

ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ПЛОДОВІ РОСЛИНИ У КОНТЕКСТІ ГЛОБАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

М.О. БУБЛИК, І.В. ГРИНИК, доктори с.-г. наук, професори, академіки НААН України

Л.О. БАРАБАШ, кандидат економ. наук

Г.А. ЧОРНА, Л.А. ФРИЗЮК, наук. співробітники

Інститут садівництва (ІС)НААН України, 03027,Київ-27, вул. Садова, 23,

e-mail: sad-institut@ukr.net

Досліджено вплив зміни клімату на плодові рослини, включаючи фенологію, врожайність, фізіологічні аспекти, популяції комах-шкідників, розповсюдження хвороб, економічні наслідки, споживацькі звички та показано напрями подальших досліджень. Методика роботи включала в себе пошук та узагальнення публікацій у популярних наукових базах та журналах. Дослідження показали, що зміна клімату впливає на рослини, особливо через підвищену температуру та інші стресові фактори. Показано адаптацію рослин до абіотичного стресу. Для адаптації до зміни клімату важливі стратегії диверсифікації культур і ефективні методи землекористування. Україна стикається з серйозними кліматичними ризиками, тому важливо звернути увагу на інноваційні підходи до споживання ресурсів для зменшення викидів газів і підвищення екологічної стійкості рослин.

Ключові слова: погодні фактори, плодові культури, шкідники і хвороби, фенологія, стресові явища, адаптація, генетичне різноманіття, сільське господарство, економічні наслідки, споживацькі звички.

Зміни клімату, які спостерігаються протягом останніх десятиліть, стали однією з найбільш актуальних проблем у світі [1]. Такі зміни мають конкретний вплив на аграрний сектор, зокрема на галузь садівництва. Дослідження, проведені в різних країнах світу, підтверджують, що зміни клімату впливають на стан плодових рослин та їх врожайність. Вони відіграють важливу роль у адаптації рослин до нових кліматичних умов, ефективності різних агротехнік та культурних практик, таких як зрошення, добрива, а також впливають на поширення хвороб і шкідників. Це також має суттєвий вплив на доходи суб'єктів господарювання [2, 3, 4].

Нами встановлено, що в Україні відбуваються істотні зміни клімату у напрямі потепління, які включають підвищення середньорічної температури, зменшення мінусових температур узимку, збільшення тривалості безморозного періоду та зростання суми активних температур. Очікується розширення до півночі зони Степу, що приведе до того, що степова зона охоплюватиме близько 40 % території України [5].

Метою цієї роботи є аналіз світових досягнень у вивченні впливу змін клімату на плодові рослини та окреслення напрямів подальших досліджень. Методика роботи передбачала пошук та узагальнення літературних джерел у базах Web of Science, Scopus, Google Scholar, Springer Link, AGRICOLA та журналах Вісник НАН України, Агроекологічний журнал, Захист і карантин рослин, Інтродукція рослин, Економіка АПК, Ecology, Environmental Science and Technology, Global Change Biology, Climate Research та ін.

Під час проведення роботи стало очевидним, що дослідження впливу змін клімату на плодові рослини часто є фрагментарними, тому наші інтереси охоплюють як прямий, так і опосередкований вплив погодних умов на ці рослини. Додатково ми включили в коло наших досліджень питання, що стосуються впливу кліматичних змін на сільськогосподарські культури, економіку та споживацькі звички, щоб накопичити

аргументи для визначення подальших напрямів досліджень у галузі плодкових культур. З метою акцентування уваги на впливі елементів зміни клімату на окремі ознаки рослин, екосистему в цілому та економічні наслідки, ми умовно (враховуючи взаємозв'язок) розподілили зібрані матеріали досліджень за тематиками.

1. Вплив кліматичних змін на сільське господарство України: виклики та можливості. У найближчому десятиріччі кліматичні зміни матимуть як позитивні, так і негативні наслідки для сільськогосподарського сектору України, залежно від агрокліматичних зон. Подовження вегетаційного періоду може сприяти господарствам у зоні Полісся, але в південних регіонах може викликати частіші посухи [6].

Зміна клімату може впливати на продуктивність сільськогосподарської продукції та поживні властивості харчових продуктів, що може загрожувати продовольчій безпеці [7]. У той же час дослідженнями встановлено, що продуктивність дерев може зрости на 23-28 % принаймні до 2050 року [8].

Зміна клімату є постійним явищем, яке впливає на різні аспекти росту та врожайності рослин, і важливо враховувати ці фактори при розробці стратегій вирощування та адаптації сільськогосподарських культур до нових кліматичних умов. Вона включає в себе різні фактори, такі як зміна концентрації парникових газів, температурні зміни, зміни в режимі опадів та екстремальні погодні явища. Ці фактори впливають на фізіологічні та екологічні характеристики культур та екосистем [9].

Такі зміни клімату можуть ініціювати поширення теплолюбних кісточкових порід Степу до Лісостепу і Полісся, а до Степу (при подальшому потеплінні) – субтропічних рослин. Однак, швидше за все, пошкодження морозом у теплішому кліматі збережуться або навіть посиляться [10]. Хоча глобальне потепління спричиняє в середньому більш м'які зимові температури, воно збільшує дисперсію температури та ймовірність екстремальних погодних явищ [11], що відмічене нами в усіх природно-кліматичних зонах України. Крім того, рослини менше зміцнюються за високих температур, що робить їх менш стійкими до морозів взимку, навіть якщо вони м'якші [12]. Відомо, що підвищення середньої річної температури на 1°C призводить до збільшення тривалості вегетаційного періоду на 10 днів і зростання його теплозабезпечення [13]. У сукупності ці фактори значною мірою можуть вплинути на поширення та продуктивність рослин. В даний час є добре підтвержені докази того, що зміни в навколишньому середовищі нашої планети, спричинені людиною, прискорюються такими темпами, що загрожують здоров'ю людини через змінене функціонування глобальних систем [14, 15]. Бедернічек та ін. вказують, що клімат впливає на ґрунтоутворення, гідротермічний режим ґрунту та ґрунтове біорізноманіття, що, в свою чергу, опосередковано визначає розвиток рослин [16].

Отже, в найближчому десятиріччі кліматичні зміни матимуть різнобічний вплив на сільське господарство України. Подовження вегетаційного періоду може привести до позитивних зрушень в господарствах у зоні Полісся, однак, в південних регіонах, це може спричинити частіші посухи. Зміни клімату також впливатимуть на продуктивність та поживний вміст сільськогосподарських продуктів, що може загрожувати продовольчій безпеці. Зростання продуктивності дерев та можливе поширення різних видів рослин можуть бути сприятливими чинниками, але збільшена дисперсія температури та екстремальні погодні явища також можуть створити виклики для сільськогосподарської діяльності. Загалом, важливо розробляти стратегії вирощування та адаптації сільськогосподарських культур до нових кліматичних умов, враховуючи різноманітні фактори, такі як зміна температури, опадів та концентрації парникових газів.

2. Вплив зміни клімату на фенологію та врожайність плодкових культур: аналіз та перспективи. Camrou et al. [17] та Hirro et al. [18] показали ключову роль періоду спокою у вирощуванні плодкових культур та вплив на нього кліматичних параметрів. Спокій – це механізм, реалізований більшістю деревних багаторічних рослин помірного клімату, щоб уникнути негативного впливу зимового сезону. Вплив зміни клімату на стан спокою багаторічних культур є основною проблемою та об'єктом численних досліджень та оглядів протягом останніх років.

Встановлено, що холодний клімат викликає у яблуні глибший стан спокою та повільніше відновлення розвитку бруньок після зими, тоді як м'яка зима зумовила поверхневий стан спокою та швидке відновлення розвитку [19].

Дослідження De Ollas et al. [20] вказують на те, що ступінь пошкоджень багаторічних культур, викликаних підвищенням температури, залежить від фенологічної фази. Автори повідомили, що взимку висока температура впливає на ранні фенологічні фази, такі як вимушений спокій та пробудження квіткових бруньок. Навесні вона може вплинути на стійкість вже розвинених квіток, а під час розвитку плодів – на їх якість і врожайність. Більшого впливу на цикл цвітіння та розвитку плодів можна очікувати у випадку субтропічних і тропічних фруктових дерев [21]. Дослідник відзначає, що підвищення температури може призвести до розладу фенологічних фаз розвитку рослин, включаючи цвітіння, розвиток плодів та врожайність.

Підвищення температури на +0,6 °C, зареєстроване на станції Клайн-Альтендорф (Німеччина) з 1988 по 2013 рік, викликало зміну фенології зерняткових рослин (яблуні та груші) порівняно з попередніми тридцятьма роками. Автори спостерігали випередження на 10 днів для повного цвітіння, 11 днів – для збору врожаю та 4 дні – для листопаду [22].

Romero et al. [23] та Antolín et al. [24] встановили, що потепління внаслідок кліматичних змін спричиняє зниження врожайності та якості плодів багаторічних культур. Кількість жарких днів, клімат вегетаційного періоду та зміни температур впливають на розвиток плодів, їхні смакові якості [25-27].

У сорту яблуні Гала помірний водний стрес, який отримала рослина після формування плодів, покращує вміст загальних розчинних сухих речовин і розчинного цукру (фруктози, глюкози та сорбіту) і знижує титровану кислотність [28]. Dietrich et al. [29] виявили збільшення вмісту сорбіту в грушевому та яблучному соку рослин, що піддавалися стресу від посухи, у порівнянні з умовами достатнього зрошення.

Ранній початок вегетації і цвітіння у деревних рослин може вплинути на розвиток плодів та врожайність [30]. За даними Sugiura et al. [31], раннє цвітіння та високі температури на стадії дозрівання можуть вплинути на смакові та текстурні властивості яблук і можуть призвести до зниження концентрації кислоти, твердості плодів та розвитку водянистої серцевини.

