

Нагірна Н.І.,
здобувачка третього рівня вищої освіти «доктор філософії» за спеціальністю 292 «Міжнародні економічні відносини»,*
Демкура І.Т.,
*здобувач** третього рівня вищої освіти «доктор філософії» за спеціальністю 292 «Міжнародні економічні відносини»,*
Західноукраїнський національний університет, м. Тернопіль

КЛІМАТИЧНІ ЗМІНИ ЯК ДЕТЕРМІНАНТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГЛОБАЛЬНОЇ ПРОДОВОЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ

Nahirna N.I.,
candidate for the third level of higher education "Doctor of Philosophy"
in specialty 292 "International Economic Relations",
Demkura I.T.
candidate for the third level of higher education "Doctor of Philosophy"
in specialty 292 "International Economic Relations",
West Ukrainian National University, Ternopil

CLIMATIC CHANGES AS DETERMINANTS OF THE FUNCTIONING OF GLOBAL FOOD SECURITY

Постановка проблеми. Кліматичні зміни є одним із ключових глобальних викликів, що чинить вплив на усі сфери діяльності людства, передусім на продовольчу безпеку, яка є базою для уникнення голоду, забезпечення стійкого розвитку суспільства та стратегічно важливим вектором для підтримки соціально-економічного розвитку країн. Підвищення температури, зміна режиму опадів, зростання екстремальних погодних явищ, деградація природних ресурсів – це далеко не повний перелік наслідків кліматичних змін, які впливають на сільське господарство, виробництво продовольства, стан земельних ресурсів, доступність продуктів харчування, тим самим детермінують шляхи адаптації продовольчих систем до зростаючих викликів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми продовольчої безпеки, які і кліматичних змін, не є новими для наукових дискусій. Найбільш ґрунтовні дослідження представлені у вигляді аналітичних звітів міжнародних організацій та дослідницьких центрів. Більшість з цих досліджень є спеціалізованими: фокусуються на глобальному потеплінні, екстремальних погодних умовах, кліматичній міграції тощо. У вітчизняній літературі питанням продовольчої безпеки та кліматичним факторам приділили увагу такі вчені, як О. Дем'янюк, І. Іващук, І. Карп, О. Коваленко, О. Шевченко, А. Юзефович та інші дослідники. Проте, незважаючи на велику кількість досліджень, окремі питання врахування кліматичних ризиків в екосистемі продовольчої безпеки залишаються недостатньо вирішеними.

Постановка завдання. Метою статті є обґрунтування впливу кліматичних змін на функціонування глобальної продовольчої безпеки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Більшість проблем, які виникають у сфері сільськогосподарського виробництва та продовольчої безпеки, дослідники намагаються пов'язати з питаннями клімату та екологічних змін. Насправді, вони мають рацію, адже ці сфери тісно є залежними від кліматичних змін та її наслідків, проте цей фактор не можна розглядати відокремлено від інших, які виступають важливими детермінантами екосистеми продовольчої безпеки на різних етапах її розвитку.

Досліджуючи проблему продовольчої безпеки в історичній ретроспективі, науковці по різному оцінюють її періодизацію. Багато досліджень акцентують увагу на питаннях продовольчої безпеки починаючи з 40-50-х років ХХ ст. [1], бо «занепокоєння щодо продовольчої безпеки виникло дуже чітко через кілька років після Другої світової війни» [2]. З 70-х рр. ХХ ст. це питання розглядають зарубіжні науковці в статті [3], бо, на їхню думку, саме з цього періоду розпочинається наукове дослідження продовольчої безпеки у різних аспектах. У Звіті ФАО ця проблематика розглядається у контексті

* Науковий керівник: Іващук І.О. – д-р екон. наук, професор

** Науковий керівник: Іващук І.О. – д-р екон. наук, професор

сільськогосподарського виробництва та забезпечення продуктами харчування починаючи з 60-х рр. XX ст. [4]. Безперечно, продовольча безпека зазнає трансформацій під впливом глобальної нестабільності та викликів, тому об'єктивно, що змінюється фокус досліджень у різні періоди [5].

З огляду на зазначене, вважаємо, що проблему продовольчої безпеки потрібно аналізувати набагато раніше, ніж з періоду другої половини XX ст., бо вона є невід'ємним елементом розвитку людства, і світова історія має численні приклади, коли для країн поставала проблема голоду. Питання в тому, що на різних історичних етапах були різні причини та форми його прояву, а також наслідки. Систематизуємо основні історичні періоди, їх характеристики та детермінанти продовольчої безпеки (табл. 1).

Таблиця 1

Історичні періоди та характеристики продовольчої безпеки

Історичний період	Голод і масштабні події	Основні детермінанти продовольчої безпеки
Давні часи (доісторичний і ранній аграрний період)	Неврожаї через зміни клімату або виснаження ресурсів; масові міграції через нестачу їжі.	Природні фактори: залежність від ресурсів; Кліматичні умови: посухи або зміни температури.
Стародавні цивілізації (3000 р. до н.е. – 500 р. н.е.)	Руйнування іригаційних систем під час війн (Месопотамія, Єгипет); великий голод у Китаї; епізодичні голоди в Римській імперії.	Інфраструктурні фактори: іригація; Політичні фактори: війни.
Середньовіччя (V-XV ст.)	Великий голод у Європі; епідемії; голоди в Індії через залежність від мусонів та ін.	Кліматичні фактори: неврожаї; Соціально-економічні фактори: нерівність; Технологічні фактори: відсутність технологій збереження їжі.
Ранній новий час (XVI-XVIII ст.)	Ірландський картопляний голод; голоди у колоніях через експлуатацію ресурсів; кліматичні аномалії та ін.	Колоніальна політика: експлуатація; Аграрна залежність; Кліматичні фактори: коливання температур.
Індустріалізація та XIX століття	Масові голоди в країнах Європи	Технологічні фактори; Соціальні фактори: урбанізація.
XX століття: Війни та технології	Голодомор в Україні (1932–1933 рр.); великий китайський голод (1958–1962 рр.); голод у Бангладеш (1974 р.) та ін.	Політичні фактори: репресії; Технологічні фактори: «Зелена революція»; Економічні фактори: залежність від ринків.
Сучасний період (2000–2024 рр.)	Глобальна продовольча криза (2008 р.); голод у Східній Африці (2011 р.); війна в Сирії; пандемія COVID-19; війна в Україні (2022 р.) та ін.	Екологічні фактори: зміни клімату; Економічні: глобальні ціни та нестабільність ринків; Політичні: війни та конфлікти; Соціальні: нерівність.

