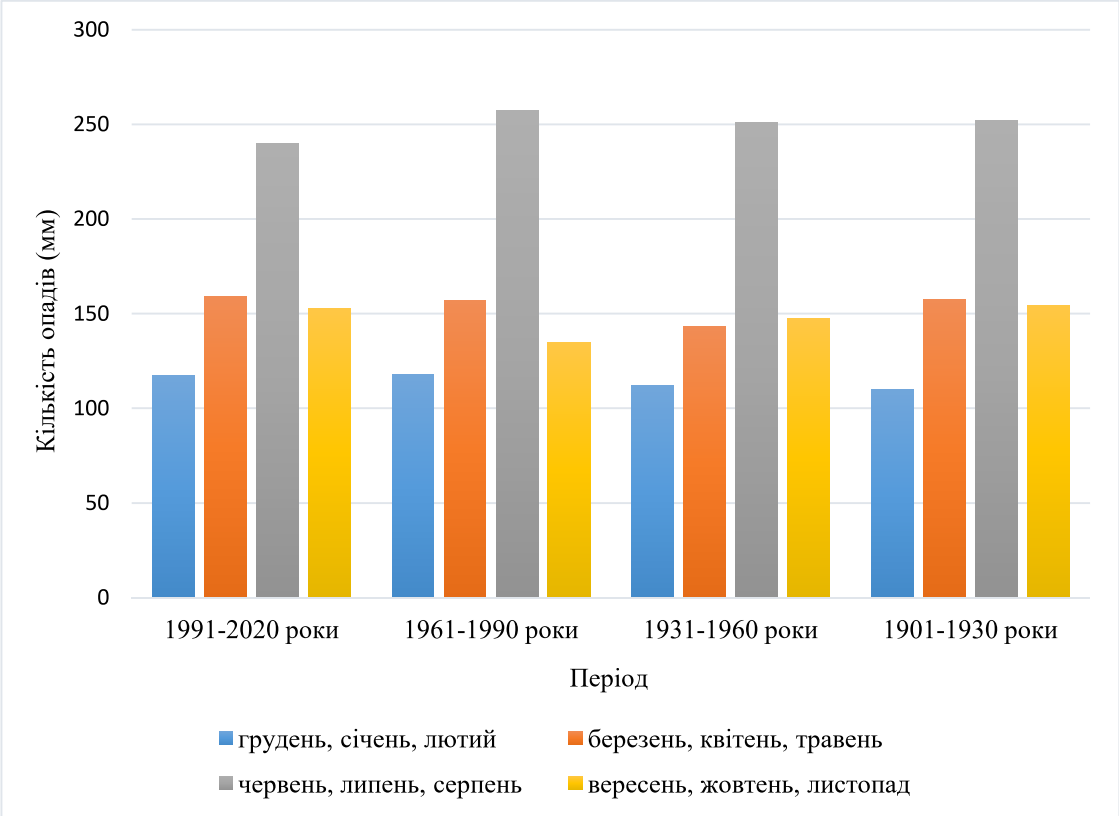

Рис. 3. Динаміка середньорічної сезонної кількості опадів (мм) в аграрному регіоні Західної України за 30-річні періоди з 1901 по 2020 роки складено авторами за даними [25]

Діаграма, представлена на рисунку 3, відображає динаміку середньорічної сезонної кількості опадів (у міліметрах) в аграрному регіоні Західної України за 30-річними періодами, починаючи з 1901 року і завершуючи 2020 роком. Аналіз наведених даних виявляє низку важливих тенденцій.

Одним із ключових спостережень є зниження середньої кількості літніх опадів у період 1991-2020 років (239,7 мм) порівняно з піковим значенням, зафіксованим у 1961-1990 роках (257,5 мм). Це скорочення літньої вологи є потенційно несприятливим фактором для аграрного сектору, оскільки може призводити до збільшення частоти та інтенсивності посушливих явищ у критичний період вегетації більшості сільськогосподарських культур, що, безумовно, негативно впливатиме на їхню врожайність.

Щодо весняних опадів, спостерігається їх відносна стабільність впродовж досліджуваного періоду, з незначним зростанням до 159,1 мм в останньому 30-річчі (1991-2020 рр.). Збільшення кількості опадів у весняний період може мати неоднозначний вплив, зокрема призводячи до затримки початку польових робіт через надмірне зволоження ґрунту, що може скоротити тривалість вегетаційного розвитку рослин.

Аналіз зимових опадів демонструє поступове скорочення їхньої кількості – з 134,6 мм у 1961-1990 роках до 117,2 мм у 1991-2020 роках. Ця тенденція може бути пов'язана зі зменшенням стійкості снігового покриву в зимовий період внаслідок загального потепління клімату, що, своєю чергою, може призвести до недостатнього накопичення вологи в ґрунті навесні для ранніх сільськогосподарських культур.

На відміну від літніх та зимових опадів,

осінні опади показують зростаючу тенденцію, досягаючи 152,7 мм у період 1991-2020 років. Збільшення вологості в осінній період може створювати певні труднощі під час збирання пізніх культур та потенційно впливати на якість зібраної продукції через підвищену вологість.

Узагальнюючи, динаміка сезонних опадів в аграрному регіоні Західної України характеризується неоднорідністю змін. Зниження літніх та зимових опадів, на тлі зростання весняних та осінніх, вказує на зміну гідрологічного режиму, що потребує ретельного врахування при плануванні сільськогосподарської діяльності та розробці адаптаційних стратегій до мінливих кліматичних умов.

Світовий досвід переконливо засвідчує, що ефективна адаптація аграрного сектору до незворотних змін клімату базується на комплексному впровадженні технологічних інновацій, сучасному агрометеорологічному моніторингу, оптимізації водокористування та стратегічному плануванні.

Країни з розвиненим аграрним сектором демонструють успішні приклади застосування систем точного землеробства, що включають використання GPS-навігації, датчиків ґрунту та метеостанцій для диференційованого внесення добрив, засобів захисту рослин та зрошення, що дозволяє мінімізувати витрати ресурсів та підвищити стійкість посівів до кліматичних стресів. Наприклад, у Сполучених Штатах Америки широкого поширення набули технології змінної норми висіву та внесення добрив, що дозволяє фермерам реагувати на мінливість ґрунтових умов та мікроклімату в межах одного поля, зменшуючи залежність від загальних погодних умов. Більше про використання технологій точного землеробства можна дізнатися з дослідження [16].

Важливу роль відіграє селекція та впровадження культур, стійких до посухи, високих температур та інших кліматичних стресів. В Австралії, яка часто стикається з посушливими періодами, значні інвестиції спрямовуються на розробку та комерціалізацію сортів пшениці, ячменю та інших культур, що характеризуються підвищеною водоефективністю та здатністю витримувати тривалі періоди без опадів. Аналогічні програми селекції впроваджуються в країнах Південної Європи, де зростає ризик опустелювання через підвищення середніх температур та зменшення кількості опадів.

Вдосконалення агрометеорологічного моніторингу та прогнозування є критично важливим для своєчасного прийняття управлінських рішень в аграрному секторі. У Нідерландах, відомих своїм високотехнологічним сільським господарством, функціонують розгалужені мережі агрометеорологічних станцій та використовуються передові моделі прогнозування погоди для надання фермерам оперативної інформації про майбутні погодні умови, що дозволяє оптимізувати терміни посіву, збирання врожаю та проведення інших агротехнічних заходів.

Оптимізація водокористування є ключовим елементом адаптації в умовах зростаючого дефіциту водних ресурсів. В Ізраїлі, країні з обмеженими водними ресурсами, розроблено та успішно впроваджено передові технології крапельного зрошення та повторного використання очищених стічних вод у сільському господарстві, що дозволяє досягати високої продуктивності при мінімальному споживанні води. Про раціональне використання води в сільському господарстві йдеться у статті [12].

Зазначений світовий досвід, що базується на технологічних інноваціях, розвитку інформаційної інфраструктури та стратегічному підході до управління ресурсами, може слугувати цінним орієнтиром для розробки ефективних стратегій адаптації агросфери Західної України до сучасних кліматичних викликів, враховуючи її специфічні агрокліматичні умови та наявні ресурси. Важливість адаптації аграрного сектору до змін клімату підкреслюється в роботі [20, 21, 36, 38].

Більшість досліджень у галузі кліматології сходяться на думці, що сучасні зміни клімату характеризуються насамперед глобальним потеплінням, яке є одним з найбільш помітних та далекосяжних наслідків загальної кліматичної нестабільності. У контексті нашого дослідження ми зосереджуємо увагу на аналізі ключових аспектів взаємозв'язку між цими кліматичними змінами та врожайністю основних сільськогосподарських культур, розглядаючи глобальне потепління як один з визначальних факторів.

Для розуміння механізмів впливу глобального потепління на аграрний сектор необхідно звернутися до науково обґрунтованих джерел, зокрема до звітів Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC). Згідно з їхніми даними, сучасне потепління є результатом як природних, так і антропогенних факторів. Серед природних чинників виділяють зміни сонячної активності, вулканічну діяльність та коливання магнітних полюсів Землі [28]. Ці процеси, безперечно, впливають на тепловий баланс планети, проте їхній внесок у безпрецедентно швидкі кліматичні зміни останнього століття є значно меншим порівняно з антро-

погенним впливом.

Саме тому першочергову увагу варто приділити антропогенним факторам, які, за висновками IPCC, є головною рушійною силою сучасного глобального потепління. Основним джерелом антропогенного впливу є інтенсивні викиди парникових газів, включаючи вуглекислий газ (CO_2), метан (CH_4) і закис азоту (N_2O), що є наслідком спалювання викопного палива, інтенсивного сільського господарства й промислової діяльності, що є наслідком спалювання викопного палива, інтенсивного сільського господарства та промислової діяльності. Ці гази посилюють природний парниковий ефект, призводячи до затримання більшої кількості теплової енергії в атмосфері. Значну роль відіграють також зміни у землекористуванні, такі як вирубка лісів, розширення сільськогосподарських угідь та урбанізація, що зменшує здатність біосфери поглинати вуглець з атмосфери, сприяючи зростанню концентрації CO_2. Крім того, забруднення атмосфери аерозолями може мати як охолоджувальний (наприклад, сульфатні аерозолі, що відбивають сонячне випромінювання), так і нагрівальний ефект (наприклад, сажа, що поглинає тепло) [28].

Отже, аналізуючи першопричини сучасних кліматичних змін та глобального потепління, можна зробити висновок про домінуючу роль антропогенного підвищення рівня вуглекислого газу в атмосфері. У зв'язку з цим, для оцінки потенційного впливу цього зростання на продуктивність основних сільськогосподарських культур досліджуваного регіону, ми звертаємося до сценаріїв репрезентативних шляхів концентрації (RCP), траєкторії яких відображено на рис. 4. У рамках нашого дослідження ми приділяємо особливу увагу сценарію RCP 8.5, який відображає найгірший сценарій розвитку подій, що передбачає подальше невпинне зростання викидів вуглекислого газу впродовж усього XXI століття та підтримується більшістю авторитетних дослідників. На противагу цьому, сценарій RCP 2.6, що передбачає значне скорочення викидів CO_2 до кінця XXI століття, розглядається як найменш критичний з точки зору інтенсивності глобального потепління.