Заморозки на стадіях набрякання бруньок і цвітіння абрикоси спричиняють пошкодження генеративних органів із явним наслідком втрати плодоношення [32].

Sariss [33] та Usenik et al. [34] повідомили, що у черешні підвищення температури повітря на 1 градус прискорило цвітіння та збір урожаю на 4 та 8 днів відповідно, таким чином впливаючи на врожайність та якість плодів. Крім того, цвітіння після теплих зимових місяців може збільшити ризик пошкодження весняними заморозками.

Noorazar et al. [35] та Nagai [36] встановили, що за межами Середземномор'я зміна клімату призвела до модифікації фенології вишневих дерев. Так, підвищення зимових температур затримало вихід із стану спокою та першу дату цвітіння вишні сорту Yoshino.

Тривалі низькі температури в теплу пору року можуть спричинити у яблуні пізню та тривалу стадію цвітіння з негативними наслідками для якості плодів [37].

За даними Falagan et al. [38] та Serra [39], сезонна мінливість клімату, денна та нічна температура та довжина хвилі сонячного випромінювання вплинули на розвиток і якість плодів персика.

Значне охолодження під час спокою з наступним потеплінням необхідне для цвітіння вишневих дерев [40]. Недостатнє ж охолодження призвело до слабкого цвітіння та низької врожайності черешні в теплих регіонах [41, 42].

Шляхом лабораторного заморожування квіткових органів абрикосових дерев визначали їх стійкість до пошкодження морозом під час пізніх весняних заморозків. Реакція на пошкодження морозом залежала від сорту, і серед органів квітки найбільш стійкими до низьких температур були квітколоже, квітконіжка, пелюстка, тичинка та органи маточки [43].

Отже, зміна клімату суттєво впливає на фенологічні процеси, врожайність та якість плодів багаторічних культур. Підвищення температури, водний та температурний стреси можуть викликати розлад у розвитку рослин, вносячи важливі зміни у хімічний склад плодів та врожайність. Подальше дослідження цих процесів та їх молекулярних механізмів є важливим для розуміння адаптації рослин до нових умов та розробки стратегій управління кліматичними викликами для забезпечення стійкості вирощування плодівих культур. Дослідження має також включати оцінку ризику весняних заморозків та розробку заходів для захисту рослин від цього небезпечного явища. Слід розробити методику використання модельних підходів для прогнозування впливу конкретних кліматичних змін на фенологічні фази та врожайність рослин.

3. Фізіологічні відповіді рослин на стресові явища. Aydinşakir et al. [44] та Voem et al. [45] відзначають, що стресори навколишнього середовища можуть впливати на ріст рослин на різних стадіях і опосередковувати їх вплив на врожайність та інші компоненти врожайності.

Зміна концентрації CO₂ в атмосфері та підвищення температури можуть впливати на фотосинтез та розподіл вуглецю в рослинах [46-48]. Зміни часу цвітіння можуть лежати в основі змінених репродуктивних переходів у рослин у зв'язку з підвищеною температурою та CO₂ [49].

Moretti et al. [50] показали, що підвищені температури впливають на смак через зміни вмісту цукру (яблука та виноград) і вмісту кислоти (виноград), а також твердості фруктів (авокадо) і вмісту олії (авокадо). Крім того, підвищена температура може збільшити вміст антиоксидантів у деяких фруктах і овочах, наприклад, збільшити вміст флавоноїдів у суниці, а також зумовити знижений вміст вітамінів в інших [51].

Дослідження Qaderi et al. [52] показали, що камбіальна діяльність рослин, яка особливо чутлива до посухи та температури, зазнає негативного впливу від водного стресу. Цей стрес знижує тургор камбіальних клітин і призводить до зупинки поділу клітин судинного камбію та зменшення росту рослин.

Низкою досліджень встановлено [53, 54], що фенотипова пластичність є важливою стратегією рослин у відповідь на абіотичний стрес. Рослини можуть розвивати морфологічні та фізіологічні адаптації, такі як стійкість ксилеми до кавітації, підвищений доступ до води, регулювання газообміну для забезпечення фотосинтезу та зменшення втрати води листям.

Дослідження Isah et al. [55] підкреслюють, що рослини можуть переключити вуглець з виробництва біомаси на біосинтез захисних рослинних вторинних сполук в умовах стресу. Біосинтез цих метаболітів залежить від різних факторів, таких як генетичний фон, середовище, стадія розвитку та фізіологічний стан рослин.

Згідно з Borghi et al. [56], абіотичний стрес може впливати на біосинтез пігментів та фертильність рослин, що може впливати на утворення плодів та привабливість летких органічних сполук для запилювачів.

Дослідження Sharon et al. [49] вказують на можливість використання біостимуляторів для підвищення стійкості рослин до стресу та підтримки їхньої продуктивності в несприятливих умовах.

Генетичний контроль, фенотипова пластичність та біосинтез захисних сполук є важливими стратегіями рослин у відповідь на абіотичний стрес, такий як посуха та температурні зміни. Villate et al. відзначають [57], що розуміння зв'язків між абіотичним стресом і метаболічними змінами рослин є надзвичайно важливим і може відігравати ключову роль у селекційних проєктах, які спрямовані на підвищення продуктивності рослин під впливом екологічного стресу.

За даними Falagán et al. [38], висока концентрація CO₂ (360 ppm) під час росту плодів підвищує концентрацію сахарози та лактонів, а також знижує вміст яблучної кислоти.

Через глобальну зміну клімату в деяких регіонах відмічена погана пігментація плодів яблуні. Сонячне світло та температура є найважливішими факторами навколишнього середовища, що впливають на накопичення вторинних метаболітів, таких як антоціани [58, 59].

Rahmati et al. [60] спостерігали збільшення пірвіноградної кислоти, попередника летких сполук, лінолевої та ліноленової кислоти з подальшим покращенням якості смаку плодів персика.

Встановлено, що водний стрес дерев персика зменшує суху масу пагонів і призводить до зменшення розміру плодів. Зменшення розміру плоду було пов'язане зі збільшенням концентрації глюкози та фруктози, тоді як вміст сахарози зменшувався з інтенсивністю дефіциту води.

Як показали Lopez et al. [61], водний стрес є критичним на останніх стадіях розвитку плодів: зменшує розширення клітин і розмір плодів, а також збільшує концентрацію твердих розчинних речовин і у деяких випадках може покращити якість плодів.

Високі температури призводять до пізнього опадання листя та впливають на поглинання та зберігання поживних речовин у молодих дерев з подальшим пізнім початком сокоруху та розпусканням квіткових бруньок наступної весни [62, 63].

Значні опади в квітні через зміни клімату можуть призвести до опадання квіток абрикоси, підвищеного поширення грибних захворювань та зміни складу цукрів у плодах, а наслідками зміни температури можуть бути втрати врожаю [64].

Згідно з Szumajda et al. [65], квіткові бруньки абрикоса, які взимку піддаються постійним низьким температурам, більш стійкі до сильних перепадів температур, ніж персика. Навпаки, квіткові бруньки абрикоса під час зими з відносно високими температурами були більше пошкоджені вимерзанням порівняно з персиком, що призвело до зниження врожаю плодів.

Підвищення інтенсивності стресу від посухи у сортів груші пов'язано зі зниженням фізіологічних реакцій, таких як відносний вміст води в листі, чиста продуктивність фотосинтезу, провідність продихів, швидкість транспірації та міжклітинна концентрація вуглекислого газу. Крім того, залежно від інтенсивності стресу від посухи та сорту спостерігається вплив на деякі морфологічні адаптивні реакції рослин груші, такі як збільшення співвідношення сухої маси кореня/пагона, питомої маси листя та щільності продихів на одиницю площі [66, 67].

Sharon et al. [49] підкреслює, що необхідне подальше дослідження молекулярних механізмів реакції рослин на фактори зміни клімату, зокрема взаємодію багатьох факторів.

Отже, аналіз досліджень свідчить про складність взаємодії рослин з навколишнім середовищем та їхню адаптацію до абіотичного стресу. Зокрема, вплив стресорів може виявлятися на різних стадіях росту рослин та впливати на важливі фізіологічні процеси, такі як фотосинтез і розподіл вуглецю. Зміни у часі цвітіння також можуть мати велике значення для репродуктивних процесів рослин. Рослини виявляють фенотипову пластичність, розвиваючи адаптації, що допомагають їм вижити під впливом абіотичного стресу.

Розуміння зв'язків між абіотичним стресом і метаболічними змінами у рослин є ключовим для створення та впровадження порід і сортів рослин, які більш стійкі до екологічного стресу і забезпечують вищий врожай.

4. Адаптація, біотична інтенсифікація та збереження генетичного різноманіття. Зміна клімату представляє суттєвий виклик для глобальної рослинності. Проєкт «Адаптація сільського господарства до зміни клімату» визначає важливі завдання зі збору та захисту генетичного різноманіття рослин, зокрема для найважливіших продовольчих культур.

Розробка концепції біотичної інтенсифікації плодівництва важлива для забезпечення продовольства в умовах зміни клімату. Адаптація рослин, включаючи вирощування нових сортів та їх переміщення на нові території, є необхідною для забезпечення продуктивності сільського господарства [68].

Зміна клімату змінює глобальну рослинність і може вплинути на біорізноманіття, включаючи загибель рослин і формування наступних поколінь рослин [69].

Кліматичні зміни збільшують ризики для сільськогосподарського виробництва. Наприклад, зміни клімату можуть призвести до несприятливих умов для певних сортів та культур. Адаптація включає в себе садіння нових сортів і можливе переміщення їх на нові території [70]. Однією з культур, яку можна адаптувати до нових умов, є айва [71]. Сорти селекції НБС дозволяють розширити ареал розповсюдження айви на 500 км на північ від традиційних південних регіонів. Перспективною є культура зізіфусу для Південного Степу України. Зразки цієї культури, які вирощуються садівниками-аматорами, вже адаптовані до агрокліматичних умов і регулярно плодоносять [72].