Джерело: складено авторами

Перший період охоплює доісторичний період та період раннього аграрного виробництва. Американський науковець, біолог Джаред Мейсон Даймонд опублікував сенсаційну працю «Зброя, мікроби і харч. Витоки нерівностей між народами», де наводить причини не лише еволюції людства, а й переходу до землеробства і так званого харчового виробництва [6]. Вчений заперечує різкий перехід від скотарства до землеробства і появу так званого «свідомого харчового виробництва», тому «стає очевидним, що не слід гадати, нібито рішення про перехід до рільництва було неминучим, неначебто люди доти не мали засобів, аби прогодувати себе. Натомість харчове виробництво і мисливство-збиральництво слід розглядати як альтернативні стратегії, котрі протистояли одна одній» [6], тим більше, що автор наводить вагомні аргументи на користь існування харчового виробництва в доісторичні часи. У перший період відбулося одомашнення тварин та рослин, проте висока залежність від природних факторів та кліматичні умови, війни, відсутність технологій виробництва та зберігання їжі суттєво впливали на забезпечення їжею та доступ до неї, міграцію населення та виживання.

Другий період охоплює стародавні цивілізації, де продовольча безпека залежала від інфраструктурних факторів та політичних. Для цього періоду знаковими стали великий голод у Стародавньому Єгипті («виробництво їжі в Єгипті сильно залежало від обробки земель долини Нілу, які зрошувалися і удобрювалися щорічною повінню. Оскільки рівень затоплення був нерегулярним, продовольчі кризи повторювалися досить часто, від нестачі їжі до голоду» [7]), спричинений посухами і неврожаєм голод у Китаї, незначні порівняно з попередніми голоди в Римській імперії. Лише з третього періоду соціально-економічні фактори починають ставати детермінантами продовольчої безпеки. Такий історичний екскурс підтверджує, що проблема продовольчої безпеки є багатовимірною, залежною від низки чинників, які на різних періодах розвитку трансформуються в її головні детермінанти.

Наведена періодизація підтверджує важливу роль кліматичних чинників на усіх етапах становлення продовольчої безпеки і формування глобальної продовольчої системи з однією відмінністю: змінюється сила їх впливу та охоплення. Посилення їхнього впливу потребує адаптаційних стратегій та розширення глобальної співпраці. Разом з тим, інші фактори залишаються не менш значимими у забезпеченні стійкості продовольчих систем [8].

Щодо впливу кліматичних факторів, то найбільш критичними є підвищення середньої температури та екстремальні природні явища, адже глобальне потепління на різних рівнях (+1,5°C, +2°C, +3°C, +4°C) впливає на регіональні кліматичні зміни та екстремальні явища, а через них і на продовольчу безпеку (рис. 1).