Розглядаючи вплив цих сценаріїв на конкретні сільськогосподарські культури, варто зазначити, що глобальні дослідження демонструють тенденцію до скорочення врожайності кукурудзи зі зростанням температури. За сценарію помірного потепління (до 2°C) прогнозується зниження врожайності приблизно на 6%. У випадку реалізації сценарію високого потепління (3-5°C) скорочення врожайності може сягати 24%. Однією з основних причин такої негативної реакції є відносно слабка фізіологічна реакція кукурудзи на підвищення рівня CO_2 і її висока чутливість до теплового стресу, особливо в регіонах з уже існуючим теплим кліматом [28].

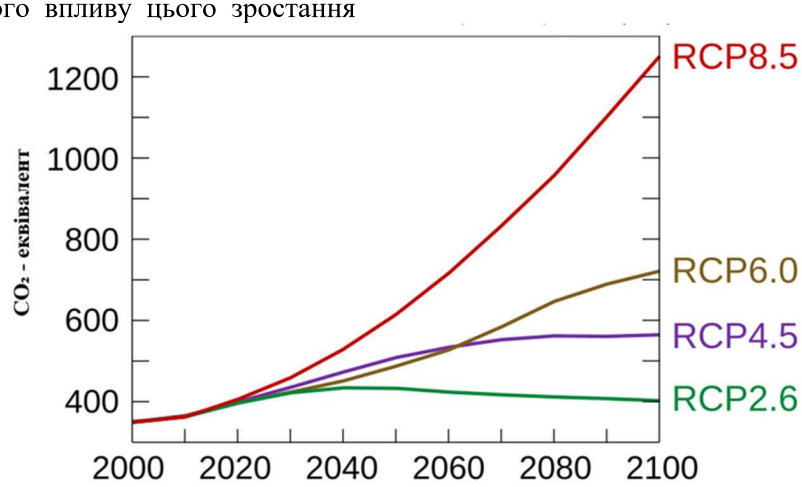

Рис. 4. Репрезентативні шляхи концентрації парникових газів (RCP) у контексті зміни клімату та їх вплив на аграрний сектор [28]

На графіку представлено прогнозовану динаміку глобального атмосферного концентраційного еквівалента вуглекислого газу (CO_2-еквівалента) протягом XXI століття (2000-2100 рр.) за чотирма ключовими сценаріями репрезентативних шляхів концентрації (RCP), розробленими Міжурядовою групою експертів зі зміни клімату (IPCC) у П'ятому оціночному звіті (AR5). Кожен сценарій відображає різні траєкторії майбутніх викидів парникових газів та їхній потенційний вплив на атмосферну концентрацію CO_2-еквівалента.

На графіку зображено чотири траєкторії:

- RCP8.5 (червона лінія) — сценарій високих викидів, що передбачає подальше зростання викидів парникових газів протягом

усього XXI століття. За цим сценарієм концентрація CO_2-еквіваленту перевищує 1200 ppm до кінця століття.

- RCP6.0 (коричнева лінія) — сценарій середньо-високих викидів, де викиди стабілізуються після 2100 року. Концентрація CO_2-еквіваленту досягає близько 700 ppm.
- RCP4.5 (фіолетова лінія) — сценарій середньо-низьких викидів з піком у 2040 році та подальшим поступовим зниженням. Концентрація стабілізується на рівні приблизно 550 ppm.
- RCP2.6 (зелена лінія) — сценарій низьких викидів, що передбачає швидке та суттєве скорочення парникових газів. Концентрація CO_2-еквіваленту досягає піку в середині століття, а потім знижується до рівня нижче 450 ppm.

Ці сценарії демонструють залежність майбутньої концентрації парникових газів від масштабів і характеру людської діяльності.

У контексті нашого дослідження особлива увага приділяється аналізу взаємозв'язку між глобальним потеплінням і врожайністю основних сільськогосподарських культур. Визнано, що глобальне потепління є одним з найбільш значущих наслідків сучасної кліматичної нестабільності, що значною мірою обумовлена антропогенними факторами.

Згідно з доповідями IPCC, причинами змін клімату є як природні (зміни сонячної активності, вулканізм, коливання магнітних полюсів Землі), так і антропогенні чинники. Водночас внесок природних факторів у сучасне потепління значно менший порівняно з впливом діяльності людини. Основними джерелами антропогенного впливу є спалювання викопного палива, інтенсивне сільське господарство, промислове виробництво, вирубка лісів і урбанізація. Викиди CO_2, CH_4 та N_2O посилюють природний парниковий ефект, сприяючи утриманню тепла в атмосфері. Крім того, атмосферні аерозолі можуть мати як охолоджувальний (наприклад, сульфатні частинки), так і нагрівальний ефект (наприклад, сажа).

Таким чином, домінуючу роль у сучасному глобальному потеплінні відіграє підвищення концентрації парникових газів внаслідок людської діяльності. У зв'язку з цим, для оцінки впливу кліматичних змін на сільське господарство доцільно використовувати сценарії RCP.

У межах нашого дослідження особливий акцент зроблено на сценарії RCP8.5, що репрезентує найгірший можливий розвиток подій і характеризується безперервним зростанням викидів до кінця століття. На противагу йому, RCP2.6 передбачає суттєве зниження рівня викидів, а отже — менш критичні наслідки глобального потепління.

Глобальні моделі свідчать про те, що врожайність таких культур, як кукурудза, знижується зі зростанням температури. При помірному потеплінні (до 2°C) спостерігається зниження врожайності в середньому на 6%, тоді як за сценаріями сильного потепління (3–5°C) втрати можуть досягати 24%. Це зумовлено слабкою фізіологічною реакцією кукурудзи на підвищення концентрації CO_2 та її високою чутливістю до теплового стресу, особливо в регіонах з уже теплим кліматом.

На відміну від кукурудзи, реакція пшениці на зростання концентрації вуглекислого газу в атмосфері є складнішою та багатофакторною. Одним із ключових чинників, що впливає на врожайність цієї культури, є так званий ефект "вуглецевого підживлення", який полягає в стимуляції процесів фотосинтезу за умов підвищеної доступності CO_2. За результатами сучасних досліджень, у разі відсутності врахування цього позитивного впливу потепління на 2 °C може призвести до зниження врожайності пшениці приблизно на 6,6%. Натомість, якщо ефект "вуглецевого підживлення" включити до розрахунків, втрати врожайності можуть бути частково компенсовані, а в окремих випадках — навіть зафіксовано її незначне зростання (до 1,7%).

Ці дані свідчать про необхідність розробки адаптаційних заходів, серед яких — селекція сортів пшениці з підвищеним фотосинтетичним потенціалом у змінених кліматичних умовах, а також їх інтеграція у відповідні агротехнічні комплекси [28].

Реакція інших культур, зокрема рису та сої, на кліматичні зміни є менш однозначною і значною мірою залежить від регіональних кліматичних і ґрунтово-господарських умов. У ряді агроекологічних зон спостерігається тенденція до зниження врожайності через вплив екстремальних погодних явищ — зокрема тривалих посух чи інтенсивних опадів, які порушують гідротермічний баланс вегетаційного періоду. Водночас в інших регіонах, де зазначені культури виявляють вищу адаптивність до підвищених температур і мають ширшу пластичність до мінливих погодних умов, можливе помірне зростання продуктивності.

Крім безпосереднього впливу на урожайність, кліматичні зміни зумовлюють суттєві зрушення у сезонності та тривалості вегетаційного періоду. Підвищення середньорічних температур сприяє посиленню евапотранспіраційних процесів, що, своєю чергою, веде

до зменшення запасів ґрунтової вологи — особливо в посушливих і напівпосушливих регіонах. Нерівномірність розподілу опадів, збільшення частоти та сили екстремальних погодних явищ, таких як паводки або затяжні посухи, значно ускладнює агротехнологічне планування та підвищує ризики втрати врожаю.

Хоча підвищення концентрації CO_2 теоретично може мати позитивний вплив на ріст рослин, цей ефект не є універсальним і не завжди здатен компенсувати негативні наслідки потепління — особливо для культур із низькою чутливістю до вуглецевого підживлення [28].

Попри наявний потенціал деяких культур до поступової адаптації до кліматичних змін, темпи сучасних антропогенно зумовлених трансформацій є занадто високими для природної адаптації переважної більшості важливих агрокультур. У таких умовах особливої ваги набуває розробка та впровадження науково обґрунтованих стратегій штучної адаптації. Йдеться, зокрема, про створення нових сортів із підвищеною стійкістю до температурного та водного стресу, оптимізацію сівозмін, удосконалення зрошувальних систем, впровадження точного землеробства та інших інноваційних технологій, які здатні забезпечити стабільну продуктивність агросектору в умовах змін клімату.

З метою визначення економічного значення аграрного сектору Західної України в загальнодержавному контексті, першочерговим кроком є аналіз основних показників обсягів зібраної продукції та врожайності ключових сільськогосподарських культур у даному регіоні.

На основі даних Міністерства аграрної політики та продовольства України [6, 10] було здійснено вибірку інформації щодо кожної адміністративної одиниці, що входить до складу аграрного сектору Західної України. Для дослідження було виокремлено чотири найбільш поширені в регіоні сільськогосподарські культури: пшениця, кукурудза, соняшник та цукровий буряк. Подальший аналіз передбачає розгляд кожної адміністративної одиниці окремо для забезпечення більш глибокого розуміння та формування точних висновків щодо загальних тенденцій виробництва.

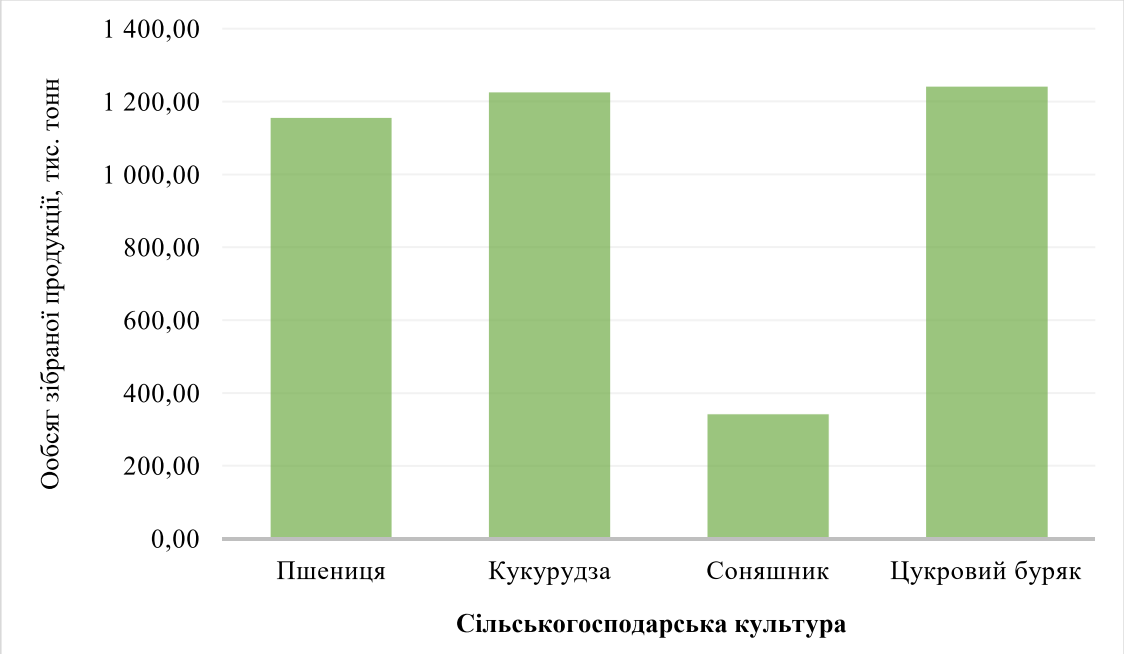

Рис. 5. Обсяги зібраної продукції основних сільськогосподарських культур у Тернопільській області за 2023 рік (тис. тонн) складено авторами за даними [6]

Діаграма відображає обсяги зібраної продукції основних сільськогосподарських культур у Тернопільській області за 2023 рік у тисячах тонн. Аналіз представлених даних засвідчує значний аграрний потенціал регіону та високу продуктивність ключових культур.