Для того, щоб знати, які сорти або види культур вирощувати, потрібна значна інформація про адаптивність цих культур до майбутнього клімату. Однак існує значна прогалина в знаннях щодо вимог до тепла та охолодження різноманітних видів і сортів багаторічних культур, здатність моделювати ці вимоги та фази спокою, які є актуальними для акумуляції тепла та годин охолодження [73].

Крім адаптації, важливо зберегти генетичне різноманіття видів рослин. Для цього можуть бути використані колекції зародкової плазми як матеріал для селекціонерів, особливо враховуючи майбутні сценарії зміни клімату [74]. Paudel et al. [75, 76] спостерігали вищу посухостійкість дикої груші (*P. syriaca*) порівняно з її культивованими родичами (*P. communis* і *P. pyrifolia*), що пов'язано з внутрішньою ефективністю використання води листям і пізнім закриттям продихів, що дозволило підтримувати приріст вуглецю при зниженні водоспоживання. Таким чином, екотипи дикої груші, вирощені в напівпосушливих місцях, можуть бути використані як генетичні ресурси в селекційних програмах, спрямованих на підвищення адаптивності до теплого клімату.

Отже, збереження генетичного різноманіття видів рослин, які мають вищу стійкість до зміни клімату, може бути важливим для майбутньої селекції. Для подальших досліджень є важливим вивчення можливостей адаптації різних плодівних культур до нових регіонів та територій, що може сприяти забезпеченню населення садовою продукцією в умовах зміни клімату. Розробка та підтримка екологічних програм та проєктів, таких як «Адаптація сільського господарства до зміни клімату», є важливими для вирішення проблем, пов'язаних із зміною клімату та впливом на рослинний світ.

5. Зміни у популяціях комах-шкідників, розповсюдженні хвороб і відповіді агроєкосистем. Зміни клімату суттєво впливають на сільськогосподарські культури, шкідників та розповсюдження хвороб. Підвищення температури приводить до змін в географічному розподілі комах-шкідників, динаміці їхніх популяцій та виживанні. Зокрема, спостерігається ранній початок весни та інші зміни в природних процесах, які можуть впливати на сільськогосподарські культури, шкідників та хвороби (розширення земельних

ніш для багатьох комах-шкідників). Підвищення температури повітря спричиняє збільшення чисельності популяції шкідників, спалахи та збільшення числа поколінь комах на рік [77].

Комахи більше реагують на зміни клімату, ніж рослини та хребетні через їхню пойкилотермну природу, а також через їх короткий час генерації та високі показники розмноження. Ця реакція включає зміни у фенологічних моделях, виборі середовища існування, розширенні та/або скороченні популяцій та географічному розподілі. Відповіді видів очікуються унікальні, залежно від їх характеристик, темпів росту та вимог до діапаузи, які можуть впливати на поширення видів і збільшення популяцій [78].

Sperlich et al. [79] показали, що підвищена температура може серйозно вплинути на виживання комах, розвиток, географічний ареал і розмір популяції. Температура також може впливати на фізіологію комах і розвиток прямо чи опосередковано через фізіологію або наявність господарів. Кожен вид має певний поріг температури, вище якого відбувається розвиток і нижче якого розвиток припиняється. Видове різноманіття на одиницю площі у комах має тенденцію до зменшення з підвищенням широти та висоти.

Стратегія створення сучасного промислового саду та стійкого функціонування агроекосистеми впродовж багатьох років потребує комплексного вирішення основних питань культури плодкових, заходів, направлених на забезпечення реалізації потенційної продуктивності плодкових дерев; інтегрованих заходів захисту рослин від шкідників і хвороб. При цьому необхідно враховувати стабільність середовища, здатність дерев до регенерації органів, наявність багатьох екологічних ніш, що дає змогу існувати значній кількості різних видів членистоногих і формувати довгострокове біологічне угруповання [80, 81].

За даними Чернія [81], у зв'язку зі змінами клімату у бік потепління спостерігаються значні зміни в особливостях розвитку шкідників плодкових культур, зокрема яблуневої і східної плодожерки, каліфорнійської щитівки, попелиць, плодкових кліщів. Так, у яблуневої плодожерки спостерігається більш ранній виліт метеликів генерації, що перезимувала, подовжилась тривалість льоту літніх генерацій, стабілізувався розвиток двох, а іноді і трьох генерацій. Відродження гусені третьої генерації відбувається на плодах яблуні сортів пізніх строків дозрівання. На півдні України помітно зросла шкідливість східної плодожерки, яка розвивається в трьох-чотирьох генераціях. Гусінь пошкоджує молоді пагони, а також плоди персика та яблуні у стадії повної стиглості, чим завдає більшої шкоди, ніж яблунева плодожерка. В Криму каліфорнійська щитівка розвивається у трьох генераціях. Личинки третьої генерації відроджуються в період збору урожаю, коли неможливо проводити захисні заходи. Попелиці розвиваються в 6–10-ти генераціях, які перекриваються протягом вегетаційного періоду. В період цвітіння плодкових культур почастишали масові міграції в сади з прилеглих територій жуків оленки волохатої, які знищують суцвіття. За останні роки відбулися зміни видового складу кліщів: на півдні України відмічені бурий, глодовий кліщі і плодова плоскотілка, які були відсутні майже 20 років. Чотириногі кліщі, які не представляли загрози для плодкових, різко збільшують шкідливість і набувають стійкості під дією інсектоакарицидів. В садах Криму домінують глодовий, червоний плодковий та туркестанський кліщі, в останні роки з'явився звичайний павутинний кліщ.

Стосовно впливу зміни клімату на шкідників персика, то імітаційні моделі, розроблені в Індії та Єгипті, передбачили, що зміна температури повітря призводить до збільшення поколінь персикової плодової мушки *Bactrocera zonata* [32].

Зміна клімату на комах-шкідників може мати як прямий, так і непрямий вплив. Це може вплинути на зростання популяцій листогризухих комах через зміну споживання та перетравності [82].

Слід також зазначити, що розширились ареал та збільшилась чисельність карантинних шкідників плодкових, лісопаркових та декоративних насаджень: американського білого метелика, східної плодожерки, каліфорнійської щитівки, червчика Комстока. Існує реальна загроза везення та подальшої акліматизації в південно-західному частині України відсутніх карантинних шкідників плодкових культур – персикової плодожерки (*Carposina niponensis* Wisghm.) та середземноморської плодової мухи (*Ceratitidis capitata* Wied.) [83, 84].

Підвищення температури сприяє розмноженню та поширенню рослиноїдних кліщів, що може становити проблему для сільськогосподарських культур [85].

Вплив зміни клімату на патогени рослин і розповсюдження шкідників, ймовірно, легше передбачити для видів шкідників, на яких впливає лише одна кліматична мінливість, ніж для шкідників, тісно пов'язаних з більшою кількістю кліматичних факторів [86].

Зміни клімату також можуть впливати на поширення бур'янів, які стають проблемою для сільського господарства [85].

Поява комах після зимової сплячки також може залежати від тривалості дня і температури. Дослідження Kakar [87] та Zhou et al. [88] показали, що підвищення температури прискорює виліт попелиць і молі, та завдяки цьому збільшує можливість їх розльоту.

Глобальна зміна клімату впливає як на фенологію рослин, так і на комах-запилювачів. Багато рослин відреагували на підвищення температури більш раннім цвітінням, при чому запилювані комахами рослини зазвичай сильніше реагують на потепління, ніж вітрозапилювані рослини [89-92].

Отже, зміни в кліматі мають серйозний вплив на комах-шкідників, сільськогосподарську продукцію та природні процеси, що відбуваються в агроєкосистемах. Підвищення температури зумовлює зміни у географічному розподілі комах-шкідників та динаміці їх популяцій. Спостерігаються ранній початок весни та інші зміни в природних процесах, що може впливати на сільськогосподарські, в тому числі плодів культури та шкідників. Розуміння цих змін і розробка ефективних стратегій захисту рослин є важливими завданнями для сільськогосподарської галузі в умовах глобального потепління та зміни клімату.

Подальші дослідження слід спрямувати на розроблення інтегрованих заходів захисту рослин від шкідників і хвороб з урахуванням нових умов, детальне вивчення особливостей розвитку шкідників плодкових культур, моніторинг та контроль карантинних шкідників, вивчення впливу змін клімату на рослиноїдних кліщів, а також на фенологію рослин і комах-запилювачів для забезпечення ефективного запилення рослини кліматичних умовах, що змінюються.

6. Адаптація сільськогосподарських систем до зміни клімату в умовах уразливості регіонів України. Очікується, що зміна клімату вплине на більшість сільськогосподарських систем шляхом зміни частоти та масштабу того, що зараз вважається екстремальними погодними явищами. За даними Seneviratne et al. [93], екстремальна погодна подія виникає, коли значення погодної або кліматичної змінної перевищує (понижує) заданий поріг. Загальні порогові значення, які використовуються в науковій літературі для класифікації події як «екстремальної», представляють збільшення (або зменшення) на 5-10 % відносно спостережуваної частоти, навіть якщо такі рівні також можна вважати «помірно екстремальними». Тому термін «екстремальний» часто використовувався для позначення зростаючого ризику небезпечних погодних явищ через зміну клімату.

Екстремальні погодні умови, такі як дощі зливого характеру, мокрий сніг, град, сильний вітер і суховійні явища можуть призвести до водної та вітрової ерозії земельних угідь. Деякі області України, такі як Львівська, Рівненська, Івано-Франківська, Закарпатська, Вінницька, Хмельницька, Кіровоградська, Луганська, Запорізька, Донецька, Миколаївська, Херсонська і Одеська, можуть бути особливо уразливими до надзвичайних ситуацій метеорологічного характеру [94-96].