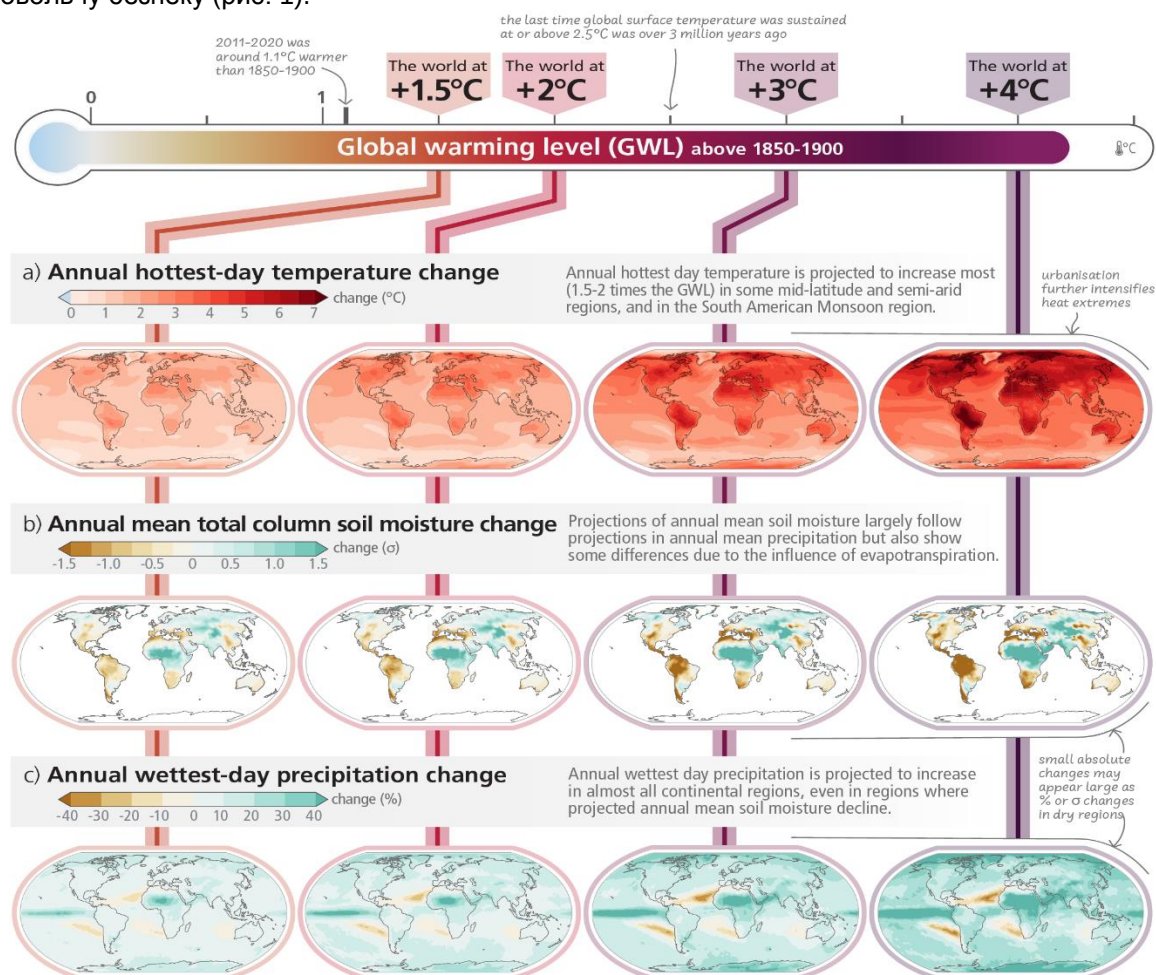


Рис. 1. Прогнозовані зміни річної максимальної добової температури, середньорічної загальної вологості ґрунту та річної максимальної одностовій кількості опадів при рівнях глобального потепління 1,5°C, 2°C, 3°C і 4°C відносно 1850–1900 рр.

Джерело: [10]

Підвищення температури супроводжується зростанням екстремальних явищ і регіональних змін, зокрема, в посушливих районах помітним є значне зменшення вологості ґрунту; в деяких регіонах температура може зростати більше, ніж середнє глобальне потепління, що призводить до зниження врожайності в цих регіонах; з іншого боку, зростають ризики повеней, які стають все більш інтенсивними; зростає число кліматичних мігрантів. Разом з тим, поділяємо думку українських науковців А. Юзефовича та О. Коваленко, що ці кліматичні явища «безпосередньо впливають не тільки на виробництво, а й на використання продовольства, оскільки відбувається зменшення його корисних властивостей, і не рідко – безпечності харчових продуктів» [9].

Усі кліматичні зміни мають безпосередній вплив на аграрний сектор та аграрне виробництво. І починається цей вплив з підвищення температури, яка кардинально змінює кліматичні умови вирощування сільськогосподарської продукції [11]. За даними Climate Action Tracker, «обмеження потепління до 1,5°C вище доіндустріального рівня означає, що викиди парникових газів необхідно швидко скоротити в найближчі роки, приблизно вдвічі до 2030 року, і звести до нуля приблизно в середині століття» [12], а такі обмеження є малоімовірними. На сьогодні країни не виконують свої зобов'язання щодо обмеження температури і, як зазначається у доповіді Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC) «Глобальне потепління на 1,5°C» (SR15), «у багатьох регіонах суші та в сезони

спостерігається потепління, яке перевищує середньорічний глобальний показник, у тому числі в Арктиці, в два–три рази вище. Потепління зазвичай вище над сушею, ніж над океаном» [13]. Безперечно, обмеження потепління до 1,5°C потребує глобальних та локальних змін.

Уже тривалий період час вирішення питань продовольчої безпеки фокусується навколо впливу кліматичних змін на врожайність основних культур, збереження якої є критично важливим для стримування глобального голоду. Поточні втрати врожайності кукурудзи (7–15 %) і пшениці (6–10 %) викликані впливом кліматичних змін, особливо у тропічних регіонах, тому досягнення обмеження глобального потепління до 1,5°C може зменшити ці втрати до 3–4 %, що значно покращить продовольчу безпеку, особливо у вразливих країнах. Аналіз даних табл. 2 дає змогу оцінити, як обмеження глобального потепління до 1,5°C може вплинути на ключові аспекти продовольчої безпеки та довкілля.

Таблиця 2

Порівняння поточних кліматичних впливів та сценарію 1,5°C

Характеристики продовольчої безпеки та довкілля	Поточна ситуація	Очікувані покращення при 1,5°C
Врожайність культур	Зниження врожайності кукурудзи на 7–15 %, пшениці на 6–10 % (особливо у тропіках).	Зменшення втрат врожайності до 3–4 %, особливо у вразливих регіонах.
Ризики продовольчої безпеки	Зростаючі ризики голоду, особливо в Африці, Південній Азії та тропічних регіонах.	На 50 млн менше людей стикатимуться з голодом у порівнянні зі сценарієм 2°C.
Екстремальні погодні явища	Часті посухи, повені та теплові хвилі, які пошкоджують врожаї та інфраструктуру.	Зменшення частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ.
Морські екосистеми	Масова втрата коралових рифів (до 99 %) при потеплінні вище 2°C.	Збереження до 30 % коралових рифів, які підтримують рибальство та біорізноманіття.
Ціни на продовольство	Зростання цін на зернові на 10–29 % до 2050 року через вплив екстремальних погодних умов.	Менша волатильність цін, стабілізація ринків завдяки зниженню екстремальних подій.
Водні ресурси	Зниження запасів прісної води для іригації через висихання річок та посухи.	Стабільніші запаси води завдяки меншій кількості посух та повеней.
Біорізноманіття	Значна втрата видів, які підтримують продовольчі системи.	Збереження біорізноманіття, що покращує стабільність продовольчих систем.