Лідером за обсягами зібраної продукції є цукровий буряк, показник якого становить понад 1,2 мільйона тонн. Це підтверджує сприятливі агрокліматичні умови Тернопільської області для вирощування цієї технічної культури.

Обсяг зібраної пшениці також є значним і перевищує 1,1 мільйона тонн, що підкреслює важливість цієї зернової культури для аграрного сектору регіону.

Показник зібраного соняшнику сягає близько 350 тисяч тонн, що є вагомим внеском у загальний обсяг сільськогосподарської про-

дукції області.

Обсяг зібраної кукурудзи становить понад 1,2 мільйона тонн, що свідчить про важливість цієї зернової культури для аграрного виробництва Тернопільщини.

Загалом, Тернопільська область демонструє високі показники виробництва основних сільськогосподарських культур, що зумовлено комплексом сприятливих факторів. Серед них ключову роль відіграють родючі ґрунти, зокрема значні площі чорноземів, які забезпечують оптимальні умови для вирощування різноманітних культур з високою врожайністю. Особливо вагомим є внесок області у виробництво цукрового буряка та пшениці, які є основою її аграрної спеціалізації в західному регіоні України.

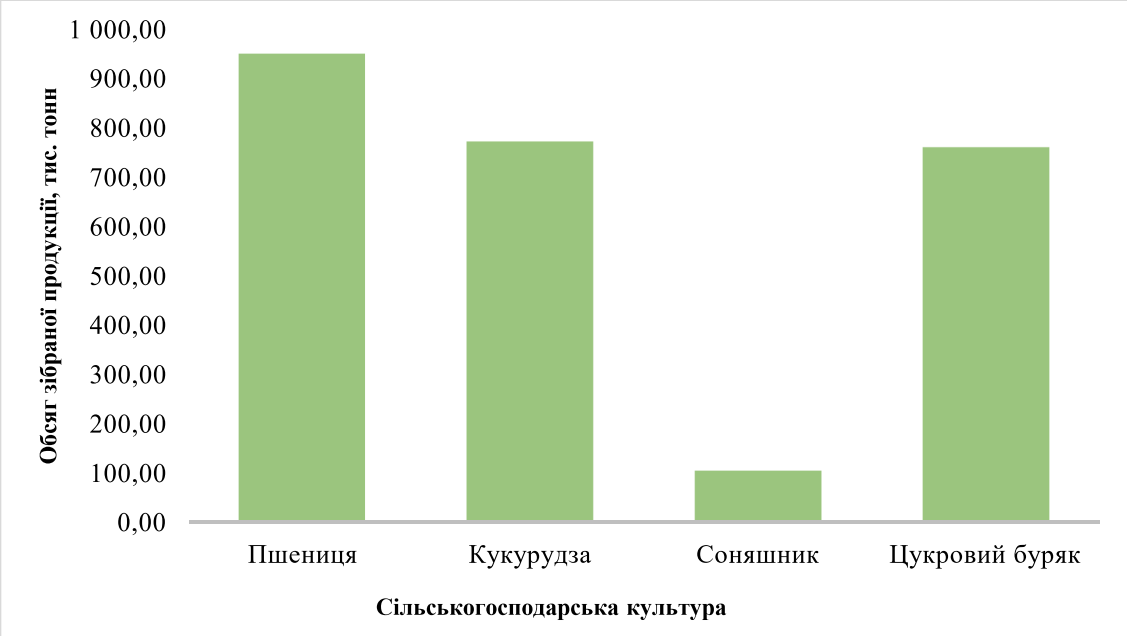

Рис. 6. Аналіз обсягів зібраної продукції основних сільськогосподарських культур у Львівській області (тис. тонн) (складено авторами за даними [6]

Рисунок 6 ілюструє обсяги зібраної продукції найпоширеніших сільськогосподарських культур у Львівській області за 2023 рік (у тисячах тонн). Аналіз представлених статистичних даних свідчить про домінування пшениці серед інших культур у структурі аг-рарного виробництва регіону.

Зокрема, обсяг зібраної пшениці становить 949,3 тисячі тонн, що значно перевищує показники інших основних сільськогоспо-дарських культур. Це підкреслює важливість зернового виробництва для Львівської області.

Друге місце за обсягами врожаю поділяють кукурудза (771,4 тисячі тонн) та цукровий буряк (759,3 тисячі тонн), що свідчить про їхню значну роль в аграрному секторі регіону.

Найменший обсяг зібраної продукції припадає на соняшник – 105,2 тисячі тонн. Відносно низький показник виробництва соняшнику може бути зумовлений різними факторами, включаючи агрокліматичні умови регіону або кон'юнктуру ринку та попит на цю олійну культуру в досліджуваному році.

Львівська область демонструє стабільні та значні результати у вирощуванні пшениці та кукурудзи, що може бути пояснено сприятливими кліматичними умовами регіону для зернових культур, а також стратегічною важливістю пшениці для забезпечення продовольчої безпеки області. Загалом, аграрний сектор Львівщини характеризується відносно збалансованою структурою посівів, орієнтованою на задоволення потреб місцевого населення та промисловості, а також на експорт, враховуючи прикордонне розташування області та розвинену логістичну інфраструктуру.

Рисунок 7 відображає обсяги зібраної продукції найпоширеніших сільськогосподарських культур в Івано-Франківській області за 2023 рік (у тисячах тонн), демонструючи більш виражену спеціалізацію регіону на окремих культурах.

Лідером за обсягом врожаю є кукурудза, показник якої становить 495,2 тисячі тонн, значно перевищуючи врожайність інших основних культур. Це підкреслює важливість зернового виробництва для аграрного сектору Івано-Франківщини.

Друге місце за обсягами зібраної продукції посідає пшениця з показником 236,2 тисячі тонн, що також свідчить про її значну роль у сільськогосподарському виробництві області.

Врожайність соняшнику є значно нижчою і становить 56,6 тисячі тонн, а найменші

показники зафіксовано для цукрового буряка – лише 12,5 тисячі тонн.

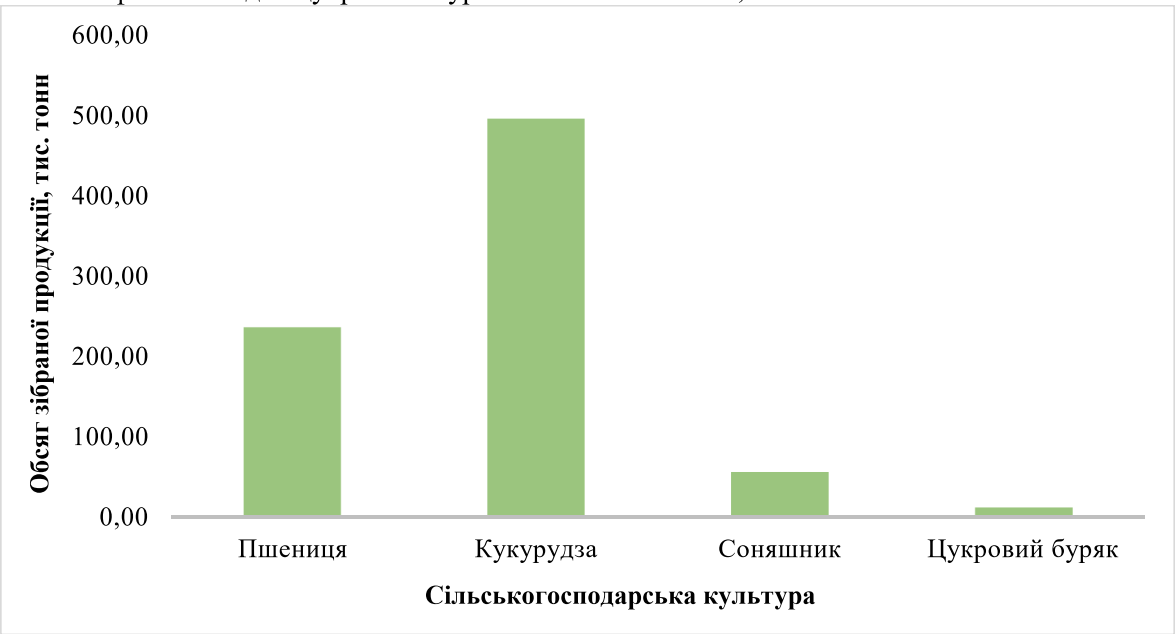

Рис. 7. Аналіз обсягів зібраної продукції основних сільськогосподарських культур в Івано-Франківській області (тис. тонн) складено авторами за даними [6]

Відносно низькі обсяги збору цукрового буряка та соняшнику в Івано-Франківській області зумовлені комплексом факторів. Перш за все, кліматичні особливості регіону, зокрема підвищена вологість, можуть створювати менш сприятливі умови для вирощування цих культур. Соняшник, як теплолюбна рослина, може бути більш вразливим до погодних стресів, пов'язаних з температурним режимом та поширенням грибкових захворювань у вологому середовищі. Вирощування цукрового буряка, у свою чергу, вимагає інтенсивних агротехнічних заходів, застосування яких у регіоні може бути обмеженим. Крім того, аграрна стратегія Івано-Франківської області демонструє орієнтацію на зернові культури, такі як пшениця та кукурудза, що характеризуються вищою економічною рентабельністю та кращою адаптованістю до місцевих природних і технологічних умов [2, 15]. Загалом, структура сільськогосподарського виробництва регіону спрямована на найбільш ефективне використання наявних ресурсів.