Виробники плодової продукції, які здатні підтримувати продуктивність насаджень і якість врожаю, адаптуючи свої підприємства до таких погодних явищ, ймовірно, отримають більші доходи за таких сценаріїв. Тому розробка адаптаційних заходів для пом'якшення наслідків зміни клімату є пріоритетом для ряду зацікавлених сторін у сільському господарстві. Однак вибір варіантів за невизначених майбутніх сценаріїв є складним завданням для політиків і особливо важким завданням для фермерів [97].

Atreya та Kaphe [98] вказують на необхідність змінити управління виробничою системою в аграрному секторі, використовуючи консервативні методи сільського господарства та відновлювані джерела енергії.

Стратегією адаптації аграрних підприємств України до глобальних змін клімату може стати вибір ефективної системи землеробства за допомогою органічного сільського господарства, яке у разі знижує уразливість сільськогосподарських підприємств, оскільки – через відмову при такій системі господарювання від дорогих синтетичних добрив і засобів захисту рослин – підприємства значно скорочують власні витрати на одержання продукції, що істотно знижує ризики в разі часткового або повного неврожаю у зв'язку з екстремальними погодними умовами, які виникнуть внаслідок глобальних змін клімату. Це один позитивний момент використання системи органічного землеробства полягає в тому, що при виробництві сертифікованої продукції ціни на неї є майже удвічі вищими, ніж на звичайну продукцію сільського господарства. А це, у свою чергу, дозволяє господарствам одержувати більші доходи і покривати витрати на виробництво навіть при незначних урожаєх [99, 16].

Органічне сільське господарство є одним із напрямів сталого сільськогосподарського виробництва. Воно сприяє збереженню довкілля та розвитку соціальної сфери сільських районів, забезпечуючи більше робочих місць в порівнянні з традиційним землеробством [5].

У садівництві в умовах зміни клімату значна увага має приділятися захисту від підмерзання рослин. Пасивний захист включає вибір місця під сад з урахуванням дренажу повітря, наявності природних джерел тепла, таких як великі водойми та річки тощо. Значну увагу слід звернути на активний захист від замерзання: додавання тепла, змішування більш теплого повітря з інверсійного шару в умовах радіаційного морозу або збереження тепла від рослини. Однак кількість часу, енергії та коштів, витрачених на один з цих способів, не завжди дорівнює отриманому доходу. Заслужують також на увагу спринклерні системи – постійне використання води для утворення чистого льоду на рослинах, що може забезпечити найвищий рівень захисту. [100, 101]. Перспективним також є використання антифризних протейнів для захисту від підмерзання чутливих плодових рослин [102].

Необхідно розробляти нову систему садівництва на основі біотичної інтенсифікації для того, щоб садові фітоценози не тільки давали екологічно безпечну продукцію, а й сприяли оздоровленню довкілля та збереженню родючості ґрунту. Це дасть змогу уникнути ґрунтовтоми, обмежити застосування отрутохімікатів, зберегти родючість ґрунту, зменшити енергозатрати. Для обґрунтування положень біотичної інтенсифікації необхідно провести польові та вегетаційні досліді [103].

За даними Ласло О.О. [99], дослідження мікробіоти ґрунту під багаторічними насадженнями горіха волоського, вирощуваними за органічною технологією, показали різні види мікроорганізмів, які можуть бути корисними або шкідливими для вирощування культур. Дослідники рекомендують мікоризацію садивного матеріалу та внесення добрив для забезпечення збалансованого росту рослин.

Basannagari В. та Kala С.Р. [104] вказують, що проблеми зміни клімату сприймаються фермерами, які вирощують яблука, пов'язані з необхідністю застосування деяких стратегій адаптації, таких як диверсифікація культур і методи землекористування.

Tresson et al. [105], використовуючи кліматичний індекс сукупного ризику фітофторозу і фенологічну модель, припустили, що за майбутніх сценаріїв зміни клімату у ранніх сортів абрикоси може спостерігатися середньострокове збільшення ризику фітофторозу, тоді як у пізніх – ризик може бути меншим через більш теплу та суху погоду під час цвітіння.

Можливою адаптацією до більш теплої клімату може бути застосування карликових підщеп вишні, які підвищують посухостійкість дерев завдяки більшій регуляції прорихів, підвищеному вмісту абсцизової кислоти та збільшеному водному потенціалу листя та пагонів [106].

Отже, зміна клімату впливає на сільське господарство через зміну частоти та масштабу екстремальних погодних явищ. Адаптація сільськогосподарських підприємств до змін клімату стала можливою, зокрема, з допомогою органічного сільського господарства, яке може зменшити ризики неврожаю та збільшити доходи. Важливими чинниками також є стратегії збереження води. Адаптація вимагає змін у технологіях у садівництві та використанні відновлюваних джерел енергії. У садівництві важливо звертати увагу на захист рослин від підмерзання.

Подальші дослідження повинні бути спрямовані на докладне вивчення вразливих областей України у зв'язку з екстремальними погодними умовами, з урахуванням регіональних особливостей та агрокліматичних факторів. Важливо розробити конкретні технології, адаптаційні заходи для виробників плодової продукції з метою зменшення впливу зміни клімату на врожай. Також необхідно провести подальше дослідження впливу органічного садівництва на зменшення ризиків, що виникають внаслідок екстремальних погодних умов, та визначити його вплив на доходи сільськогосподарських підприємств.

Важливими напрямками досліджень є розробка та впровадження нових технологічних рішень для ефективного захисту садових культур від заморозків, зокрема застосування антифризних протеїнів. Дослідження стратегій диверсифікації культур та ефективних методів землекористування для адаптації до зміни клімату є важливими аспектами, які слід ретельно розглядати. Крім того, розробка і впровадження нових систем садівництва, що базуються на біотичній інтенсифікації, має на меті забезпечення екологічно безпечної продукції та підтримки родючості ґрунту.

7. Економічні наслідки зміни клімату: виклики та перспективи. Актуальність економічних наслідків зміни клімату демонструється у звіті Світового економічного форуму (WEF) [107]. Відповідно до даних, представлених у документі, більш ніж 50 % від світового ВВП є залежним від стану навколишнього середовища, що в абсолютних цифрах складає близько \$44 трлн. Продовольча та сільськогосподарська організація Об'єднаних Націй (ФАО) підрахувала, що виробництво продовольства має збільшитися щонайменше на 60 % у наступні десятиліття, щоб задовольнити зростаючий глобальний попит на продовольство [107].

Сучасний розвиток аграрного сектора економіки базується на концепції сталого розвитку, яка враховує економічні, екологічні та соціальні виклики суспільства. Ця концепція вимагає модернізації традиційної моделі аграрного виробництва з урахуванням глобальних кліматичних змін [108], конфліктів через дефіцит життєво важливих природних ресурсів [5], розширення ареалу вирощування плодкових культур і винограду (внаслідок збільшення термічних ресурсів і пом'якшення зими) [109].

Зміна клімату призводить до дуже високих темпів деградації земель, що спричиняє посилене опустелювання та дефіцит поживних речовин ґрунтів. Загроза деградації земель зростає з кожним днем і характеризується як основна глобальна загроза [110]. Зміни температури та кількості опадів призведуть до змін земельного та водного режимів, що згодом вплине на продуктивність сільського господарства. Дослідження також показали,

що вплив на продуктивність сільського господарства буде особливо шкідливим саме в тропічних регіонах, де є багато найбідніших країн. Вразливість цих країн також є особливо гострою у світлі технологічних, ресурсних та інституційних обмежень [111].

За повідомленнями Костюченко [112] та Проць [113] сільськогосподарське виробництво України матиме найбільш відчутний вплив кліматичних змін, оскільки вона має агропромислово спеціалізацію. За висновками експертів, протягом найближчих 10-15 років наша держава зіштовхнеться із загрозою втрати 25 % продуктивності ґрунтів, що стане наслідком зміни температури й кількості опадів, що в сукупності із виснаженням ґрунтів та ескалацією екстремальних погодних явищ призведе до критичної ситуації.

Частково покращити ситуацію може органічне сільське господарство, яке поряд із безперечними вигодами для довкілля сприятиме також розвитку соціальної сфери села, оскільки, за даними ООН, у такому виробництві використовується в середньому на 30 % більше робочої сили, ніж у традиційному землеробстві [114].

Зміна клімату має суттєвий економічний вплив на сільське господарство, включаючи садівництво. У 2015 році всі 196 сторін Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (РКЗК ООН) прийняли Паризьку угоду як спробу зменшити ризики та наслідки зміни клімату [115]. Victor [116] стверджує, що для успішного виконання Паризької угоди національні зобов'язання повинні включати інформацію про те, «хто, що зробить, коли, як вони це зроблять і за яку ціну».

Дослідження свідчать, що без адаптації зміна клімату може знизити глобальне зростання сільського господарства до 2050 року на 30 %. Найбільше постраждають невеликі ферми, і це може призвести до збільшення кількості людей, яким не вистачатиме води принаймні один місяць на рік. Крім того, зміна клімату може збільшити ризик внутрішніх та міждержавних торгових конфліктів. Технології зменшення ризиків від зміни клімату можуть мати ряд переваг, але впровадження таких заходів може мати різні наслідки та включати ризики, які більшості виробників важко оцінити [117].

Ключовими економічними наслідками зміни клімату для садівників є необхідність інвестування у нові технології та методи для захисту плодових культур від екстремальних погодних умов. Це може включати в себе витрати на системи зрошення, оранжереї, протизаморозкові системи та інші інфраструктурні засоби.