Джерело: складено авторами

Наприклад, у 2015 році екстремальна спека в Індії призвела до скорочення врожайності пшениці. Ця ситуація отримала продовження і в наступні роки. Як зазначається у Звіті [14], в середині березня 2022 року відбулося різке підвищення температури, що «помітно вплинуло на врожай пшениці в Індії. Врожайність знизилася на 10–15 %, що призвело до скорочення виробництва пшениці в Індії в прогнозованому ринковому році (Мґ) 2022/23 (квітень–березень) зі 110 мільйонів метричних тонн (ММТ) до 99 ММТ» [14]. Це стало причиною того, що уряд Індії у травні 2022 року заборонив експорт пшениці. При підвищенні температури спостерігається поширення шкідників і хвороб, які швидко розмножуються та знищують врожай. Так, у Бразилії зафіксовано зростання захворюваності рослин (соя, кукурудза) через зміну кліматичних умов. Посухи та повені демонструють свій вплив на сільське господарство в регіонах, які й так відчувають проблеми у забезпеченні продовольчої безпеки. Зокрема, посухи в регіоні Сахель протягом 2010–2020 років, поряд із негативними політичними та економічними факторами, суттєво знизили врожайність зернових [15]. У 2022 році повені в Пакистані затопили великі площі орних земель, що спричинило втрати продовольства. У 2017 році під час урагану Марія в Пуерто-Ріко значна частина сільськогосподарських угідь була знищена [16].

Серед кліматичних змін актуальними залишаються підвищення рівня моря та порушення морських екосистем. Через затоплення прибережних територій часто відбувається попадання морської води у підземні води та засолення орних земель. Наприклад, у Бангладеш (належить до країн, найбільш вразливих до сильних мусонних повеней і циклонів) у 2020 році через повені втрачено значну частину орних земель – «83000 гектарів рисових полів були пошкоджені, що призвело до втрати врожаю та погіршення продовольчої безпеки в країні» [17]. У дельті річці Меконгу у В'єтнамі зниження врожайності рису стало наслідком засолення ґрунтів [18], тому актуальним є питання вирощення сортів рису, стійких до несприятливого середовища.

Майбутнє розвитку людства, в тому числі й стан продовольчої безпеки, залежатимуть від сценаріїв розвитку. Одна з перших наукових публікацій опису сценаріїв була опублікована у 2014 р. групою дослідників з різних країн [19]. Зокрема, автори зазначали, що «оцінювання впливу зміни

клімату на суспільство та наслідків альтернативних політичних підходів є ключовими цілями сценарію SSP» [19].

Згодом була опублікована ще одна фундаментальна стаття [20], в якій дослідники акцентують увагу на розробці SSP, «щоб забезпечити п'ять різних шляхів щодо майбутнього соціально-економічного розвитку, оскільки вони можуть розгортатися за відсутності явних додаткових політик і заходів для обмеження впливу клімату або підвищення адаптивної здатності» [20], що дало їм змогу обґрунтувати як «сценарії SSP визначають кількісну оцінку розвитку енергетики та землекористування, а також пов'язану з цим невизначеність викидів парникових газів і забруднювачів повітря» [20].

На сьогодні найбільш реалістичний сценарій перебуває між SSP2-4.5 і SSP3-7.0. Деталізуємо їх у табл. 3. Найгіршим прогностичним сценарієм є SSP5-8.5, для якого характерними є значні кліматичні зміни, великі викиди парникових газів через індустріалізацію та низький рівень адаптації, причому вплив на розвиток людства є критичним.

Таблиця 3

Сценарії зміни клімату, їх характеристики та вплив на продовольчу безпеку

Сценарій	RCP (радіаційний вплив, Вт/м ²)	Характеристика	Вплив на продовольчу безпеку
SSP1-1.9 (Стійкий розвиток)	RCP1.9 (~1,9 Вт/м ²)	- Глобальне потепління до кінця століття залишається нижче 1,5°C. - Широка міжнародна співпраця для досягнення екологічних цілей. - Активний перехід на відновлювані джерела енергії.	- Сільське господарство зазнає мінімального впливу. - Збільшується адаптаційна здатність агросистем завдяки екологічно орієнтованим стратегіям. - Скорочується ризик голоду вразливих регіонів.
SSP1-2.6 (Стійкий розвиток)	RCP2.6 (~2,6 Вт/м ²)	- Потепління обмежується в діапазоні 1,5–2°C. - Викиди парникових газів поступово знижуються. - Економіка розвивається з екологічною орієнтацією.	- Незначне скорочення врожайності у регіонах, що страждають від посухи. - Зростають інвестиції в адаптаційні заходи, що підтримують продовольчу безпеку.
SSP2-4.5 (Помірний розвиток)	RCP4.5 (~4,5 Вт/м ²)	- Температура зростає на 2–3°C до кінця століття. - Адаптаційні технології розвиваються повільними темпами. - Помірний рівень міжнародної співпраці.	- Зниження врожайності основних сільськогосподарських культур у тропічних регіонах. - Зростає залежність від імпорту продовольства у вразливих країнах.
SSP3-7.0 (Розбіжний світ)	RCP7.0 (~7,0 Вт/м ²)	- Глобальне потепління сягає 3–4°C. - Нерівність між країнами збільшується. - Низький рівень глобальної координації у вирішенні кліматичних проблем.	- Значні втрати врожаю через посухи та екстремальні погодні явища. - Високий ризик продовольчих криз, особливо в країнах Африки та Азії.
SSP5-8.5 (Екстремальні викиди)	RCP8.5 (~8,5 Вт/м ²)	- Температура зростає понад 4°C до кінця століття. - Швидке економічне зростання завдяки використанню викопного палива (що спричиняє дуже високі викиди). - Масштабні кліматичні зміни стають неминучими.	- Критичне скорочення врожайності в багатьох регіонах. - Масові продовольчі кризи. - Скорочується доступ до водних ресурсів, що впливає на агровиробництво.