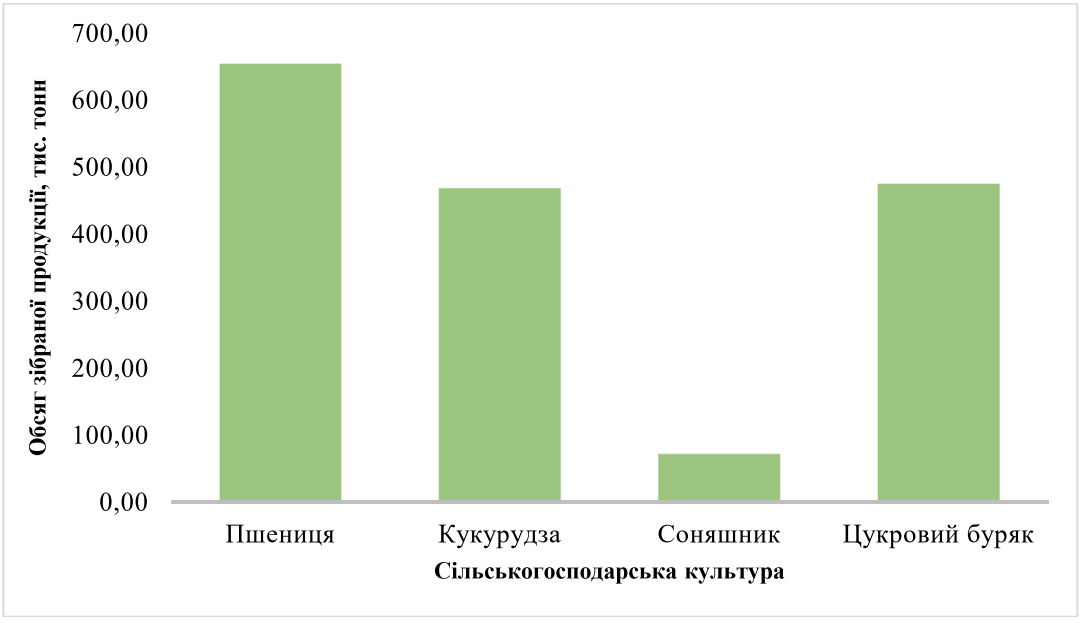

Рис. 8. Аналіз обсягів зібраної продукції основних сільськогосподарських культур у Волинській області (тис. тонн) складено авторами за даними [6]

Рисунок 8 відображає обсяги зібраної продукції найпоширеніших сільськогосподарських культур у Волинській області за 2023 рік (у тисячах тонн), демонструючи чітку спеціалізацію регіону на вирощуванні окремих культур.

Лідером за обсягом врожаю є пшениця, показник якої становить 654,2 тисячі тонн, що значно перевищує врожайність інших представлених культур. Це підкреслює важливість зернового виробництва для аграрного сектору Волинської області.

Друге місце за обсягами зібраної продукції займає цукровий буряк з показником 474,7 тисячі тонн, який незначно випереджає кукурудзу (468 тисяч тонн). Значний обсяг виробництва цукрового буряка свідчить про важливість цієї технічної культури для функціонування цукрової промисловості, яка має давні традиції в регіоні, незважаючи на певне скорочення масштабів діяльності останнім часом [14]. Виробництво кукурудзи також залишається важливим напрямком, враховуючи її універсальне застосування як у харчовій промисловості, так і в якості кормової бази.

Найнижчий показник серед представлених культур демонструє соняшник з обсягом 71,6 тисячі тонн. Відносно невеликі обсяги виробництва соняшнику можуть бути зумовлені менш сприятливими агрокліматичними умовами регіону для цієї теплолюбної культури, як зазначалося раніше.

Загалом, структура сільськогосподарського виробництва Волинської області визначається поєднанням природно-кліматичних та економічних факторів. Висока врожайність пшениці пояснюється її адаптованістю до місцевих умов та стабільним попитом на ринку. Орієнтація на вирощування цукрового буряка пов'язана з наявністю переробних підприємств та історичними традиціями. Раціональне використання наявних ресурсів та підтримка стратегічно важливих культур є ключовими аспектами аграрної діяльності в області

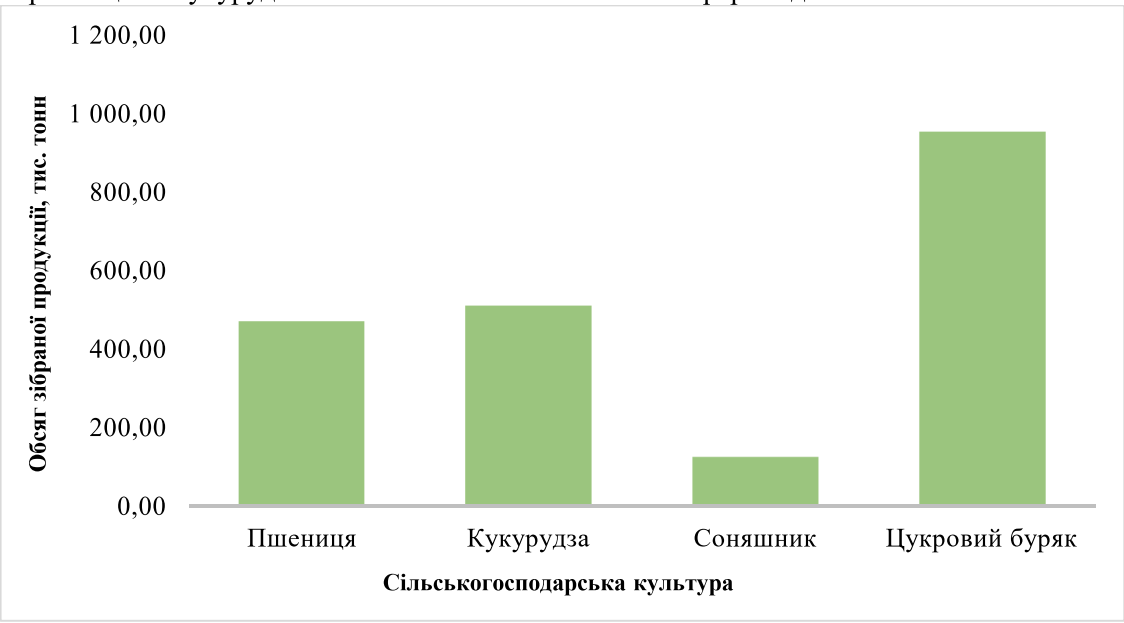

Рис. 9. Аналіз обсягів зібраної продукції основних сільськогосподарських культур у Рівненській області (тис. тонн) складено авторами за даними [6]

Рисунок 9 відображає обсяги зібраної продукції найпоширеніших сільськогосподарських культур у Рівненській області за 2023 рік (у тисячах тонн), демонструючи виразну орієнтацію регіону на вирощування цукрового буряка.

Лідером за обсягом врожаю є цукровий буряк, показник якого становить 953,3 тисячі тонн, що значно перевищує врожайність інших представлених культур. Це підкреслює важливість цієї технічної культури для аграрного сектору Рівненщини.

Друге місце за обсягами виробництва займає кукурудза з показником 510,1 тисячі тонн, що свідчить про її значну роль у сільськогосподарському виробництві області.

На третьому місці за обсягами зібраної продукції знаходиться пшениця з показником 470,3 тисячі тонн, яка також є важливою зерновою культурою для регіону.

Найменші показники врожайності зафіксовано для соняшнику – 125,5 тисячі тонн.

Хоча Рівненська область не належить до трійки лідерів цукрової промисловості України за загальними обсягами виробництва цукру (поступаючись Вінницькій, Хмельницькій та Тернопільській областям), вона має значний потенціал у цій галузі завдяки високим обся-

гам вирощування цукрових буряків. Значна частина зібраного врожаю використовується для забезпечення сировиною локальних підприємств цукрової промисловості, проте значні обсяги також спрямовуються на внутрішній експорт в інші регіони країни [7]. Така структура виробництва відображає специфіку аграрного сектору Рівненської області, орієнтованого на ефективне використання наявних природних та економічних ресурсів.

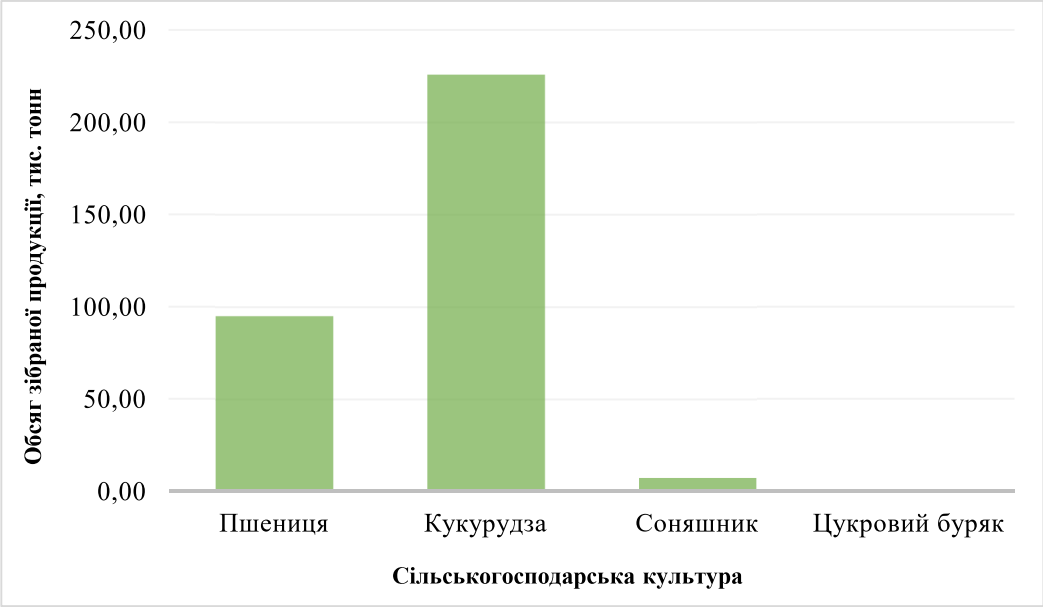

Рис. 10. Аналіз обсягів зібраної продукції основних сільськогосподарських культур у Закарпатській області (тис. тонн) складено авторами за даними [6]

Рисунок 10 відображає обсяги зібраної продукції найпоширеніших сільськогосподарських культур у Закарпатській області за 2023 рік (у тисячах тонн), демонструючи відмінну структуру аграрного виробництва порівняно з іншими областями Західної України.

Домінуючою культурою за обсягом зібраної продукції є кукурудза, показник якої становить 225,8 тисячі тонн. Це підкреслює важливість кукурудзи для агропромислового комплексу Закарпаття.

Значну частку в загальному обсязі врожаю також займає пшениця (95 тисяч тонн), що свідчить про її важливість як зернової культури для регіону.

Обсяг зібраного соняшнику є незначним і становить лише 7,4 тисячі тонн. Вирощування цукрового буряка також характеризується низькими показниками.

Відносно низькі показники врожайності окремих сільськогосподарських культур, зокрема цукрового буряка, у Закарпатській області зумовлені специфічними природно-кліматичними умовами регіону. Гірський ландшафт значно обмежує площі, придатні для масштабного сільськогосподарського виробництва, та ускладнює застосування механізованих технологій обробітку ґрунту та збирання врожаю [3].

Крім того, аграрна спеціалізація Закарпаття переважно орієнтована на вирощування культур, які краще адаптовані до місцевих умов, серед яких кукурудза займає провідне місце. Вирощування цукрового буряка, що є більш вимогливим до ґрунтових та агротехнічних умов, може бути економічно менш вигідним порівняно з іншими культурами, що пояснює його незначні обсяги виробництва [3]. Загалом, структура сільськогосподарського виробництва Закарпатської області відображає прагнення до найбільш ефективного використання наявних природних ресурсів.

Рисунок 11 відображає обсяги зібраної продукції найпоширеніших сільськогосподарських культур у Чернівецькій області за 2023 рік (у тисячах тонн), демонструючи домінування кукурудзи у структурі аграрного виробництва регіону.