У ринкових умовах зменшення врожайності та зміни в якості плодів можуть вплинути на ринкові ціни та попит. Якщо врожай стає меншим або якість погіршується, це може призвести до зниження прибутковості продажів для садівників. Таким чином, зростання економічного потенціалу сільських територій і збільшення виробництва продуктів харчування можливі тільки в тому випадку, якщо ми швидко адаптуємося до зміни клімату. Переміщення агрокліматичних зон матимуть складно передбачувані соціально-економічні наслідки щодо реструктуризації сільських районів і переорієнтації місцевої економіки. Це призведе не тільки до структурної трансформації простору, а й до його функціональних змін, що, в свою чергу, вплине на просторову диференціацію сільських територій [118].

У огляді Stern [119] було оцінено широкий спектр доказів щодо впливу зміни клімату та економічних витрат, а також використано ряд різних методів для оцінки витрат і ризиків. З усіх цих точок зору ці докази ведуть до простого висновку: вигоди від рішучих і ранніх дій значно переважають економічні витрати від бездіяльності.

Adams et al. [120] відмічають, що проведені в світі дослідження покращили розуміння чутливості і вразливості сільськогосподарських систем до зміни клімату, але є ще низка важливих упущень в оцінці цього впливу. Опосередковані наслідки зміни клімату, такі як зміни в поширеності сільськогосподарських шкідників і хвороб, а також зміни в ерозії ґрунту в основному маловідомі і не включаються до оцінки впливу. Небагато досліджень

розглядають вплив змін у частоті екстремальних явищ, таких як посухи і повені тощо. Витрати і перешкоди для адаптації також не враховують. Ці упущені ефекти потенційно важливі для формування повного впливу зміни клімату на сільське господарство.

Отже, зміни в ринкових умовах, викликані зміною клімату, мають суттєвий вплив на сільське господарство, ринкові ціни та економіку сільських територій. Адаптація до зміни клімату та розробка комплексних стратегій є необхідними для забезпечення стійкості галузі та збереження економічної стабільності. Україна, маючи агропромислову спеціалізацію, стикається зі значними кліматичними ризиками, що може призвести до серйозних наслідків для сільськогосподарського виробництва та економіки країни. Результати досліджень свідчать про необхідність прискореної адаптації та розробки ефективних заходів для збереження природних ресурсів і забезпечення сталого розвитку сільського господарства.

У подальших дослідженнях за цим напрямом слід працювати над розробкою деталей національних планів дій, включаючи конкретні заходи, строки та фінансові витрати для виконання зобов'язань Паризької угоди, розвитком та впровадженням нових технологій та методів для захисту від екстремальних погодних умов.

Необхідно звернути увагу на дослідження інноваційних підходів до споживання енергії та харчових ресурсів, спрямованих на зменшення викидів газів та покращення екологічної стійкості, а також розробку та впровадження стратегій для зменшення вразливості невеликих ферм до змін клімату.

8. Вплив зміни клімату на споживацькі звички та ринкові тенденції. Вплив зміни клімату на споживацькі звички та ринкові тенденції є складним і багатограним явищем, яке включає в себе багато різних факторів і може виявляти різну дію в різних галузях та регіонах.

Так, Stern [119] зробив важливий висновок: «Людська діяльність є основним рушієм цих швидких змін у нашому кліматі, особливо моделі споживання та використання енергії, що зумовлені попитом споживачів на вищій рівень життя». Іншими словами, ми як споживачі, відіграємо головну роль у створенні цієї проблеми. Зрозуміло, що якщо ми є частиною проблеми, ми повинні бути частиною її вирішення. Це не залишилося поза увагою таких агенцій, як Організація Об'єднаних Націй, окремих урядів у всьому світі, неурядових організацій і багатьох провідних транснаціональних корпорацій, фактично тих самих транснаціональних корпорацій, які взяли своєю місією сприяти (а потім задовольняти) зростаючий попит споживачів.

Зміна клімату також впливає на сільськогосподарське виробництво, ланцюги поставок і ціни. Прогнозується, що виробництво знизиться в тропічних регіонах, тоді як у помірних регіонах спостерігатиметься певний приріст [121, 122], однак, потепління призведе до зниження врожайності навіть у помірних регіонах [123]. Країни, які несуть основний тягар у втратах виробництва через зміну клімату, також є у багатьох випадках найбільш незабезпеченими продовольством [121, 122, 124, 125]. Деякі моделі передбачають, що ще 120 мільйонів людей стануть недоїдати, і за умови швидкого зростання населення ми можемо очікувати, що до 2080 року кількість людей, що недоїдають, збільшиться на 175 мільйонів [126].

Споживання, яке найбільше впливає на зміну клімату, пов'язане з використанням енергоносіїв, а також із споживанням їжі. Як горючі речовини, так і моторне паливо значною мірою залежать від викопних джерел і їх споживання вивільняє величезну кількість вуглекислого газу, тоді як сільськогосподарське виробництво їжі є основним джерелом викидів метану [125, 126].

Концепція забезпечення продовольчої безпеки має три ключових аспекти: фізична доступність продовольства; економічна доступність продовольства; безпечність та якість продуктів харчування [127]. Однак, споживач, як соціальний індивід, все ще залежить від рішень інших [128].

Зміни в кліматі можуть впливати на споживацькі звички та попит на різні види плодів через доступність, врожайність, ціни та якість. Зміни в сезонах збору, ціновий вплив та зміни смакових уподобань можуть впливати на ринкові тенденції. Споживачі можуть звертати увагу на місцеві, сезонні продукти та здоровий харчовий раціон у відповідь на зміни в кліматі [44, 45]. Зміни в кліматі можуть впливати на хімічний склад плодів і, відповідно, на їх смак та якість. Збільшення температури і зміни в рівні опадів можуть впливати на фізичні та хімічні властивості плодів, що може впливати на споживачів і змусити їх шукати альтернативні продукти [129, 130].

Зміни в кліматі можуть підштовхнути споживачів до здорових харчових раціонів і зменшення споживання продуктів, які мають великий вуглеводний вміст. Вони також можуть звертати увагу на екологічні аспекти їхніх споживчих звичок та віддавати перевагу місцевим і сезонним продуктам для зменшення вуглецевого сліду. Зміна клімату зробила споживачів більш свідомими щодо вибору продуктів. Це може включати в себе екологічно чисті продукти, відновлювальну енергію та інші сталі рішення. Зміна клімату впливає на доступність деяких видів їжі. Наприклад, зміни в температурних умовах можуть зумовити появу нових можливостей для вирощування певних продуктів в регіонах, де це раніше було неможливо. Зміна клімату також сприяє зростанню свідомості споживачів щодо екологічних питань. Багато людей стають більш вибагливими до екологічних показників продуктів та послуг, що може змінити попит та пропозицію на ринку [129, 130].

Шведські дослідники Roos&Tjarnemo [131] писали: «Хоча значна частка населення має позитивне ставлення до турботи про довкілля, це позитивне ставлення не завжди перетворюється на реальну поведінку. Продажі органічних продуктів харчування низькі». Vermeir&Verbeke [132] показують, що «такі ініціативи як стійке органічне харчування, продукти без використання дитячої праці, легально вирубана деревина та продукти справедливої торгівлі часто мають частку ринку менше 1 %». Принаймні частково це пов'язано з розривом між ставленням і поведінкою: саме по собі ставлення часто є поганим показником поведінкових намірів [133].

Продовольча безпека у зв'язку зі зміною клімату є новою глобальною проблемою. Дослідження нових технологій для пом'якшення впливу зміни клімату на продовольчу безпеку є головним пріоритетом. Слід заохочувати дослідницький внесок і співпрацю з регіонами світу з обмеженими ресурсами [134].

Подальшу роботу з гармонізації споживчих звичок з результатами кліматичних змін слід спрямувати на вивчення впливу змін клімату на якість та доступність продуктів. Також необхідно розвивати і підтримувати стратегії для збільшення частки екологічно сталих продуктів на ринку. Важливо сприяти екологічно сталому споживанню та об'єднувати зусилля усіх зацікавлених сторін, включаючи споживачів, уряди та бізнес для створення сталої та екологічно збалансованої системи, що враховує вимоги сучасного світу та сприяє збереженню довкілля для майбутніх поколінь.

Список використаної літератури

1. Stuart Harris. The nature, causes, effects and mitigation of climate change on the the environment. Intech Open, 2022. P. 432. DOI: 10.5772/intechopen.94777.
2. Impact of climate change on fruitcrops: - a review / Bhattacharjee P., Warang O., Das S., Das S. *Curr World Environ.* 2022. 17(2). DOI: 10.12944/CWE.17.2.4.
3. The effects of extreme weather on apple quality / Dalhaus T. et al. 2020. *Sci Rep* 10, 7919. DOI: 10.1038/s41598-020-64806-7.
4. Бублик М.О. Методологічні та технологічні основи підвищення продуктивності сучасного садівництва. Київ, 2005. 285с.

5. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / за ред. С. П. Іванюти. Київ, 2020. 110 с.
6. Хвесик М.А. Інституціональна модель природокористування: пострадянський формат. К.: Кондор, 2007. 798 с.
7. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.). IPCC. Geneva, Switzerland, 2014. 151 p.
8. Kallarackal J., Roby T.J. Responses of trees to elevated carbon dioxide and climate change. *Biodiversity and Conservation*. 2012. Vol. 21. P. 1327-1342.
9. Roussos P.A. Climate change impacts on fruit trees and mitigation strategies of adverse effects. *Agro Life Scientific Journal*. 2020. Vol. 9(2). P. 269-276.
10. The 2007 Eastern US spring freeze: increased cold damage in a warming world / Gu L. et al. *Bioscience*. 2008. Vol. 58(3). P. 253-262. DOI: 10.1641/B580311.
11. Francis J.A., Skific N. Evidence linking rapid Arctic warming to mid-latitude weather patterns. *Phil. Trans. R. Soc.* 2015. A 373: 20140170. P. 1-12. DOI: 10.1098/rsta.2014.0170.
12. Effects of elevated CO₂, nutrition and climatic warming on bud phenology in Sitka spruce (*Picea sitchensis*) and their impact on the risk of frost damage / Murray M.B. et al. *Tree Physiology*. 1994. Vol. 14, Iss. 7-8-9. P. 691-706. DOI: 10.1093/treephys/14.7-8-9.691.
13. Іващенко О.О., Іващенко О.О. Шляхи адаптації землеробства в умовах змін клімату. *Збірник наукових праць Національного наукового центру "Інститут землеробства НААН"*. 2008. Спец. вип. С. 15-21.
14. Safeguarding human health in the anthropocene epoch: report of the rockefeller Foundation-Lancet Commission on planetary health / Whitmee S. et al. *Lancet*. 2015. Vol. 386, Iss. 10007. P. 1973-2028. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60901-1.
15. Climate change: Challenges and opportunities for global health / Patz J.A. et al. *Journal of the American Medical Association*. 2014. Vol. 312(15). P. 1565-1580. DOI: 10.1001/jama.2014.13186.
16. Бедернічек Т. Ю., Гамкало З. Г. Лабільна органічна речовина ґрунту: теорія, методологія, індикаторна роль : моногр. Київ: Кондор, 2014. 180 с.
17. High temperatures and time to budbreak in low chill apricot 'Palsteyn'. Towards a better understanding of chill and heat requirements fulfilment / Campoy J.A. et al. *Sci. Hortic.* 2011. Vol. 129(4). P. 649-655. DOI: 10.1016/j.scienta.2011.05.008.
18. Hirpo F.H., Gebeyehu M.N. Review on the effects of climate Change variability on horticultural productivity. *Int. J. Environ. Sci. Nat. Res.* 2019. Vol. 17(4). P. 130-134. DOI: 10.19080/IJESNR.2019.17.555969.
19. The comparison of dormancy dynamics in apple trees grown under temperate and mild winter climates imposes a renewal of classical approaches / Malagi G. et al. *Trees*. 2015. Vol. 29. P. 1365-1380. DOI: 10.1007/s00468-015-1214-3.
20. Facing climate change: Biotechnology of iconic Mediterranean woody crops / De Ollas C. et al. *Front. Plant Sci.* 2019. Vol. 10. 427. DOI: 10.3389/fpls.2019.00427.
21. Mitra S. Guava: Botany, Production and Uses. New Delhi: CABI, 2021. 383 p.
22. Kunz A., Blanke M.M. Effects of climate change on fruit tree physiology – Based on 55 years of meteorological and phenological data at Klein-Altendorf. *Acta Hortic.* 2016. № 1130. P. 49-54. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1130.7.
23. Metabolomics-Based Evaluation of Crop Quality Changes as a Consequence of Climate Change / Romero H., Pott D.M., Vallarino J.G., Osorio S. *Metabolites*. 2021, Vol. 11(7). 461. DOI: 10.3390/metabo11070461.

24. The Exploitation of local *Vitis vinifera* L. biodiversity as a valuable tool to cope with climate Change maintaining berry quality / Antolín M.C. et al. *Plants*. 2021, Vol. 10(1). 71. DOI: 10.3390/plants10010071.
25. Hatfield J.L., Prueger J.H. Temperature extremes: effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes*. 2015. Vol. 10, Part A. P. 4-10. DOI: 10.1016/j.wace.2015.08.001.
26. Paradigms of climate change impacts on some major food sources of the world: a review on current knowledge and future prospects / Tripathi A. et al. *Agriculture, Ecosystems&Environment*. 2016. Vol. 216. P. 356-373. DOI: 10.1016/j.agee.2015.09.034.
27. Сердюк М. Є. Прогнозування якісних технічних показників плодів груші залежно від стресових факторів. *Вісник ЛТЕУ*. 2014. № 14. С. 12-24.
28. Effects of soil water stress on fruit yield, quality and their relationship with sugar metabolism in 'Gala' apple / Wang Y. et al. *Sci. Hortic*. 2019. Vol. 258. 108753. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.108753.
29. Increase of sorbitol in pear and apple juice by water stress, a consequence of climatic change / Dietrich H. et al. *Fruit Process*. 2007. Vol. 6. P. 348-355.
30. Меженский В.Н. Кліматичні зміни та їх вплив на деревні рослини на південному сході України. *Промышленная ботаника*. 2009. Вып. 9. С. 56-59.
31. Changes in the taste and textural attributes of apples in response to climate change / Sugiura T. et al. *Sci. Rep*. 2013. Vol. 3. 2418. DOI: 10.1038/srep02418.
32. Spatio and temporal variations in population abundance and distribution of peach fruit fly, *Bactrocera zonata* (Saunders) during future climate change scenarios based on temperature driven phenology model / Choudhary J.S. et al. *Clim. Risk Manag*. 2021. Vol. 32. 100277. DOI: 10.1016/j.crm.2021.100277.
33. Sarisu H.C. Change of flowering and harvest dates of cherry varieties with air temperature. *Pol. J. Environ. Stud*. 2021. Vol. 30(1). P. 351-359. DOI: 10.15244/pjoes/118645.
34. Usenik V., Stampar F. The effect of environmental temperature on sweet cherry phenology. *Eur. J. Hortic*. 2011. Vol. 76. P. 1-5.
35. The risk for insufficient chill accumulation: A climate Change perspective for apple and cherry production in the United States / Noorazar H., Kalsits L., Jones V., Jones M. *BioRxiv*. 2020. DOI: 10.1101/2020.08.26.268979.
36. Nagai S., Saitoh T.M., Morimoto H. Does global warming decrease the correlation between cherry blossom flowering date and latitude in Japan? *Int. J. Biometeorol*. 2020. Vol. 64(12). P. 2205-2210. DOI: 10.1007/s00484-020-02004-w.
37. Climate change impacts on winter chillin Mediterranean temperate fruit orchards / Fernandez E. et al. *Reg Environ Change*. 2023. Vol. 23(7). DOI: 10.1007/s10113-022-02006-x.
38. Deficit irrigation strategies enhance health-promoting compounds through the intensification of specific enzymes in early peaches / Falagán N. et al. *J. Sci. Food Agric*. 2016. Vol. 96(5). P. 1803-1813. DOI: 10.1002/jsfa.7290.
39. Determination of biochemical composition in peach (*Prunus persica* L. Batsch) accessions characterized by different flesh color and textural typologies / Serra S. et al. *Foods*. 2020. Vol. 9(10). 1452. DOI: 10.3390/foods9101452.
40. Paltineanu C., Chitu E. Climate change impact on phenological stages of sweet and sour cherry trees in a continental climate environment. *Sci. Hortic*. 2020. Vol. 261. 109011. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.109011.
41. Dormancy-associated MADS-Box (DAM) genes influence chilling requirement of sweet cherries and co-regulate flower development with SOC1 gene / Wang J. et al. *Int. J. Mol. Sci*. 2020. 21(3). P. 921. DOI: 10.3390/ijms21030921.

42. Fadón E., Rodrigo J., Luedeling E. Cultivar-specific responses of sweet cherry flowering to rising temperatures during dormancy. *Agric. For. Meteorol.* 2021. Vol. 307. P. 108486. DOI: 10.1016/j.agrformet.2021.108486.
43. Kaya O., Kose C. Cell death point in flower organs of some apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars at subzero temperatures. *Sci. Hortic.* 2019. Vol. 249. P. 299-305. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.01.018.
44. Assessment of different irrigation levels on peanut crop yield and quality components under mediterranean conditions / Aydinsakir K. et al. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering.* 2016. 142(9). 04016034. DOI: 10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001062.
45. Boem F. H. G., Scheiner J. D., Lavado R. S. Some effects of soil salinity on growth, development and yield of rapeseed (*Brassica napus* L.) *J. Agron. and Crop Sci.* 1994. Vol. 172(3). P. 182-187.
46. Ainsworth E.A., Long, S.P. What Have We Learned from 15 Years of Free-Air CO₂ Enrichment (FACE)? A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO₂. *New Phytologist.* 2005. Vol. 165(2). P. 351-371. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2004.01224.x.
47. Alemaw B., Simalenga T. Climate Change Impacts and Adaptation in Rainfed Farming Systems: A Modeling Framework for Scaling-Out Climate Smart Agriculture in Sub-Saharan Africa. *American Journal of Climate Change.* 2015. Vol. 4. P. 313-329. DOI: 10.4236/ajcc.2015.44025.
48. Ahmadi-Lahijani M.J., Moori S. Ferdowsi University of Mashhad photosynthetic response and adaptation of plants in perspective of global climate change. *In book: Abiotic Stress in Plants - Adaptations to Climate Change.* 2023. P. 1-21. Publisher: Intech. DOI: 10.5772/intechopen.109544.
49. Sharon B. Gray, Siobhan M. Brady. Plant developmental responses to climate change. *Developmental Biology.* 2016. Vol. 419 (1). P. 64-77. DOI: 10.1016/j.ydbio.2016.07.023.
50. Climate changes and potential impacts on postharvest quality of fruit and vegetable crops: a review / C.L. Moretti, L.M. Mattos, A.G. Calbo, S.A. Sargent. *Food Res. Int.* 2010. 43(7). P. 1824-1832. DOI: 10.1016/j.foodres.2009.10.013.
51. Food Agriculture Organization (FAO). Climate-related trans boundary pests and diseases. Climate change. Energy and food. *High Level Conference on world Food Security; the Challenges of Climate Change and Bioenergy.* FAO. UN. Rome, 2008.
52. Qaderi M.M., Martel A.B., Dixon S.L. Environmental factors influence plant vascular system and water regulation. *Plants.* 2019. Vol. 8(3). P. 65. DOI: 10.3390/plants8030065.
53. Pájaro-Esquivia Y.S., Domínguez-Haydar Y., Tinoco-Ojanguren C. Intraspecific variation in morpho-functional traits and plastic response to water and light in seedlings of *Aspidospermopolypneuron* (Apocynaceae). *Flora.* 2021. Vol. 282. 151903. DOI: 10.1016/j.flora.2021.151903.
54. Global trends in phenotypic plasticity of plants / Stotz G.C. et al. *Ecol. Lett.* 2021. Vol. 24(10). P. 2267-2281. DOI: 10.1111/ele.13827.
55. Isah T. Stress and defense responses in plant secondary metabolites production. *Biol. Res.* 2019. Vol. 52. 39. DOI: 10.1186/s40659-019-0246-3.
56. Flowers and climate change: A metabolic perspective / Borghi M., De Perez Souza L., Yoshida T., Fernie A.R. *New Phytol.* 2019. Vol. 224(4). P. 1425-1441. DOI: 10.1111/nph.16031.
57. Metabolomics as a prediction tool for plants performance under environmental stress / Villate A. et al. *Plant Sci.* 2020. Vol. 303. 110789. DOI: 10.1016/j.plantsci.2020.110789.
58. Honda C., Moriya S. Anthocyanin biosynthesis in apple fruit. *Hortic. J.* 2018. Vol. 87(3). P. 305-314. DOI: 10.2503/hortj.OKD-R01.