Джерело: складено авторами

Загострення проблеми продовольчої безпеки об'єктивно актуалізує питання її екосистеми, яка реалізується на різних рівнях, починаючи від індивідуального, коли формується харчова культура, до глобального, коли постає питання подолання глобальних викликів: наслідків кліматичних змін, геополітичних ризиків та конфліктів, економічних обмежень, епідемій тощо. Тому слушно зауважує українська дослідниця О. Дем'янюк, що під впливом всіх цих чинників формується «складна комбінація непередбачуваної мінливості навколишнього природного середовища, що є серйозним випробуванням стійкості й продуктивності як для екосистем, так і для агроекосистем» [21].

Дослідниця Г. Лановська пропонує відійти від традиційного розуміння екосистеми, а взяти приклад із зарубіжних досліджень, де це поняття розглядається як «сукупність інституцій, які ефективно взаємодіють в економічній системі» [22]. Основним предметом дослідження було обрано інноваційну екосистему, яка базується на принципах, які властиві екосистемам: «... принцип

децентралізації та балансу інтересів; принцип стратегічної спрямованості; принцип урахування інноваційного потенціалу; принцип взаємодії; принцип адаптивності; принцип гласності та інформаційної прозорості; принцип урахування змін; принцип науковості; принцип орієнтації на потреби ринку» [22].

Таким чином, екосистема продовольчої безпеки відображає систему відносин між її суб'єктами, які можуть мати як горизонтальний, так і вертикальний характер (що забезпечує баланс системи, її гнучкість та структурність), детермінуються чинниками економічного, соціального, екологічного та технологічного характеру. Ці відносини формують єдину глобальну продовольчу систему, спрямовану на забезпечення доступу населення до безпечних, якісних і поживних продуктів харчування, з урахуванням їх кількісної та якісної доступності, рівноправності у доступі та розподілі, мінімізації негативного впливу на довкілля, а також адаптивності системи до сучасних глобальних викликів та загроз, в тому числі й таких як глобальні економічні кризи, геополітична нестабільність, зміна клімату, соціальна нерівність та ін.

У контексті нашого дослідження пропонуємо наступні принципи екосистеми продовольчої безпеки, які визначають її функціонування в умовах кліматичних змін та глобальних викликів: стійкість і адаптивність до змін клімату; збереження біорізноманіття; раціональне управління природними ресурсами, попередження їх виснаження; інноваційність; впровадження новітніх технологій та інновацій у виробництво та моніторинг кліматичних змін, застосування цифрових інструментів, автоматизації, штучного інтелекту; економічна доступність, забезпечення рівного доступу різних соціальних груп до продовольства; співпраця та координація зусиль на місцевому, національному, міжнародному та глобальному рівнях; аналіз ризиків; формування екологічної культури.

Незважаючи на досить розгалужену систему інституційної підтримки країн, які відчувають проблеми із продовольством, та певне поліпшення стану продовольчої безпеки у світі, залишаються регіони, де кліматичні чинники (наприклад, екстремальні погодні умови, включаючи посухи (Кенія) та повені (Сомалі), доповнюються соціальними, економічними, політичними (наприклад, нестабільність в Сомалі та Судані). За даними ФАО у 2024 р. 33 країни світу потребуватимуть зовнішньої продовольчої допомоги, серед них: 33 країни Африки, 9 країн Азії, 2 країни Америки і Карибського басейну, 1 країна Європи (Україна) [23].

Серед потенційних кліматичних загроз для екосистеми продовольчої безпеки пропонуємо виокремити наступні:

1. Поява нових шкідників і хвороб, адже комахи-шкідники все частіше мігрують в регіони, де вони раніше не оселялися. І це також пов'язане із зміною клімату і створенням для них сприятливого середовища перебування.

2. Кислотність океанів, яка зростає із підвищенням рівня CO_2 в атмосфері, впливає на ланцюги живлення [24], створює значні загрози для морських екосистем, знижує обсяги рибальства. Дослідження підтверджують, що «кислотність поверхневого шару океанів зросла на 30 % через величезну кількість антропогенного CO_2 , поглинутого океанами з доіндустріального часу – за оцінками, це 500 гігатонн або 25 % від того, що було викинуто в атмосферу. Якщо цей процес продовжуватиметься з тією ж швидкістю, рН океану знизиться ще на 0,3 до кінця цього століття, що відповідатиме безпрецедентному зростанню кислотності океану на 150 %» [25]. Серед найбільш вразливих країн є Пакистан, Таїланд, Філіппіни, Китай та інші [26].

3. Танення льодовиків і підвищення рівня моря, основними наслідками яких буде зростання затоплення родючих земель у прибережних регіонах, засолення ґрунтів та зміна екосистеми прибережних вод, проникнення солоної води у підземні води, зменшення доступу до прісної води через танення льодовиків.

4. Кліматична міграція через зміни клімату. Так, у 2022 році 84 % біженців і шукачів притулку походили з країн, які мають високу кліматичну вразливість» [27]. Якщо не буде прийнято ефективних заходів підтримки таких країн, то зміна клімату стане причиною міграції до 2050 року 216 мільйонів людей у шести регіонах світу [28].

Висновки з проведеного дослідження. Таким чином, на основі проведено аналізу виокремимо існуючі кліматичні загрози екосистемі продовольчої безпеки, які будуть посилюватися у майбутньому: екстремальні погодні явища (посухи, повені і т.д.); зниження доступу до водних ресурсів через висихання річок та деградацію ґрунтів; втрата біорізноманіття, яке необхідне для підтримання аграрних систем та ін. Разом з тим, зміни клімату відкривають нові можливості для оздоровлення екосистеми продовольчої безпеки через впровадження інновацій, долучення до програм міжнародних організацій стимулювання екологічно орієнтованого аграрного виробництва, поведження з відходами, удосконалення режимів посіву і використання добрив, боротьби з шкідниками тощо. Заходами, що зменшать вплив кліматичних змін на продовольчу безпеку, можуть бути наступні: впровадження сталих практик у сільському господарстві, скорочення використання хімічних добрив і перехід до органічного виробництва, що сприятиме зниженню рівня забруднення ґрунтів та води; вирощування культур, адаптованих до екстремальних погодних умов; перехід на відновлювані джерела енергії та їх

широке застосування у сільськогосподарському виробництві; раціональне управління водними ресурсами та впровадження інших екологічно орієнтованих підходів.