Згідно з представленими даними, найбільший обсяг зібраної продукції припадає на кукурудзу і становить 485,4 тисячі тонн, що свідчить про її високу популярність та важливість для аграрного сектору Чернівецької області.

На другому місці за обсягами врожаю знаходиться пшениця з показником 178,0 тисячі тонн, що майже втричі менше за обсяг зібраної кукурудзи.

Обсяг зібраного цукрового буряка становить 125,5 тисячі тонн, а соняшнику – 62,5 тисячі тонн, що є відносно нижчими показниками порівняно з кукурудзою та пшеницею.

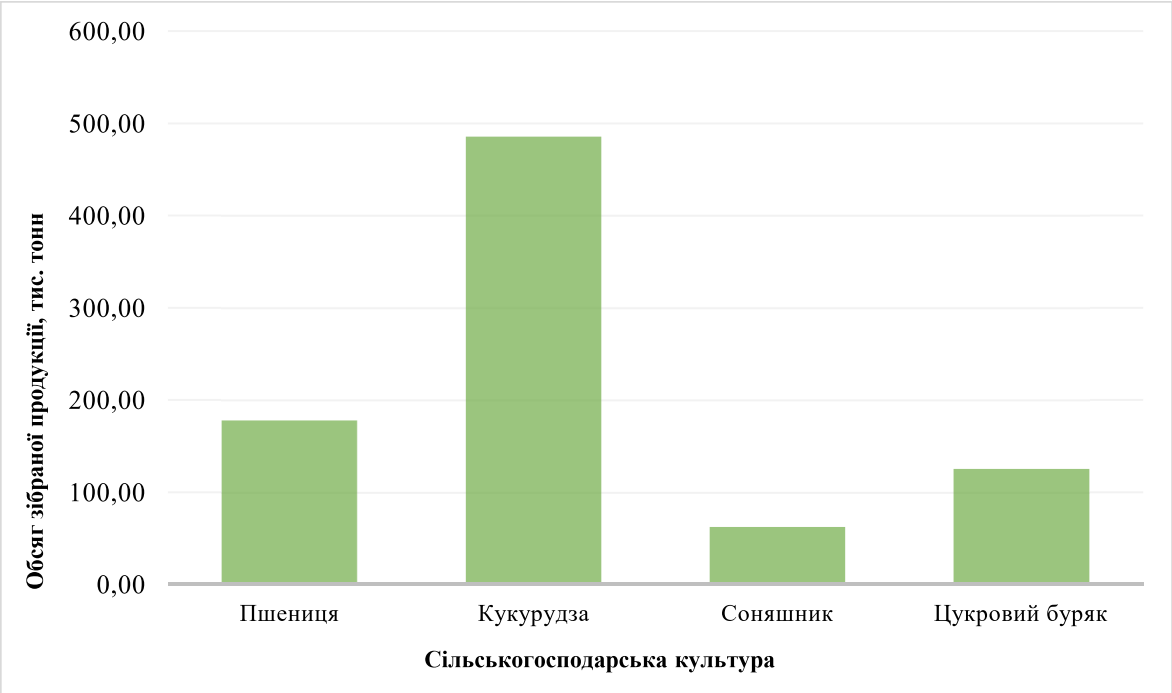

Рис. 11. Аналіз обсягів зібраної продукції основних сільськогосподарських культур у Чернівецькій області (тис. тонн) складено авторами за даними [6]

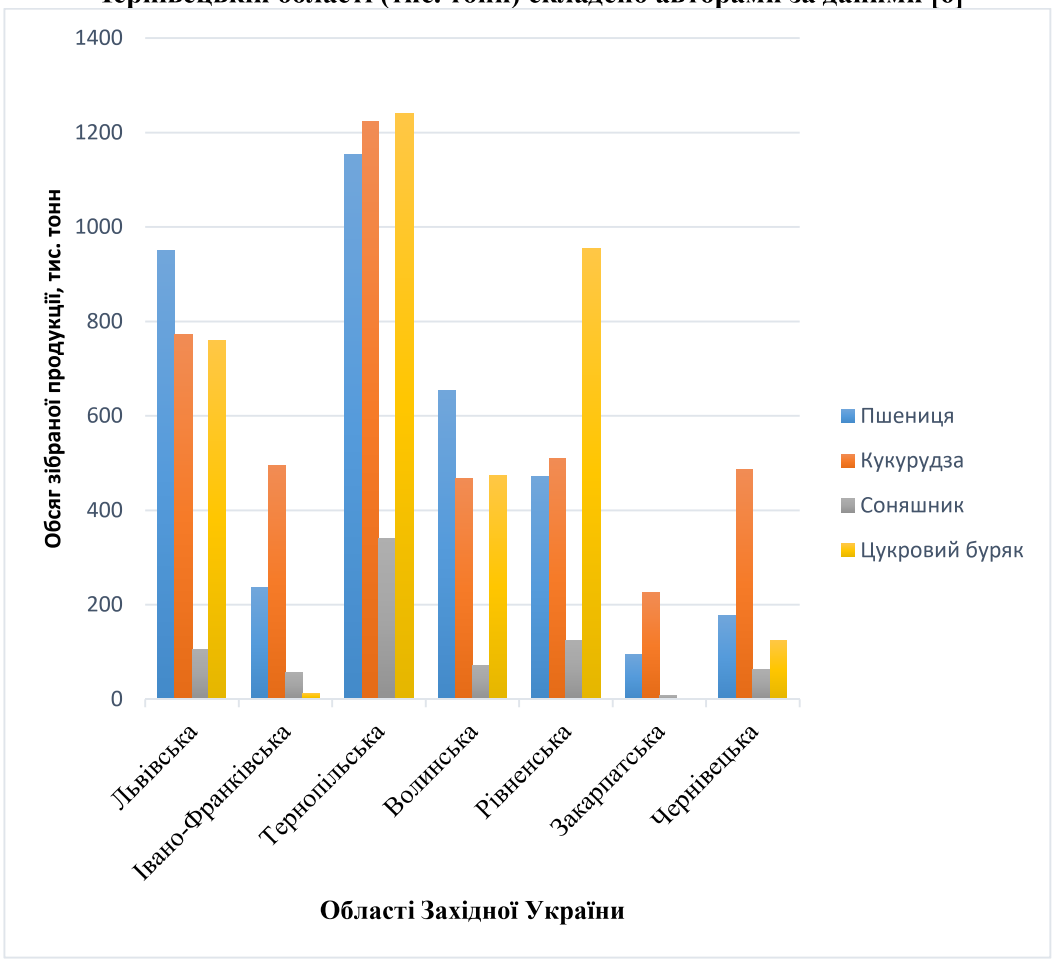

Рис. 12. Порівняльний аналіз обсягів зібраної продукції основних сільськогосподарських культур в областях Західної України у 2023 році (тис. тонн) складено авторами за даними [6]

Значна частка кукурудзи у структурі виробництва зумовлена високим попитом на цю універсальну культуру. Кукурудза використовується як цінний корм для тварин, сировина для виробництва біопалива та різноманітних харчових продуктів. Така багатофункціональність визначає її високу економічну доцільність для сільгоспвиробників, які активно ви-

рощують її на значних площах. Крім того, впровадження сучасних агротехнологій, включаючи використання адаптованих гібридів кукурудзи, сприяє досягненню високих показників врожайності навіть в умовах мінливого клімату [18].

Рисунок 12 узагальнює дані щодо обсягів зібраної продукції основних сільськогосподарських культур (цукровий буряк, соняшник, кукурудза, пшениця) в розрізі адміністративних областей Західного регіону України за 2023 рік (у тис. тонн). Проведений порівняльний аналіз дозволяє виявити регіональні відмінності у структурі виробництва та продуктивності аграрного сектору.

Серед областей Західного регіону найвищі сумарні показники урожайності основних культур демонструють Тернопільська та Львівська області. Зокрема, Тернопільщина є беззаперечним лідером за обсягами зібраного цукрового буряка та пшениці, що свідчить про сприятливі агрокліматичні умови та високий рівень землеробства. Львівська область відзначається значними врожаями кукурудзи та пшениці, що підтверджує її стратегічне значення в забезпеченні продовольчої безпеки регіону. Рівненська область також демонструє високі показники, особливо у вирощуванні кукурудзи та цукрового буряка, що зумовлено розвитком сучасних агротехнологій і відносною стабільністю кліматичних умов.

Натомість Івано-Франківська, Чернівецька, Волинська та Закарпатська області характеризуються дещо нижчими показниками виробництва. Урожайність соняшнику та кукурудзи в цих регіонах, як правило, не перевищує 200-300 тис. тонн, що обумовлено як кліматичними обмеженнями, так і переважаючою сільськогосподарською спеціалізацією, орієнтованою на інші культури.

Найнижчі обсяги збору основних культур зафіксовано у Закарпатській області. Тут врожайність всіх чотирьох культур залишається на рівні до 200 тис. тонн. Така ситуація пояснюється специфічними фізико-географічними умовами: переважанням гірського рельєфу, високим ступенем фрагментації агроландшафтів, нерівномірним розподілом тепла й вологи впродовж вегетаційного періоду, а також інтенсивними процесами вилуговування та ерозії ґрунтів.

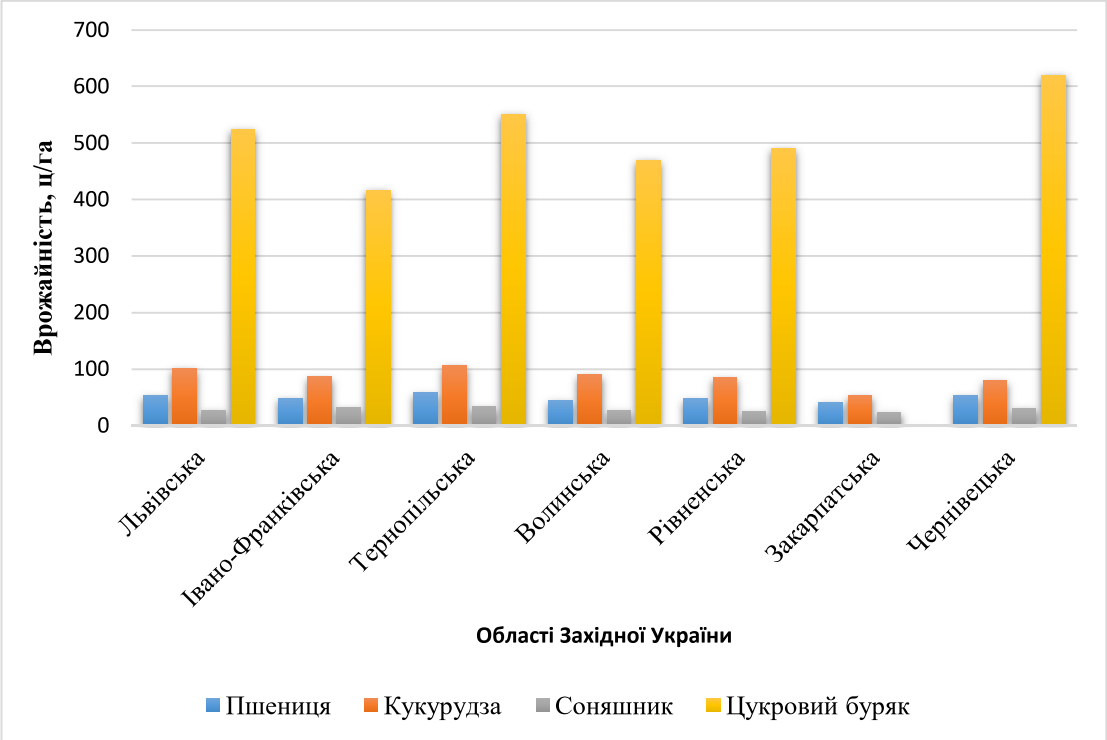

Рис. 13. Порівняльний аналіз врожайності основних сільськогосподарських культур в областях Західної України у 2023 році (ц/га) складено авторами за даними [6]

Рисунок 13 ілюструє порівняльну врожайність основних сільськогосподарських культур (пшениця, кукурудза, соняшник, цукровий буряк) у центнерах з гектара (ц/га) в розрізі адміністративних областей Західної України за 2023 рік. Представлені дані дають змогу оцінити ефективність вирощування ключових культур у різних частинах регіону, з урахуванням природно-кліматичних умов і агротехнічних підходів.