59. Gouws A., Steyn W.J. The effect of temperature, region and season on red colour development in apple peel under constant irradiance. *Sci. Hort.* 2014. Vol. 173. P. 79-85. DOI: 10.1016/j.scienta.2014.04.040.
60. Assessing the effects of water stress on peach fruit quality and size using the Quali Tree model / Rahmati M. et al. *Acta Horticulture*. 2020. Vol. 1281. P. 539-546. DOI: 10.17660/actahortic.2020.1281.71.
61. Water stress for a short period before harvest in nectarine: Yield, fruit composition, sensory quality, and consumer acceptance of fruit / Lopez G. et al. *Sci. Hort.* 2016. Vol. 211. P. 1-7. DOI: 10.1016/j.scienta.2016.07.035.
62. Lawrence B.T., Melgar J.C. Variable fall climate influences nutrient resorption and reserve storage in young peach trees. *Front. Plant Sci.* 2018. Vol. 9. P. 1819. DOI: 10.3389/fpls.2018.01819.
63. Matsumoto K., Ohta T., Irasawa M., Nakamura T. Climate change and extension of the *Ginkgobiloba* L. growing season in Japan. *Global Change Biology*. 2003. Vol. 9. P. 1634-1642.
64. Karakaş G., Doğan H.G. The Effect of Climate Change on Apricot Yield: A Case of Malatya Province. In book: *Academic Research in Social, Human and Administrative Sciences-I* / Editors: Bülent C.T., Sevilay Ö. Ankara: Gece Kitaplığı, 2018. P. 469-479.
65. Freezing injuries to flower buds and their influence on yield of apricot (*Prunus armeniaca* L.) and peach (*Prunus persica* L.) / Szymajda M., Pruski K., Żurawicz E., Sitarek M. *Can. J. Plant Sci.* 2013. Vol. 93(2). P. 191-198. DOI: 10.4141/cjps2012-238.
66. Impact of drought stress on photosynthetic response of some pear species / Babaei L. et al. *Int. J. Hort. Sci. and Techn.* 2021. Vol. 8(4). P. 353-369. DOI: 10.22059/ijhst.2020.309629.394.
67. Кірізій Д.А., Стасик О.О. Вплив посухи і високої температури на фізіолого-біохімічні процеси та продуктивність рослин. *Фізіологія рослин і генетика*. 2022. Т. 54. № 2. С. 95-122. DOI: 10.15407/frg2022.02.095.
68. Adapting agriculture to climate change: a global initiative to collect, conserve, and use crop wild relatives / Dempewolf H. et al. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. 2014. Vol. 38(4). P. 369-377. DOI: 10.1080/21683565.2013.870629.
69. Hacket-Pain A., Bogdziewicz M. Climate change and plant reproduction: trends and drivers of mast seeding change. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences*. 2021. Vol. 376(1839). DOI: 10.1098/rstb.2020.0379.
70. Malhotra S. K. Horticultural crops and climate change: A review. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2017. Vol. 87(1). P. 12-22. DOI: 10.56093/ijas.v87i1.67138.
71. Клименко С. В. Генетикобіологічні основи успішної адаптації айви довгастої (*Cydonia oblonga* Mill.) в умовах інтродукції. *Селекційно-генетична наука і освіта (парієві читання)*. Матеріали Х Міжнар. наук. конф. Умань, 2021. С. 87-92.
72. Миколайчук В.Г., Гривняк А.М., Сотникова А.С. Успішність інтродукції рослин *Zuzuphusjujumba* Mill. при інтродукції в зону південного Степу України. *Збірник наукових праць VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю*. Миколаїв. 2017. С. 37-39.
73. Differential responses of trees to temperature variation during the chilling and forcing phases / Eike Luedeling et al. *Agric. and For. Meteorol.* 2013. Vol. 181. P. 33-42. DOI: 10.1016/j.agrformet.2013.06.018.
74. Höfer M., Giovannini D. Phenotypic characterization and evaluation of European cherry collections: A survey to determine the most commonly used descriptors. *J. Hort. Res.* 2017. Vol. 1(1). P. 7-12. DOI: 10.36959/745/392.

75. Drought tolerance mechanisms and aquaporin expression of wild vs. cultivated pear tree species in the field / Paudel I. et al. *Environ. Exp. Bot.* 2019. Vol. 167. 103832. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2019.103832.
76. Intraspecific plasticity in hydraulic and stomatal regulation under drought is linked to aridity at the seed source in a wild pear species / Paudel I. et al. *Tree Physiol.* 2021. Vol. 41(6). P. 960-973. DOI: 10.1093/treephys/tpaa159.
77. Effect of climate change on insect pests of fruit crops and adaptation and mitigation strategies: A review / Devi D. et al. *Journal of Entomology and Zoology Studies.* 2019. 7(1). P. 507-512.
78. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperatures on insect herbivores / Bale J.S. et al. *Global Change Biology.* 2002. 8(1). P. 1-16. DOI: 10.1046/j.1365-2486.2002.00451.x.
79. Gains or losses in forest productivity under climate change? The uncertainty of CO₂ fertilization and climate effects / Sperlich D. et al. *Climate.* 2020. 8(12). P. 141. DOI: 10.3390/cli8120141.
80. Черний А.М. Екологічні особливості агрокоситими і інтегрована заштита плодового саду. *Інтегрована заштита садів и виноградників.* Межд. научн.-практ. конф. Одесса, 2008. С. 3-12.
81. Черний А.М. Проблеми фітосанітарного оздоровлення агрокоситими плодового саду. *Захист і карантинрослин.* 2014. Вип. 60. С. 482-501.
82. Lincoln D.E, Fajer F.D, Johnson R.H. Plant-insect herbivore interaction in elevated CO₂ environments. *Trend Ecology and Evolution.* 1993. Vol. 8. P. 64-68.
83. Ключовський Ю.Е. Біологічне обґрунтування контролю чисельності обмежено поширених карантинних шкідників плодкових насаджень на півдні України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : 16.00.10. К., 2006. 36 с.
84. Ключовський Ю.Е., Глушкова С.А. Проблеми акліматизації нових карантинних видів шкідників плодкових культур в Україні. *Інтегрована заштита садів и виноградників.* Межд. научн.-практ. конф. Одесса, 2008. С. 12-21.
85. Іваненко О.О. Бур'яни в агрофітоценозах. К.: Світ, 2001. 234 с.
86. Plant evo-evolutionary responses to climate change: Emerging directions / Hamann E. et al. *Plant Sci.* 2021. Vol. 304. 110737. DOI: 10.1016/j.plantsci.2020.110737
87. Kakar K.L. An outbreak of two spotted mite Tetranychusutrcae Koch in Apple orchards in Himachal Pradesh. *Acta Horticulture.* 2003. Vol. 2. P. 411-413.
88. Effects of temperature on aphid phenology / Zhou X. et al. *Global Change Biology.* 1995. Vol. 1. P. 303-313.
89. Fitter A.H, Fitter R.S. Rapid changes in flowering time in British plants. *Science.* 2002. Vol. 296. P. 1689-1691.
90. Impact of global warming on a group of related species and their hybrids: cherry tree (*Rosaceae*) flowering at Mount Takao, Japan / Miller-Rushing A.J. et al. *American Journal of Botany.* 2007. Vol. 94(9). P. 1470-1478.
91. Sparks T.H., Jeffree E.P., Jeffree C.E. An examination of the relationship between flowering times and temperature at the national scale using long term phenological records from the UK. *International Journal of Biometeorology.* 2000. Vol. 44. P. 82-87.
92. Gaston K.J., William P.H. Spatial patterns in taxonomic. *Journal of Entomology and Zoology Studies.* In: Biodiversity. Blackwell Science, Oxford. 1996. P. 202-209
93. Seneviratne Sonia I., Nicholls Neville, Easterling D., Easterling D. Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment: An overview of the IPCC SREX report. *In book: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (SREX)* Chapter: 3. Publisher: Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA. 2012. P. 109-230.