Література

1. Sassi M. The History of Food Security: Approaches and Policies. In: Understanding Food Insecurity. Springer, Cham. 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-70362-6_5.
2. Salvatici S. Writing the History of Food Security since 1945. *Contemporanea*. 2015. № 3. Vol. 18. P. 347-354. URL: <https://www.jstor.org/stable/24654149> (дата звернення: 12.08.2024).
3. The Evolution of Food Security: Where Are We Now, Where Should We Go Next? / Akbari M., Foroudi P., Shahmoradi M. *Sustainability*. 2022. № 14(6). 3634. URL: <https://www.mdpi.com/1550192> (дата звернення: 12.08.2024).
4. World agriculture: towards 2015/2030. Summary report. URL: <https://www.fao.org/4/Y3557E/y3557e00.htm#TopOfPage> (дата звернення: 13.08.2024).
5. Panghal A., Mor R. S, Kamble S. S, Khan S. A. R, Kumar D., Soni G. Global food security post COVID-19: Dearth or dwell in the developing world? *Agronomy Journal*. 2021. URL : <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/agj2.20932> (дата звернення: 13.08.2024).
6. Даймонд Джаред. Зброя, мікроби і харч: Витоки нерівностей між народами / пер. з англ. Т. Цимбала. Київ : «Ніка-Центр», 2009. 488 с.
7. Coulon Laurent. *Famine*. UCLA Encyclopedia of Egyptology, Los Angeles. 2008. URL : <https://escholarship.org/uc/item/2nv473z9> (дата звернення: 14.08.2024).
8. Іващук І. О., Карп І. М. Дивергентні зміни в продовольчому секторі. *Інноваційна економіка*. 2021. № 3-4. С. 5-11. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/inek_2021_3-4_2 (дата звернення: 14.08.2024).
9. Юзефович А. Е., Коваленко О. В. Продовольча безпека в умовах глобальних змін клімату. *Продовольчі ресурси*. 2019. № 13. С. 291-298. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pr_2019_13_30 (дата звернення: 14.08.2024).
10. AR6 Synthesis Report. Climate Change 2023. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/figures> (дата звернення: 14.08.2024).
11. Global Temperature. URL: <https://climate.nasa.gov/interactives/climate-time-machine/?intent=021> (дата звернення: 14.08.2024).
12. Evaluating progress towards the Paris Agreement. URL: <https://climateactiontracker.org/global/temperatures/> (дата звернення: 15.08.2024).
13. Global Warming of 1.5°C. URL: https://www.ipcc.ch/sr15/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 15.08.2024).
14. India: India – Extreme Temperatures Scorch Indian Wheat Production. URL: https://www.fas.usda.gov/data/india-india-extreme-temperatures-scorch-indian-wheat-production?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 15.08.2024).
15. Impact of climate change and adaptations for cultivation of millets in Central Sahel / Abubakar A., Ishak M. Y., Uddin M. K. *Environmental Sustainability*. 2023. Volume 6. P. 441-454. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s42398-023-00291-8?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 15.08.2024).
16. Hurricane Maria: Puerto Rico facing crisis. 2017. URL: https://www.bbc.com/news/world-us-canada-41377185?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 15.08.2024).
17. Bangladesh monsoon flooding 2020: anticipatory action pilot. URL: https://www.unocha.org/bangladesh-monsoon-flooding-2020-anticipatory-action-pilot?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 15.08.2024).
18. Paik SongYi, Le Dung Thi Phuong, Nhu Lien Thi, Mills Bradford Franklin. Salt-tolerant rice variety adoption in the Mekong River Delta: Farmer adaptation to sea-level rise. URL: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371%2Fjournal.pone.0229464&utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 15.08.2024).
19. A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways / O'Neill B. C., Kriegler E., Riahi K. et al. *Climatic Change*. 2014. № 122. P. 387-400. URL : <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-013-0905-2> (дата звернення: 15.08.2024).
20. The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378016300681> (дата звернення: 15.08.2024).
21. Дем'янюк О. С. Продовольча безпека України в контексті змін клімату. *Агроекологічний журнал*. 2015. № 4. С. 14-21. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2015_4_4 (дата звернення: 15.08.2024).
22. Лановська Г. І. Інноваційна екосистема: сутність та принципи. *Економіка і суспільство*. 2017. Випуск № 11. С. 257-262. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/11_ukr/43.pdf (дата звернення: 16.08.2024).

23. Crop Prospects and Food Situation. FAO. Triannual Global Report. 2024. № 1. March. URL: <https://openknowledge.fao.org/items/b42fe73a-d371-4e59-afa3-96b8409e4fcf> (дата звернення: 16.08.2024).
24. Jin Peng, Hutchins David A., Gao Kunshan. The Impacts of Ocean Acidification on Marine Food Quality and Its Potential Food Chain Consequences. 2020. URL: https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2020.543979/full?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 16.08.2024).
25. Environmental Consequences of Ocean Acidification: a Threat to Food Security. 2010. URL: https://oceanfdn.org/sites/default/files/Environmental_Consequences_of_Ocean_Acidification.pdf (дата звернення: 16.08.2024).
26. Lemonick Michael D. Ocean Acidification Threatens Food Security, Report. 2012. 24 September. URL: https://www.climatecentral.org/news/ocean-acidification-threatens-food-security-in-developing-world-study-finds-15036?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 16.08.2024).
27. Anticipating the Business Impacts of Climate Migration. URL: https://deloitte.wsj.com/cmo/anticipating-the-business-impacts-of-climate-migration-3d0ce43f?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 16.08.2024).
28. Climate Change Could Force. 216 Million People to Migrate Within Their Own Countries by 2050. World Bank. 2021. URL: https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2021/09/13/climate-change-could-force-216-million-people-to-migrate-within-their-own-countries-by-2050?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 16.08.2024).