Найвищі показники врожайності серед аналізованих культур демонструє цук-

ровий буряк. У більшості західноукраїнських областей врожайність цієї культури перевищує середній показник по Україні (477 ц/га), коливаючись у межах 500-600 ц/га. Винятками є Закарпатська та Івано-Франківська області, де спостерігається зниження врожайності, що пов'язано з особливостями рельєфу, кліматичними умовами та типами ґрунтів. Причини низької продуктивності аграрного виробництва в цих регіонах були докладно розглянуті при аналізі рисунка 2.8.

Пшениця характеризується стабільною врожайністю в межах 45-60 ц/га, що відповідає середньому рівню по Україні (47,9 ц/га). Така стабільність свідчить про сталу адаптацію цієї культури до кліматичних умов Західного регіону та наявність ефективних агротехнологій її вирощування.

Найвищу врожайність кукурудзи зафіксовано у Львівській області (101,5 ц/га), що значно перевищує середній національний показник (78,1 ц/га). Це свідчить про сприятливі умови Львівщини для вирощування кукурудзи, зокрема відносно довший вегетаційний період, достатню кількість тепла та вологи, а також високий рівень інтенсифікації агровиробництва. В інших областях врожайність кукурудзи значно нижча: від 27 ц/га (Рівненська область) до 53 ц/га (Чернівецька область).

Соняшник демонструє найнижчу врожайність серед досліджуваних культур. Найвищий показник зафіксовано в Тернопільській області (33,5 ц/га), що є свідченням якості ґрунтів та ефективного агроменеджменту. В інших областях врожайність коливається у межах 23-32 ц/га. Загалом, регіональні показники переважно перевищують середній рівень по Україні (23,9 ц/га), що вказує на певні резерви для подальшої інтенсифікації вирощування цієї культури.

Представлені дані дають змогу здійснити порівняльний аналіз ефективності аграрного виробництва в областях Західної України та виявити просторові закономірності продуктивності сільськогосподарських угідь. Подальший аналіз зазначених тенденцій із залученням кліматичних показників і офіційної статистики Міністерства аграрної політики та продовольства України дає підґрунтя для формування рекомендацій щодо спеціалізації сільського господарства в регіоні та оптимізації агроландшафтів.

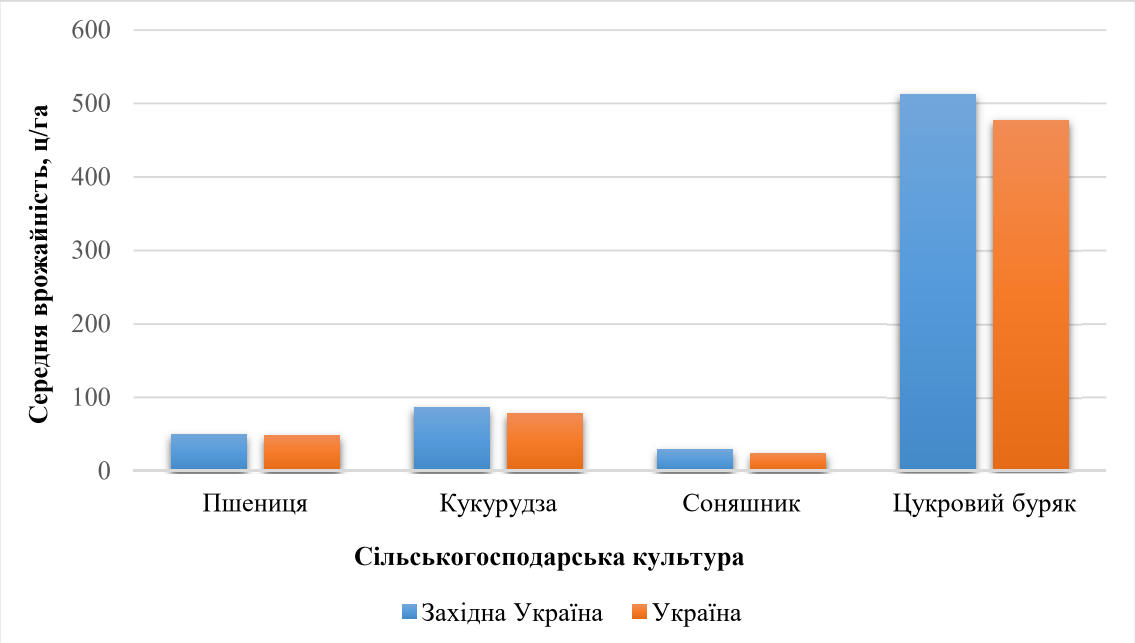

Рис. 14. Порівняння середньої врожайності основних сільськогосподарських культур у Західній Україні та Україні за 2023 рік (ц/га) складено авторами за даними [6, 10]

Рисунок 14 відображає порівняльну середню врожайність основних сільськогосподарських культур (пшениця, кукурудза, соняшник, цукровий буряк) у центнерах з гектара (ц/га) у Західній Україні та Україні в цілому за 2023 рік.

Аналіз представлених даних свідчить про те, що середня врожайність досліджуваних культур в аграрному секторі Західної України загалом перевищує середні показники по Україні. Це вказує на наявність сприятливих кліматичних та фізико-географічних умов, які комбінуються на території даного регіону та сприяють ефективнішому сільськогосподарському виробництву.

Зокрема, середня врожайність пшениці у Західній Україні становить 49,19 ц/га, що дещо вище за середній показник по Україні (47,9

ц/га).

Середня врожайність кукурудзи в Західній Україні також перевищує загальнонаціональний показник, складаючи 85,87 ц/га проти 78,1 ц/га по Україні.

Аналогічна тенденція спостерігається і для соняшнику, де середня врожайність у Західній Україні (28,4 ц/га) є вищою за середню врожайність по країні (23,9 ц/га).

Найбільше розходження між регіональним та національним показниками спостерігається у вирощуванні цукрового буряка. Середня врожайність цієї культури в Західній Україні (511,92 ц/га) значно перевищує середній показник по Україні (477 ц/га).

Таким чином, узагальнюючи дані щодо врожайності основних сільськогосподарських культур, можна констатувати важливу роль Західної України в аграрному секторі країни, що підтверджується вищими середніми показниками врожайності порівняно із загальнонаціональними. Однак, як зазначалося раніше, сприятливість існуючих умов може зазнати змін під впливом кліматичних факторів, що підкреслює необхідність адаптації сучасних агротехнологій до місцевих умов з урахуванням регіональних особливостей. Інвестиції в модернізацію сільськогосподарського виробництва та оптимізацію управління ресурсами мають ключове значення для подальшого розвитку та підвищення конкурентоздатності аграрного сектору Західної України на національному та міжнародному рівнях.

В умовах повномасштабного військового вторгнення росії аграрний сектор України зазнав значних втрат, однак Західна Україна, завдяки віддаленості від лінії фронту, продемонструвала більшу стійкість. Регіон став ключовим центром підтримки національної економіки та забезпечення продовольчої безпеки країни.

У 2023 році виробники зернових та олійних культур Західної України зафіксували незначне зростання виробництва (на 2%), на відміну від прифронтових територій, де спостерігалося скорочення посівних площ. Водночас, фермери регіону зіткнулися зі зростанням собівартості продукції (добрива, паливо, електроенергія зросли в середньому на 34%) та зниженням доходів через падіння цін на експортні культури. Проблеми зі збутом також були актуальними через звуження внутрішнього ринку та блокаду портів.

Важливим аспектом діяльності аграрного сектору Західної України стала його інтеграція в гуманітарні програми, забезпечуючи продовольчу допомогу постраждалим від війни територіям та внутрішньо переміщеним особам завдяки стабільному виробництву основних продуктів харчування. Зросла співпраця фермерських господарств з міжнародними організаціями, які надавали підтримку у вигляді добрив, насіння, палива та сприяли розширенню доступу до ринків збуту.

Західна Україна продемонструвала високу адаптивність до екстремальних умов, швидко відновлюючи виробничі потужності. Наразі регіон є не лише резервуаром продовольства, але й важливим стабілізуючим елементом для держави. Забезпечення новітніми агротехнологіями, розширення зовнішніх ринків збуту та збільшення фінансової підтримки з боку держави та міжнародних організацій відкривають значні перспективи для подальшого розвитку аграрного сектору Західної України та підвищення конкурентоздатності України на світовому ринку.

Зміни клімату, що проявляються у зростанні середньорічної температури, зменшенні літніх опадів та збільшенні екстремальних погодних явищ, створюють значні ризики для аграрного сектору Західної України. Першочерговими напрямками адаптації є оптимізація вибору культур, модернізація технологій вирощування та впровадження сучасних агротехнологій.

Одним з ефективних шляхів є зміна підходів до вибору культур і сортів, зокрема розширення посівів теплолюбних та посухостійких культур, що підтверджується досвідом ЄС [28]. Важливим є модернізація систем зрошення для мінімізації ризиків, пов'язаних з дефіцитом літніх опадів.

Удосконалення агротехнічних практик, таких як впровадження покривних культур, нульового обробітку ґрунту та мульчування, сприятиме збереженню родючості ґрунтів та зменшенню їхньої ерозії [28], підвищуючи стійкість до екстремальних погодних умов.

Ключову роль відіграють сучасні агротехнології. Точне землеробство, що базується на даних супутників, дронів і сенсорів [30], дозволяє здійснювати моніторинг стану полів у реальному часі та оптимізувати внесення ресурсів. Автоматизація та роботизація сільськогосподарських процесів підвищують точність операцій та зменшують витрати [10]. Впровадження систем аналізу великих даних (Big Data) сприяє прийняттю обґрунтованих стратегічних рішень щодо планування посівів та управління агротехнологічними процесами [6], що в перспективі веде до створення стійкіших агроекосистем.

Отже, інтеграція сучасних агротехно-

логій є необхідною умовою для забезпечення конкурентоздатності аграрного сектору Західної України, збереження врожайності в складних умовах та створення нових можливостей для розвитку сільського господарства як основи економічної стабільності регіону.

Для забезпечення стабільного функціонування та подальшого розвитку аграрного сектору Західної України необхідний системний підхід, що включає оптимізацію управління природними, технічними та фінансовими ресурсами.