94. Прокопенко К.О., Удова Л.О. Сільське господарство України: виклики і шляхи розвитку в умовах зміни клімату. *Економіка сільського господарства*. 2017. № 1. С. 92-107. DOI: 10.15407/eip2017.01.092.
95. Climate extremes: progress and future directions/ Alexander Lisa V. et al. *International Journal of Climatology*. 2009. Vol. 29, Iss. 3. P. 317-319. DOI: 10.1002/joc.1861.
96. Сердюченко Н., Негуляєва Н.М., Душко Р.В. Заходи з адаптації сільськогосподарського виробництва України до кліматичних змін. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2017. Вип. 21. С. 218-224.
97. Cuneo adapting sweet cherry orchards to extreme weather events – Decision analysis in support of farmers’ investments in Central Chile / Gonzalo Rojas et al. *Agricultural Systems*. 2021. Vol. 187. 103031. DOI: 10.1016/j.agsy.2020.103031.
98. Atreya P.N., Kaphle M. Visible evidence of climate Change and its impact on fruit production in Nepal. *Int. J. Agric. Environ. Food Sci.* 2020. Vol. 4. P. 200-208. DOI: 10.31015/jaefs.2020.2.10.
99. Адаптивні системи землеробства в умовах змін клімату, як основа отримання екологічно безпечної продукції рослинництва / Ласло О.О., Бараболя О.В., Ляшенко В.В., Поспелова Г.Д. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 90-річчю з дня народження генетика, селекціонера, професора М.М. Чекаліна*. Полтава, 2019. С. 34-35.
100. Sigler D. Protecting your fruit from frost and freeze. *Fruit Growers News*. 2013. URL: <https://fruitgrowersnews.com/article/protecting-your-fruit-from-frost-and-freeze/> (дата звернення: 05.08.2023).
101. Review of air disturbance technology for plant frost protection / Hu Y.G. et al. *Int J Agric & Biol Eng.* 2018. Vol. 11(3). P. 21-28. DOI: 10.25165/j.ijabe.20181103.3172.
102. Duman J.G, Wisniewski M.J. The use of antifreeze proteins or frost protection in sensitive crop plants. *Environmental and Experimental Botany*. 2014. Vol. 106. P. 60-69. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2014.01.001.
103. Мороз П.А., Кудренко І.К. Інтродукція і селекція плодкових культур: досягнення та перспективи розвитку досліджень. *Інтродукція рослин*. 2005. № 3. С. 61-72.
104. Basannagari B., Kala C.P. Climate change and apple farming in Indian Himalayas: A study of local perceptions and responses. *PLoS ONE*. 2013. 8(10). e77976. DOI: 10.1371/journal.pone.0077976.
105. Future development of apricot blossom blight under climate Change in Southern France / Tresson P. et al. *Eur. J. Agron.* 2020. Vol. 112. 125960. DOI: 10.1016/j.eja.2019.125960.
106. Wheeler W., Black B., Bugbee B. Water stress in dwarfing cherry rootstocks: increased carbon partitioning to roots facilitates improved tolerance of drought. *Horticulturae*. 2021. 7(11). 424. DOI:10.3390/horticulturae7110424.
107. World Economic Forum. Global Risk Report 2020. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risk_Report_2020.pdf (дата звернення: 17.07.2023).
108. Хлобистов Є.В. Екологічна безпека трансформаційної економіки. К.: Чорнобильнтерінформ, 2004. 336 с.
109. Сердюченко Н., Негуляєва Н.М., Душко Р.В. Заходи з адаптації сільськогосподарського виробництва України до кліматичних змін. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2017. Вип. 21. С. 218-224.
110. Naveen Kumar Arora. Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. *Environmental Sustainability*. 2019. Vol. 2. P. 95-96.
111. Kurukulasuriya Pradeep, Rosenthal Shane. Climate Change and Agriculture : A Review of Impacts and Adaptations. *Environment department papers. Climate change series*. 2013. № 91. URL: <http://hdl.handle.net/10986/16616> (дата звернення: 20.06.2023).

112. Костюченко Ю. Кліматичні зміни складають загрозу національній безпеці. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/25139156.html>. (дата звернення: 07.06.2023)
113. Проць Н. Кліматична безпека: сутність та необхідність фінансового забезпечення. *Економічний часопис Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки*. 2018. №1. С.142-148.
114. Menzel A., Sparks T.H., Estrella N., Roy D.B. Altered geographic and temporal variability in phenology in response to climate change. *Global Ecology and Biogeography*. 2006. Vol. 15. P. 498-504.
115. UNEP. Emissions Gap Report 2017. URL: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2017>(дата звернення: 15.05.2023).
116. Victor Peter A. Growth, degrowth and climate change: A scenario analysis. *Ecological Economics*. 2012. Vol. 84. P. 206-212. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2011.04.013.
117. Farm level adaptation decisions to face climatic change and variability: evidence from Central Chile / Roco L. et al. *Environmental Science and Policy*. 2014. Vol. 44. P. 86-96. DOI: 10.1016/j.envsci.2014.07.008
118. Хвесик М.А., Ільїна М.В. Методологічні засади диференціації сільських територій України. *Економіка АПК*. 2018. № 4. С. 12-16.
119. Stern N. The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 712 p. URL: <http://www.cambridge.org/9780521700801> (дата звернення: 02.05.2023).
120. Effects of global climate change on agriculture: an interpretative review / Adams R.M., Hurd B.H., Lenhart S., Leary N. *Climate Research*. 1998. Vol. 11(1). P. 19-30.
121. Hertel T.W., Burke M.B., Lobell D.B. The poverty implications of climate-induced crop yield changes by 2030. *Glob. Environ. Change*. 2010. Vol. 20. P. 577-585. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2010.07.001.
122. Hertel T. W., Lobell D.B. Agricultural adaptation to climate change in rich and poor countries: current modeling practice and potential for empirical contributions. *Energy Econ*. 2014. Vol. 46. P. 562-575. DOI: 10.1016/j.eneco.2014.04.014.
123. Wolfe D.W. Contributions to climate change solutions from the agronomy perspective. *Handbook of Climate Change and Agroecosystems: Global and Regional Aspects and Implications* / eds. D. Hillel and C. Rosenzweig. Hackensack, NJ: World Scientific, 2013. P. 2-11. DOI: 10.1142/9781848169845_0002.
124. Akter S., Basher S.A. The impacts of food price and income shocks on household food security and economic well-being: evidence from rural Bangladesh. *Glob. Environ. Change*. 2014. Vol. 25(1). P. 150-162. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2014.02.003
125. Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990-2080 / Fischer G., Shah M., Tubiello F.N., Van Velhuizen H. *Philos. Trans. Royal Soc. B Biol. Sci*. 2005. 360(1463). P. 2067-2083. DOI: 10.1098/rstb.2005.1744.
126. Roos Elin, Helene Tjarnemo. Challenges of carbon labelling of food products: A consumer research perspective. *British Food Journal*. 2011. Vol. 113(8). P. 982-996. DOI: 10.1108/00070701111153742.
127. Swisstopo: Berichtüber die Versorgung der Schweiz mitnichtenergetischen mineralischen Rohstoffen (Berichtmineralische Rohstoffe). Ber. Landesgeol. 2017. 11 DE. 35 p.
128. Umwelt-Fussabdrücke des Schweizer Konsums–Zeitlicher Verlauf 1996 bis 2015 / Frischknecht R. et al. Swiss Federal Office forthe Environment FOEN: Ittigen, Switzerland, 2018.
129. Popp A., Lotze-Campen H., Bodirsky B. Food consumption, diet shifts and associated non-CO₂ greenhouse gases from agricultural production. *Global Environmental Change*. 2010. Vol. 20(3). P. 451-462. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2010.02.001.
130. Al W., Orking G. Climate change and food security: a framework document. Clima - FAO Rome, 2008. 110 p.

131. Roos E., Tjarnemo H. Challenges of carbon labeling of food products: a consumer research perspective. *Brit. Food J.* 2011. Vol. 113. P. 982-996.
132. Vermeir Iris, Wim Verbeke. Sustainable food consumption: Exploring the consumer “attitude-behavioral intention” gap. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics.* 2006. Vol. 19(2). P. 169-194. DOI: 10.1007/s10806-005-5485-3.
133. MacGillivray Alex. The fair share: The growing market share of green and ethical products. London: New Economics Foundation, 2000.
134. Lola Kurnia Pitaloka, Anna Kania Widiatami. Climate change issue and consumer behavior in purchasing beauty product. *IOP Conf. Ser. Earth and Environ. Sci.* 2022. Vol. 1098(1). 012030. DOI: 10.1088/1755-1315/1098/1/012030.

IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON FRUIT CROPS IN THE CONTEXT OF GLOBAL RESEARCH

M.O. BUBLYK, I.V. GRYNKYK, Doctors, Professors, Academicians of NAAS of Ukraine

L.O. BARABASH, PhD

H.A. CHORNA, L.A. FRYZIUK, Research Workers

Institute of Horticulture, NAAS of Ukraine, 03027, Kyiv, 23, Sadova Str.,

e-mail:sad-institut@ukr.net

The purpose of this study was to analyze global achievements in the study of the direct and indirect effects of climate change on fruit plants, their phenology, yield, physiological responses to stress events, changes in pest insect populations, the spread of diseases, economic consequences, consumer habits, and outline directions for further research.

The work methodology included searching and summarizing publications in popular scientific data bases and journals.

The analysis of scientific literature shows that temperature increase, water and temperature stress can cause a disorder in the development of plants and make important changes in the chemical composition of fruits and yield. Preserving the genetic diversity of plant species that have higher resistance to climate change is important for future breeding. Studies have also confirmed the complexity of the interaction of plants with the environment and their adaptation to abiotic stress. Physiological processes, such as photosynthesis and carbon distribution, under the influence of stress or can be manifested at different stages of plant growth, which is important for the irreproductive processes. Further research into crop diversification strategies and effective land use practices to adapt to climate change are important aspects to be thoroughly explored. The development and implementation of new horticultural systems based on biotic intensification aims to ensure environmentally safe production and support. Ukraine, taking into account agro-industrial specialization, faces significant climatic risks, which can lead to serious consequences for agricultural production and the country's economy. Research results indicate the need for accelerated adaptation and development of effective measures to preserve natural resources and ensure sustainable development. Attention is drawn to the research of innovative approaches to the consumption of energy and food resources aimed at reducing greenhouse gas emissions and improving environmental sustainability.

Key words: weather factors, fruit crops, pests and diseases, phenology, stressful events, adaptation, genetic diversity, agriculture, economic consequences, consumer habits.

Одержано редколегією 15.09.2023