References

1. Sassi, M. (2018). "The History of Food Security: Approaches and Policies". In: Understanding Food Insecurity. Springer, Cham, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-70362-6_5.
2. Salvatici, S. (2015), "Writing the History of Food Security since 1945", *Contemporanea*, no. 3, vol. 18, pp. 347-354, available at: <https://www.jstor.org/stable/24654149> (access date August 12, 2024).
3. Akbari, M., Foroudi, P. and Shahmoradi, M. (2022), "The Evolution of Food Security: Where Are We Now, Where Should We Go Next?" *Sustainability*, no.14 (6), 3634, available at: <https://www.mdpi.com/1550192> (access date August 12, 2024).
4. World agriculture: towards 2015/2030. Summary report, available at: <https://www.fao.org/4/Y3557E/y3557e00.htm#TopOfPage> (access date August 13, 2024).
5. Panghal, A., Mor, R. S, Kamble, S. S, Khan, S.A.R, Kumar, D. and Soni, G. (2021), "Global food security post COVID-19: Dearth or dwell in the developing world?," *Agronomy Journal*, available at: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/agj2.20932> (access date August 13, 2024).
6. Daimond, Dzharred (2009), *Zbroia, mikroby i kharch: Vytoky nerivnostei mizh narodamy* [Weapons, Germs and Food: The Origins of Inequalities Between Nations], «Nika-Tsentr», Kyiv, Ukraine, 488 p.
7. Coulon, Laurent (2008), *Famine*. UCLA Encyclopedia of Egyptology, Los Angeles, available at: <https://escholarship.org/uc/item/2nv473z9> (access date August 14, 2024).
8. Ivashchuk, I.O. and Karp, I.M. (2021), "Divergent changes in the food sector", *Innovatsiina ekonomika*, no. 3-4, pp. 5–11, available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/inek_2021_3-4_2 (access date August 14, 2024).
9. Yuzefovych, A.E. and Kovalenko, O.V. (2019), "Food security in the context of global climate change", *Prodovolchi resursy*, no. 13, pp. 291–298, available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pr_2019_13_30 (access date August 14, 2024).
10. AR6 Synthesis Report. Climate Change 2023, available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/figures> (access date August 14, 2024).
11. Global Temperature, available at: <https://climate.nasa.gov/interactives/climate-time-machine/?intent=021> (access date August 14, 2024).
12. Evaluating progress towards the Paris Agreement, available at: <https://climateactiontracker.org/global/temperatures/> (access date August 15, 2024).
13. Global Warming of 1.5°C, available at: https://www.ipcc.ch/sr15/?utm_source=chatgpt.com (access date August 15, 2024).
14. India: India – Extreme Temperatures Scorch Indian Wheat Production, available at: https://www.fas.usda.gov/data/india-india-extreme-temperatures-scorch-indian-wheat-production?utm_source=chatgpt.com (access date August 15, 2024).
15. Abubakar, A., Ishak, M.Y. and Uddin, M.K. (2023), "Impact of climate change and adaptations for cultivation of millets in Central Sahel", *Environmental Sustainability*, Volume 6, pp. 441–454, available at: https://link.springer.com/article/10.1007/s42398-023-00291-8?utm_source=chatgpt.com (access date August 15, 2024).
16. Hurricane, M. (2017), "Puerto Rico facing crisis", available at: https://www.bbc.com/news/world-us-canada-41377185?utm_source=chatgpt.com (access date August 15, 2024).

17. "Bangladesh monsoon flooding 2020: anticipatory action pilot", available at: https://www.unocha.org/bangladesh-monsoon-flooding-2020-anticipatory-action-pilot?utm_source=chatgpt.com (access date August 15, 2024).
18. Paik, SongYi, Le, Dung Thi Phuong, Nhu, Lien Thi and Mills, Bradford Franklin, "Salt-tolerant rice variety adoption in the Mekong River Delta: Farmer adaptation to sea-level rise", available at: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371%2Fjournal.pone.0229464&utm_source=chatgpt.com (access date August 15, 2024).
19. O'Neill, B.C., Kriegler, E. and Riahi, K. (2014), "A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways", *Climatic Change*, no.122, pp. 387–400, available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-013-0905-2> (access date August 15, 2024).
20. "The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview", available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378016300681> (access date August 15, 2024).
21. Demianiuk, O.S. (2015), "Food security of Ukraine in the context of climate change", *Ahroekolohichniy zhurnal*, no. 4, pp. 14–21, available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2015_4_4 (access date August 15, 2024).
22. Lanovska, H.I. (2017), "Innovation ecosystem: essence and principles", *Ekonomika i suspilstvo*, Vol. 11, pp. 257–262, available at: https://economyandsociety.in.ua/journals/11_ukr/43.pdf (access date August 16, 2024).
23. Crop Prospects and Food Situation (2024), FAO. Triannual Global Report, no.1, March, available at: <https://openknowledge.fao.org/items/b42fe73a-d371-4e59-afa3-96b8409e4fcf> (access date August 16, 2024).
24. Jin, Peng, Hutchins, David A. and Gao, Kunshan (2020), "The Impacts of Ocean Acidification on Marine Food Quality and Its Potential Food Chain Consequences", available at: https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2020.543979/full?utm_source=chatgpt.com (access date August 16, 2024).
25. "Environmental Consequences of Ocean Acidification: a Threat to Food Security" (2010), available at: https://oceanfdn.org/sites/default/files/Environmental_Consequences_of_Ocean_Acidification.pdf (access date August 16, 2024).
26. Lemonick, Michael D. (2012), "Ocean Acidification Threatens Food Security, Report, 24 September", available at: https://www.climatecentral.org/news/ocean-acidification-threatens-food-security-in-developing-world-study-finds-15036?utm_source=chatgpt.com (access date August 16, 2024).
27. "Anticipating the Business Impacts of Climate Migration", available at: <https://deloitte.wsj.com/cmo/anticipating-the-business-impacts-of-climate-migration-3d> (access date August 16, 2024).
28. "Climate Change Could Force. 216 Million People to Migrate Within Their Own Countries by 2050" (2021), World Bank, available at: https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2021/09/13/climate-change-could-force-216-million-people-to-migrate-within-their-own-countries-by-2050?utm_source=chatgpt.com (access date August 16, 2024).