Одним із ключових напрямів є підтримка селекції та впровадження нових сортів і гібридів культур, стійких до кліматичних стресів. Регіональним урядам варто стимулювати розвиток науково-дослідницьких установ шляхом фінансування, модернізації та впровадження інноваційних технологій, а також заохочувати публічно-приватне партнерство. Важлива всебічна підтримка селекційних центрів Західної України (Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН України, Західний науково-дослідний центр "Маїс", Подільська дослідна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, Львівський науково-дослідний центр "Селекція та генетика", Науково-дослідний інститут агроекології і біотехнології).

Пріоритетним також є розвиток сучасних систем зрошення та ефективне управління водними ресурсами. Органи місцевого самоврядування, регіональні уряди та аграрії мають ініціювати та підтримувати програми модернізації зрошувальних систем і впровадження технологій раціонального водокористування для мінімізації ризиків посух та забезпечення стабільної врожайності.

Необхідним є впровадження програм комплексного навчання фермерів сучасним технологіям точного землеробства, автоматизації процесів та комп'ютерного моніторингу полів. Аграрні підприємства регіону повинні проявляти зацікавленість в участі у таких заходах. Враховуючи значні капіталовкладення, необхідні для впровадження інноваційних агротехнологій, регіональним урядам варто розробити програми часткового покриття витрат для аграріїв.

Реалізація зазначених рекомендацій сприятиме модернізації та інноваційному розвитку аграрного сектору Західної України, підвищить його стійкість до кліматичних змін та забезпечить стабільність і конкурентоздатність впродовж довгострокової перспективи.

Висновки. Проведене дослідження виявило чіткі тенденції зміни кліматичних показників в аграрному секторі Західної України протягом періоду з 1901 по 2020 роки. Спостерігається стійке зростання середньорічних сезонних температур, особливо в літній період, що може мати негативний вплив на водний баланс регіону та збільшувати ризик посух. Аналіз динаміки середньорічної кількості опадів за сезонами показав зниження літніх та зимових опадів, що також може негативно позначатися на забезпеченні вологою сільськогосподарських культур у критичні фази їхнього розвитку.

Незважаючи на загальну тенденцію до потепління та зміни режиму опадів, аналіз врожайності основних сільськогосподарських культур у регіоні за 2023 рік виявив його значний аграрний потенціал. Тернопільська, Львівська та Рівненська області продемонстрували найвищі показники виробництва ключових культур. Порівняння середньої врожайності в Західній Україні з загальнонаціональними показниками засвідчило перевагу регіону за більшістю досліджуваних культур, що підкреслює сприятливість його агрокліматичних умов.

Проте, подальші зміни клімату становлять значний виклик для стабільного розвитку аграрного сектору. Для мінімізації негативних наслідків та забезпечення продовольчої безпеки регіону та країни в цілому необхідні комплексні адаптаційні заходи.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати даного дослідження мають значну практичну цінність та можуть бути використані для:

- розробки регіональних стратегій адаптації аграрного сектору до змін клімату. Виявлені тенденції зміни температурного режиму та опадів можуть слугувати основою для планування заходів зі зменшення негативного впливу на сільськогосподарське виробництво.
- обґрунтування необхідності впровадження сучасних агротехнологій. Дані про зміни клімату та їх потенційний вплив на врожайність підкреслюють важливість інвестицій у системи зрошення, вологозбереження, а також технології точного землеробства.
- спрямування селекційної роботи на створення сортів та гібридів, стійких до кліматичних стресів. Інформація про регіональні особливості кліматичних змін може бути використана для визначення пріоритетних напрямів селекції.
- інформування та навчання аграріїв щодо потенційних ризиків та необхідних адаптаційних заходів. Результати дослідження

можуть бути використані для розробки навчальних програм та інформаційних матеріалів для сільгоспвиробників.

- залучення інвестицій у розвиток аграрної інфраструктури та впровадження інноваційних технологій. Обґрунтування потенційних економічних втрат від зміни клімату може сприяти залученню фінансових ресурсів для підтримки сталого розвитку аграрного сектору.
- моніторингу та прогнозування впливу кліматичних змін на врожайність основних сільськогосподарських культур. Отримані дані можуть бути використані як основа для створення моделей прогнозування та оцінки майбутніх ризиків.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на більш детальний аналіз впливу екстремальних погодних явищ на аграрний сектор Західної України, розробку конкретних рекомендацій щодо адаптації для різних агрокліматичних зон регіону та оцінку економічної ефективності різних адаптаційних заходів.

Література:

1. Бараболя О. В., Поспелова Г. Д., Жемела Г. П. Вплив кліматичних чинників на сільське господарство. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти : зб. тез III Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, червень 2020 року). Київ, 2020. С. 115-117. URL: https://dspace.pdau.edu.ua/items/931e888a-77a1-445c-81e2-730ee1c2b1ed
2. Басанець О. Урожайність цукрових буряків: фактори, що впливають на потенціал культури. *SuperAgronom.com*. URL: https://superagronom.com/articles/238-urojaynist-tsukrovih-buryakiv-faktori-scho-vplivayut-na-potentsial-kulturi.
3. Белей Н., Слава С. Тенденції розвитку рослинництва в Закарпатті у контексті диференційованої державної підтримки. MODELING THE DEVELOPMENT OF THE ECONOMIC SYSTEMS. 2022. № 2. С. 46-54. URL: https://doi.org/10.31891/mdes/2022-4-6
4. Білоусова З. В., Кліпакова Ю. О., Кенєва В. А. Особливості підбору сортів пшениці озимої та ячменю ярого за умов змін клімату. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти : зб. тез II міжнар. наук.-практ. конф., 10-12 квіт. 2019 р. Київ ; Миколаїв ; Херсон : ДУ НМЦ «Агроосвіта», 2019. С. 152-154.
5. Верменич Я. В. Західна Україна. Енциклопедія Сучасної України / редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2010. URL: https://esu.com.ua/article-15884
6. Врожай 2023. Latifundist – головний сайт про агробізнес (2024). URL: https://latifundist.com/urozhaj-online-2023
7. Головний сайт для агрономів. Визначено, які області є лідерами у цукровій галузі. Superagronom.com. URL: https://superagronom.com/news/3362-viznacheno-yaki-oblasti-ye-liderami-u-tsukroviy-galuzi
8. Гузь М., Чухліб А., Симоненко О. Прогностична оцінка впливу кліматичних змін на виробництво соняшнику: аналіз рядів динаміки та моделювання трендів. Вісник Хмельницького національного університету. 2024. № 1. С. 438-445. https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-331-67
9. Жигайло О. Л. та ін. Вплив змін клімату на урожайність соняшнику в Північному Степу України: аналіз і прогноз. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. № 1. С. 180-186. https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.22
10. Жнива-2023: В Україні намолочено 79.2 млн тонн нового врожаю // Міністерство аграрної політики та продовольства України, Єдиний веб-портал органів виконавчої влади (2024). URL: https://www.kmu.gov.ua/news/zhnyva-2023-v-ukraini-namolocheno-792-mln-tonn-novoho-vrozhaiu
11. Збірник тез III Міжнародної науково-практичної конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти», червень 2020 року. Науково-методичний центр ВФПО. Київ, 2020. 215 с.
12. Кичко І. Раціональне водокористування та водоспоживання у процесі інтенсифікації сільськогосподарської діяльності: еколого-економічні аспекти. Проблеми і перспективи економіки та управління, (2 (30), 54-63. https://doi.org/10.25140/2411-5215-2022-2(30)-54-63
13. Кільчицький І.В. Уповільнення руху Північно-Атлантичної течії та її вплив на клімат України та Західної Європи вцілому. Курсова робота. Тернопільський національно педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Тернопіль, 2022. 36 с.
14. Ковальова О. Цукрова промисловість України: стан, тенденції та перспективи розвитку. Облік та фінанси. 23. URL: https://magazine.faaf.org.ua/cukrova-promislovist-ukraini-stan-tendencii-ta-perspektivi-rozvitku.html
15. Красновська Я., Несмачна М., Гусарова А. Аномальна небезпека в Україні: неминучі втрати врожаю в багатьох регіонах. URL :https://superagronom.com/articles/736-anomalna-nebespeka-v-ukrayini-neminuchi-vtrati-vrojayu-v-bagatoh-regionah-onovlyuyetsya
16. Ласло О. О., & Диченко О. Ю. Використання технологій точного землеробства та рослинництва під час визначення екологічно стабільних територій для органічного виробництва. Scientific Progress & Innovations. 2017, (4), 47-49. https://doi.org/10.31210/visnyk2017.04.08
17. Приходько М. Вплив кліматичних змін на аграрний сектор Західної України. *Наукові записки Тернопільського національно педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. 2014. №1. С. 35-43.
18. Родак Н. Кукурудза і пшениця: продати зараз чи ближче до літа? Юрій Гаврилюк про основні тенденції на ринку експорту зернових. *SuperAgronom.com*. 2024. URL : https://latifundist.com/blog/read/3061-kukurudza-i-pshenitsya-prodati-zaraz-chi-blizhche-do-lita-yurij-gavrilyuk-pro-osnovni-tendentsiyi-na-rinku-eksportu-zernovih
19. Таранова Н. Б. Аналіз змін температурного режиму середньої, мінімальної та максимальної температури за рік, сезон та місяць на території України / Н. Б. Таранова, М. А. Кусяк // Професор Ольга Заставецька - вчена, педагог, організатор географічної науки (до 70-ої річниці від дня народження вченої) : збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції (27 квітня 2023 року, м. Тернопіль). Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2023. С. 211-218. URL: http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/29169/1/Taranova_Kusiak.pdf
20. Шевченко О. В. Вплив кліматичних змін на сільськогосподарське землекористування в Україні. Збалансоване

природокористування. 2023. № 4. С. 108-114. https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2023.292725
21. Abbass K. et al. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. Environmental Science and Pollution Research. 2022. № 29(28). P. 42539-42559. https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6
22. Abdalla, M. et al., 2019: A critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity. Global Change Biology, 25(8), 2530–2543, doi:10.1111/gcb.14644
23. Arnfield A. J. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. International Journal of Climatology. 2003. Vol. 23(1). P. 1–26
24. China. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2011. Vol. 17. P. 42-48.
25. Climate Change Knowledge Portal (CCKP). URL: https://climateknowledgeportal.worldbank.org/
26. Du L., Zhou T., Li M. S., Gong D. Y. Urban heat island effects derived from dense Landsat thermal observations in Nanjing,
27. Hurtt, G.C., Chini, L.P., Frolking, S. et al. Harmonization of land-use scenarios for the period 1500–2100: 600 years of global gridded annual land-use transitions, wood harvest, and resulting secondary lands. Climatic Change 109, 117 (2011). https://doi.org/10.1007/s10584-011-0153-2
28. IPCC, 2021: Climate Change 2021 - the Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, In Press, Published: 9 August 2021. URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf
29. Landsberg, H.E. The Urban Climate. Academic Press, 28.08.1981. P. 275.
30. Meinshausen, M., Smith, S.J., Calvin, K., Daniel, J.S., Kainuma, M.L.T., et al. (2011) The RCP Greenhouse Gas Concentrations and Their Extensions from 1765 to 2300. Climatic Change, 109, 213-241. URL: http://dx.doi.org/10.1007/s10584-011-0156-z\
31. Moldavan L., et al. Sustainable development of agriculture of Ukraine in the context of climate change. Sustainability. 2023. № 15(13). P. 10517. https://doi.org/10.3390/su151310517
32. Mykhailenko V., Safranov T. Estimation of Input of Unintentionally Produced Persistent Organic Pollutants into the Air Basin of the Odessa Industrial-and-Urban Agglomeration. Journal of Ecological Engineering. 2021. Vol. 22, no. 9. P. 21-31. https://doi.org/10.12911/22998993/141479
33. Oke T.R. The energetic basis of the urban heat island. Quarterly. Journal of the Royal Meteorological Society. 108 (455). P. 1-24.
34. Rao P. K. Remote sensing of urban heat islands from an environmental satellite. Bulletin of the American Meteorological Society. 1972. Vol. 53. P. 647–648.
35. Ritter, M. E. Urban Climate [веб-сайт] : An Introduction to Physical Geography Ritter. URL: http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/climate_systems/urban_climate.html
36. Romashchenko M. I. et al. Impact of climate change on water resources and agricultural production. Land Reclamation and Water Management. 2020. № 1. P. 5-22. https://doi.org/10.31073/mivg202001-235
37. Taha H. Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration and anthropogenicheat. Energy and Buildings. 25(1997). P. 99-103
38. Yemelyanov M. O. et al. Impact of climate change on the area of major crops.. Kosmìčna nauka ì tehnologìâ. 2022. Vol. 28, no. 2. P. 30-38. https://doi.org/10.15407/knit2022.02.030