Нагірна Н.І., Демкура І.Т.

КЛІМАТИЧНІ ЗМІНИ ЯК ДЕТЕРМІНАНТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГЛОБАЛЬНОЇ ПРОДОВОЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ

Мета. Метою статті є обґрунтування впливу кліматичних змін на функціонування глобальної продовольчої безпеки.

Методика дослідження. Основою дослідження є системний та міждисциплінарний підхід, який охоплює екологічні, економічні та соціальні аспекти продовольчої безпеки. Для досягнення мети у статті використано такі методи дослідження: аналізу і синтезу – для опрацювання наукової літератури та узагальнення теоретичних основ глобальної продовольчої безпеки; історичний та логічний методи – при аналізі впливу кліматичних змін на продовольчу безпеку в історичній ретроспективі; діалектичний метод – при розкритті трансформаційних змін продовольчої системи; дедукції та індукції – при формулюванні висновків та узагальнень; метод візуалізації – для графічного представлення результатів дослідження.

Результати дослідження. Обґрунтовано роль кліматичних змін як глобального виклику, що впливає на продовольчу безпеку. Охарактеризовано історичні періоди продовольчої безпеки та визначено основні детермінанти для кожного з них. Підтверджено роль кліматичних чинників у формуванні глобальної продовольчої системи. Розкрито вплив підвищення середньої температури та екстремальних природних явищ на продовольчу безпеку. Аргументовано важливість досягнення обмеження потепління до 1,5°C в контексті впливу на продовольчу безпеку, проведено порівняння поточних кліматичних впливів та сценарію 1,5°C на неї. Проаналізовано результати впливу основних кліматичних змін на стан продовольчої безпеки та сільське господарство. Розкрито сценарії зміни клімату, їх характеристики та вплив на екосистему продовольчої безпеки. Подано авторське

визначення екосистеми продовольчої безпеки та її основні принципи. Визначено потенційні кліматичні загрози для екосистеми продовольчої безпеки.

Наукова новизна результатів дослідження. Обґрунтовано вплив кліматичних змін на глобальну продовольчу безпеку, що, на відміну від існуючих підходів, дає змогу комплексно оцінити зміни та їхній вплив на формування продовольчих систем у різних періодах. Набуло подальшого розвитку обґрунтування впливу кліматичних змін на ключові аспекти продовольчої безпеки, що сприяє розробці більш стійких та ефективних управлінських рішень у цій сфері.

Практична значущість результатів дослідження. Зроблені висновки щодо напрямків адаптації продовольчих систем до кліматичних змін можуть бути використані суб'єктами екосистеми продовольчої безпеки у практичній діяльності. Оцінка впливу кліматичних факторів дозволяє ідентифікувати виклики та запропонувати заходи з підвищення стійкості сільського господарства та забезпечення продовольчої безпеки.

Ключові слова: геополітичні ризики, глобальні виклики, економічний розвиток, продовольчі кризи, продовольча безпека, детермінанти продовольчої безпеки, сільське господарство, кліматичні зміни, глобальне потепління, відновлювані джерела енергії, адаптація продовольчих систем, екосистема продовольчої безпеки.

Nahirna N.I., Demkura I.T.

CLIMATIC CHANGES AS DETERMINANTS OF THE FUNCTIONING OF GLOBAL FOOD SECURITY

Purpose. The aim of the article is to substantiate the impact of climate change on the functioning of global food security.

Methodology of research. The basis of the study is a systemic and interdisciplinary approach, which covers ecological, economic and social aspects of food security. The following research methods were used to achieve the goal in the article: analysis and synthesis – to study the scientific literature and generalize the theoretical foundations of global food security; historical and logical methods – when analysing the impact of climate change on food security in historical retrospect; dialectical method – when revealing transformational changes in the food system; deduction and induction – when formulating conclusions and generalizations; visualization method – for graphical presentation of research results.

Findings. The role of climate change as a global challenge affecting food security is substantiated. Historical periods of food security are characterized and the main determinants for each of them are identified. The role of climatic factors in the formation of the global food system is confirmed. The impact of increasing average temperatures and extreme natural events on food security is revealed. The importance of reaching the limit of warming to 1.5°C in the context of the impact on food security is argued, and a comparison of current climate impacts and the 1.5°C scenario on it is made. The results of the impact of major climate changes on food security and agriculture are analysed. The scenarios of climate change, their characteristics and impact on the ecosystem of food security are revealed. The author's definition of the food security ecosystem and its basic principles are presented. Potential climatic threats to the food security ecosystem are identified.

Originality. The impact of climate change on global food security is substantiated, which, unlike existing approaches, allows for a comprehensive assessment of changes and their impact on the formation of food systems in different periods. The substantiation of the impact of climate change on key aspects of food security has been further developed, which contributes to the development of more sustainable and effective management solutions in this area.

Practical value. The conclusions drawn regarding the directions of adaptation of food systems to climate change can be used by actors of the food security ecosystem in practical activities. Assessment of the impact of climate factors allows identifying challenges and proposing measures to increase the sustainability of agriculture and ensure food security.

Key words: geopolitical risks, global challenges, economic development, food crises, food security, determinants of food security, agriculture, climate change, global warming, renewable energy sources, adaptation of food systems, food security ecosystem.