References:

1. Barabolia O. V., Pospelova H. D., Zhemela H. P. Vplyv klimatychnykh chynnykiv na silske hospodarstvo. Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahrarnoi nauky ta osvity : zb. tez III Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (m. Kyiv, cherven 2020 roku). Kyiv, 2020. S. 115-117. URL: https://dspace.pdau.edu.ua/items/931e888a-77a1-445c-81e2-730ee1c2b1ed
2. Basanets O. Urozhainist tsukrovykh buriakiv: faktory, shcho vplyvaiut na potentsial kultury. SuperAgronom.com. URL: https://superagronom.com/articles/238-urojaynist-tsukrovih-buryakiv-faktori-scho-vplivayut-na-potentsial-kulturi.
3. Belei N., Slava S. Tendentsii rozvytku roslynnytstva v Zakarpatti u konteksti dyferentsiiovanoi derzhavnoi pidtrymky. MODELING THE DEVELOPMENT OF THE ECONOMIC SYSTEMS. 2022. № 2. S. 46-54. URL: https://doi.org/10.31891/mdes/2022-4-6
4. Bilousova Z. V., Klipakova Yu. O., Kenieva V. A. Osoblyvosti pidboru sortiv pshenytsi ozymoi ta yachmeniu yaroho za umov zmin klimatu. Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahrarnoi nauky ta osvity : zb. tez II mizhnar. nauk.-prakt. konf., 10-12 kvit. 2019 r. Kyiv ; Mykolaiv ; Kherson : DU NMTs «Ahroosvita», 2019. S. 152-154.
5. Vermenych Ya. V. Zakhidna Ukraina. Entsyklopediia Suchasnoi Ukrainy / redkol.: I. M. Dziuba, A. I. Zhukovskyi, M. H. Zhelezniak [ta in.] ; NAN Ukrainy, NTSh. Kyiv : Instytut entsyklopedychnykh doslidzhen NAN Ukrainy, 2010. URL: https://esu.com.ua/article-15884
6. Vrozhai 2023. Latifundist – holovnyi sait pro ahrobiznes (2024). URL: https://latifundist.com/urozhaj-online-2023
7. Holovnyi sait dlia ahronomiv. Vyznacheno, yaki oblasti ye lideramy u tsukrovii haluzi. Superagronom.com. URL: https://superagronom.com/news/3362-viznacheno-yaki-oblasti-ye-liderami-u-tsukroviy-galuzi
8. Huz M., Chukhlib A., Symonenko O. Prohnostychna otsinka vplyvu klimatychnykh zmin na vyrobnytstvo soniashnyku: analiz riadiv dynamiky ta modeliuvannia trendiv. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. 2024. № 1. S. 438-445. https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-331-67
9. Zhyhailo O. L. ta in. Vplyv zmin klimatu na urozhainist soniashnyku v Pivnichnomu Stepu Ukrainy: analiz i prohnoz. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. 2021. № 1. S. 180-186. https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.22
10. Zhnyva-2023: V Ukraini namolocheno 79.2 mln tonn novoho vrozhaiu // Ministerstvo ahrarnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy, Yedynyi veb-portal orhaniv vykonavchoi vlady (2024). URL: https://www.kmu.gov.ua/news/zhnyva-2023-v-ukraini-namolocheno-792-mln-tonn-novoho-vrozhaiu
11. Zbirnyk tez III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahrarnoi nauky ta osvity», cherven 2020 roku. Naukovo-metodychnyi tsentr VFPO. Kyiv, 2020. 215 s.
12. Kychko I. Ratsionalne vodokorystuvannia ta vodospozhyvannia u protsesi intensyfikatsii silskohospodarskoi diialnosti: ekoloho-

ekonomichni aspekty. Problemy i perspektyvy ekonomiky ta upravlinnia, (2 (30), 54-63. https://doi.org/10.25140/2411-5215-2022-2(30)-54-63
13. Kilchytskyi I.V. Upovilnennia rukhu Pivnichno-Atlantychnoi techii ta yii vplyv na klimat Ukrainy ta Zakhidnoi Yevropy vtsilomu. Kursova robota. Ternopilskyi natsionalno pedahohichnyi universytet imeni Volodymyra Hnatiuka, Ternopil, 2022. 36 s.
14. Kovalova O. Tsukrova promyslovist Ukrainy: stan, tendentsii ta perspektyvy rozvytku. Oblik ta finansy. 23. URL: https://magazine.faaf.org.ua/cukrova-promislovist-ukraini-stan-tendencii-ta-perspektivi-rozvitku.html
15. Krasnovska Ya., Nesmachna M., Husarova A. Anomalna nebezpeka v Ukraini: nemynuchi vtraty vrozhaiu v bahatokh rehionakh. URL :https://superagronom.com/articles/736-anomalna-nebespeka-v-ukrayini-neminuchi-vtrati-vrojayu-v-bagatoh-regionah-onovlyuyetsya
16. Laslo O. O., & Dychenko O. Yu. Vykorystannia tekhnolohii tochnoho zemlerobstva ta roslynnytstva pid chas vyznachennia ekolohichno stabilnykh terytorii dlia orhanichnoho vyrobnytstva. Scientific Progress & Innovations. 2017, (4), 47-49. https://doi.org/10.31210/visnyk2017.04.08
17. Prykhodko M. Vplyv klimatychnykh zmin na ahrarnyi sektor Zakhidnoi Ukrainy. Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalno pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. 2014. №1. S. 35-43.
18. Rodak N. Kukurudza i pshenytsia: prodaty zaraz chy blyzhche do lita? Yurii Havryliuk pro osnovni tendentsii na rynku eksportu zernovykh. SuperAgronom.com. 2024. URL : https://latifundist.com/blog/read/3061-kukurudza-i-pshenitsya-prodati-zaraz-chi-blizhche-do-lita-yurij-gavrilyuk-pro-osnovni-tendentsiyi-na-rinku-eksportu-zernovih
19. Taranova N. B. Analiz zmin temperaturnoho rezhymu serednoi, minimalnoi ta maksymalnoi temperatury za rik, sezon ta misiats na terytorii Ukrainy / N. B. Taranova, M. A. Kusiak // Profesor Olha Zastavetska - vchena, pedahoh, orhanizator heohrafichnoi nauky (do 70-oi richnytsi vid dnia narodzhennia vchenoi) : zbirnyk materialiv Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (27 kvitnia 2023 roku, m. Ternopil). Ternopil: TNPU im. V. Hnatiuka, 2023. S. 211-218. URL: http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/29169/1/Taranova_Kusiak.pdf
20. Shevchenko O. V. Vplyv klimatychnykh zmin na silskohospodarske zemlekorystuvannia v Ukraini. Zbalansovane pryrodokorystuvannia. 2023. № 4. S. 108-114. https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2023.292725
21. Abbass K. et al. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. Environmental Science and Pollution Research. 2022. № 29(28). R. 42539-42559. https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6
22. Abdalla, M. et al., 2019: A critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity. Global Change Biology, 25(8), 2530–2543, doi:10.1111/gcb.14644
23. Arnfield A. J. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. International Journal of Climatology. 2003. Vol. 23(1). P. 1–26
24. China. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2011. Vol. 17. P. 42-48.
25. Climate Change Knowledge Portal (CCKP). URL: https://climateknowledgeportal.worldbank.org/
26. Du L., Zhou T., Li M. S., Gong D. Y. Urban heat island effects derived from dense Landsat thermal observations in Nanjing,
27. Hurtt, G.C., Chini, L.P., Frolking, S. et al. Harmonization of land-use scenarios for the period 1500–2100: 600 years of global gridded annual land-use transitions, wood harvest, and resulting secondary lands. Climatic Change 109, 117 (2011). https://doi.org/10.1007/s10584-011-0153-2
28. IPCC, 2021: Climate Change 2021 - the Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, In Press, Published: 9 August 2021. URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf
29. Landsberg, H.E. The Urban Climate. Academic Press, 28.08.1981. P. 275.
30. Meinshausen, M., Smith, S.J., Calvin, K., Daniel, J.S., Kainuma, M.L.T., et al. (2011) The RCP Greenhouse Gas Concentrations and Their Extensions from 1765 to 2300. Climatic Change, 109, 213-241. URL: http://dx.doi.org/10.1007/s10584-011-0156-z\
31. Moldavan L., et al. Sustainable development of agriculture of Ukraine in the context of climate change. Sustainability. 2023. № 15(13). R. 10517. https://doi.org/10.3390/su151310517
32. Mykhailenko V., Safranov T. Estimation of Input of Unintentionally Produced Persistent Organic Pollutants into the Air Basin of the Odessa Industrial-and-Urban Agglomeration. Journal of Ecological Engineering. 2021. Vol. 22, no. 9. P. 21-31. https://doi.org/10.12911/22998993/141479
33. Oke T.R. The energetic basis of the urban heat island. Quarterly. Journal of the Royal Meteorological Society. 108 (455). P. 1-24.
34. Rao P. K. Remote sensing of urban heat islands from an environmental satellite. Bulletin of the American Meteorological Society. 1972. Vol. 53. P. 647–648.
35. Ritter, M. E. Urban Climate [veb-sait] : An Introduction to Physical Geography Ritter. URL: http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/climate_systems/urban_climate.html
36. Romashchenko M. I. et al. Impact of climate change on water resources and agricultural production. Land Reclamation and Water Management. 2020. № 1. R. 5-22. https://doi.org/10.31073/mivg202001-235
37. Taha H. Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration and anthropogenicheat. Energy and Buildings. 25(1997). R. 99-103
38. Yemelyanov M. O. et al. Impact of climate change on the area of major crops.. Kosmična nauka ì tehnologìâ. 2022. Vol. 28, no. 2. P. 30-38. https://doi.org/10.15407/knit2022.02.030

Надійшла до редакції 27.03.2025 р.