



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

УДК [551.583:631.4]:631
JEL: Q24, Q54

Ірина Казакова

*Національний науковий центр
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»
Україна*

ВПЛИВ ГЛОБАЛЬНИХ ЗМІН НА ҐРУНТОВІ РЕСУРСИ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКЕ ВИРОБНИЦТВО

У статті описано найпомітніші прояви глобальних змін на планеті, зокрема змін клімату (у тому числі на території України), досліджено й узагальнено їх наслідки на ґрунтові ресурси. Описано позитивні й негативні аспекти тенденції розширення сільськогосподарського виробництва у світі. Виявлено прямий і непрямий вплив змін клімату на стан ґрунтів. Проаналізовано потенційний вплив змін клімату на врожайність основних сільськогосподарських культур, можливі економічні збитки. Описано сучасні методи адаптації та пом'якшення наслідків цих змін у різних регіонах.

Ключові слова: *глобальні зміни, зміни клімату, ґрунтові ресурси, урожайність.*

Ірина Казакова

*Национальный научный центр
«Институт почвоведения и агрохимии имени О. Н. Соколовського»
Украина*

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

В статье описано основные проявления глобальных изменений на планете, в частности изменений климата (в т. ч. на территории Украины), исследованы и обобщены их последствия на почвенные ресурсы. Описаны положительные и отрицательные аспекты тенденции расширения сельскохозяйственного производства в мире. Выведено прямое и косвенное влияние изменений климата на состояние почв. Проанализировано потенциальное воздействие изменений климата на урожайность основных сельскохозяйственных культур, возможные экономические убытки. Описано современные методы адаптации и смягчения последствий этих изменений в разных регионах.

Ключевые слова: *глобальные изменения, изменения климата, почвенные ресурсы, урожайность.*

Iryna Kazakova

*National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research
named after O. N. Sokolovsky»*

THE IMPACT OF GLOBAL CHANGES AT SOIL RESOURCES AND AGRICULTURAL PRODUCTION

It is considered that the driving forces of global change are: changes in the composition of the atmosphere; climate change; and land use changes caused by socio-economic factors and climate change. The purpose of the article was to identify and summarize the available effects of global change on the world's soil resources and to identify the main trends in agricultural production associated with these changes. The article describes the most visible evidences of global change on the planet, in particular climate changes (including the territory of Ukraine). It was revealed that in Ukraine, the increasing of average temperature is predicted to 2°C with fluctuations during the year by 1,5-2,6°C, in 2025-2049, and in 2050-2074 the increasing of average annual temperature is predicted by 3,45°C relative to the base period (1980-2004). It was studied and summarized evidence of the impact of climate change on soil resources related to urban sprawl, melting ice, human impact, extreme events, flooding etc; and on agriculture, such as the earlier emergence of green forest limits shifts, the emergence of a growing number of alien plant species, increase / decrease in crop yields etc. The impacts on the soil because of climate change was attributed with the influence of organic matter, soil biology and soil degradation. The factors of positive and negative impact of global warming and the increasing CO₂ on the yield of crops were analyzed, which included the positive physiological effects of CO₂ and the extended growing season (during simulation improve yield) and the reducing of water availability, poor vernalization and reduce the growing season (during simulation lowering productivity). The modern methods of adaptation and mitigation of these changes in different regions were described, including management in areas prone to floods and other risks; urban planning and program updates, ecological restoration; soil conservation; afforestation and reforestation; green infrastructure etc.

Key words: *global change, climate change, soil resources, productivity.*

Постановка проблеми. Клімат – це визначальний фактор сільськогосподарського виробництва. Нині сільськогосподарський сектор стикається з багатьма проблемами, які виникають через швидкозростаючі популяції, деградацію ґрунтів і втрату орних земель за рахунок розростання міст і їх інфраструктури. Вплив глобальних змін і змін клімату на сільське господарство загалом, та на урожайність культур зокрема, різниться залежно від регіонів. На думку С. Розенцвейг (американського кліматолога) хоча й виробництво продуктів харчування змогло йти в ногу зі зростанням населення в глобальному масштабі, існує дефіцит поживних речовин, харчування в різних регіонах і це стосується близько мільярда осіб в усьому світі. У цьому зміна клімату є одним з факторів, які можуть впливати на виробництво та наявність продовольства в багатьох частинах світу, особливо тих, хто найбільш схильні до посухи і голоду [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині тема загальних змін, змін клімату, глобального потепління є настільки актуальною, що не буде перебільшенням сказати, що цією проблематикою займається цілий світ. В різних організаціях об'єднуються науковці з різних країн для виявлення й спостереження за наслідками впливів глобальних змін, для прогнозування,

програмування, моделювання можливих сценаріїв глобальних змін і їх впливу на регіональну та світову економіку. Серед них IPCC Data Distribution Center, SERVIR, NOAA, CIAT, UNDP, CI:GRASP, International Partnership on Mitigation of MRV і Climate Change Knowledge Portal і багато інших.

Найвизначнішими працями з моделювання урожайностей сільськогосподарських культур, світового ринку, продовольчої безпеки й інших пов'язаних тем є роботи С. Розенцвейг, М. Перрі та ін. [1]. Наслідками глобальних змін клімату на сільське господарство у Північній та Південній Америці займаються Р. Адамс та ін. [2], у Європі – J. E. Olesen та ін. [3, 4], F. C. Moore, D. B. Lobell [5], I. Supit та ін. [6].

Ця робота є спробою на основі праць світової спільноти визначити основні тенденції впливу глобальних змін і змін клімату на ґрунтові ресурси та сільське господарство й визначити місце України в цьому процесі.

Метою статті є виявити й узагальнити наявні наслідки глобальних змін на світові ґрунтові ресурси та виявити основні тенденції в сільськогосподарському виробництві, пов'язані із цими змінами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Термін «глобальні зміни» відноситься до планетарного масштабу змін в системі Землі й охоплює населення, клімат, економіку, використання ресурсів, розвиток енергетики, транспорту, зв'язку, землекористування та земельний покрив, урбанізацію, глобалізацію, атмосферну циркуляцію, вуглецевий цикл, біологічне різноманіття, забруднення навколишнього середовища і багато іншого. Концепція глобальних змін тепер добре зрозуміла і в значній мірі прийнята серед вчених, інститутів і усвідомленої суспільства. Прийнято вважати, що рушійною силою змін є: зміна складу атмосфери; зміна клімату (що впливає з першого); і зміни в землекористуванні (спричинені як соціально-економічними факторами, так і зміною клімату) [7].

Найпомітнішими проявами змін клімату вважають зміни температури та кількість опадів. Як видно з рис. 1, аномальні значення температури спостерігаються в різній мірі на території всієї Європи. Зокрема в Україні, на 2025–2049 рр. прогнозують підвищення температури в середньому на 2°C з коливаннями протягом року на 1,5–2,6°C (рис. 2). Для наступного періоду (2050–2074 рр.) прогнозоване підвищення середніх річних температур відносно базового періоду (1980–2004 рр.) становить 3,45 °C з коливаннями температури на 2,6–4,4°C за місяцями. Загалом клімат України дуже чутливий до зміни глобального клімату і підвищення температури повітря на нашій території відбувається швидко. Так, починаючи з 1989 року в Україні спостерігається найбільш тривалий та майже безперервний період потепління [8].

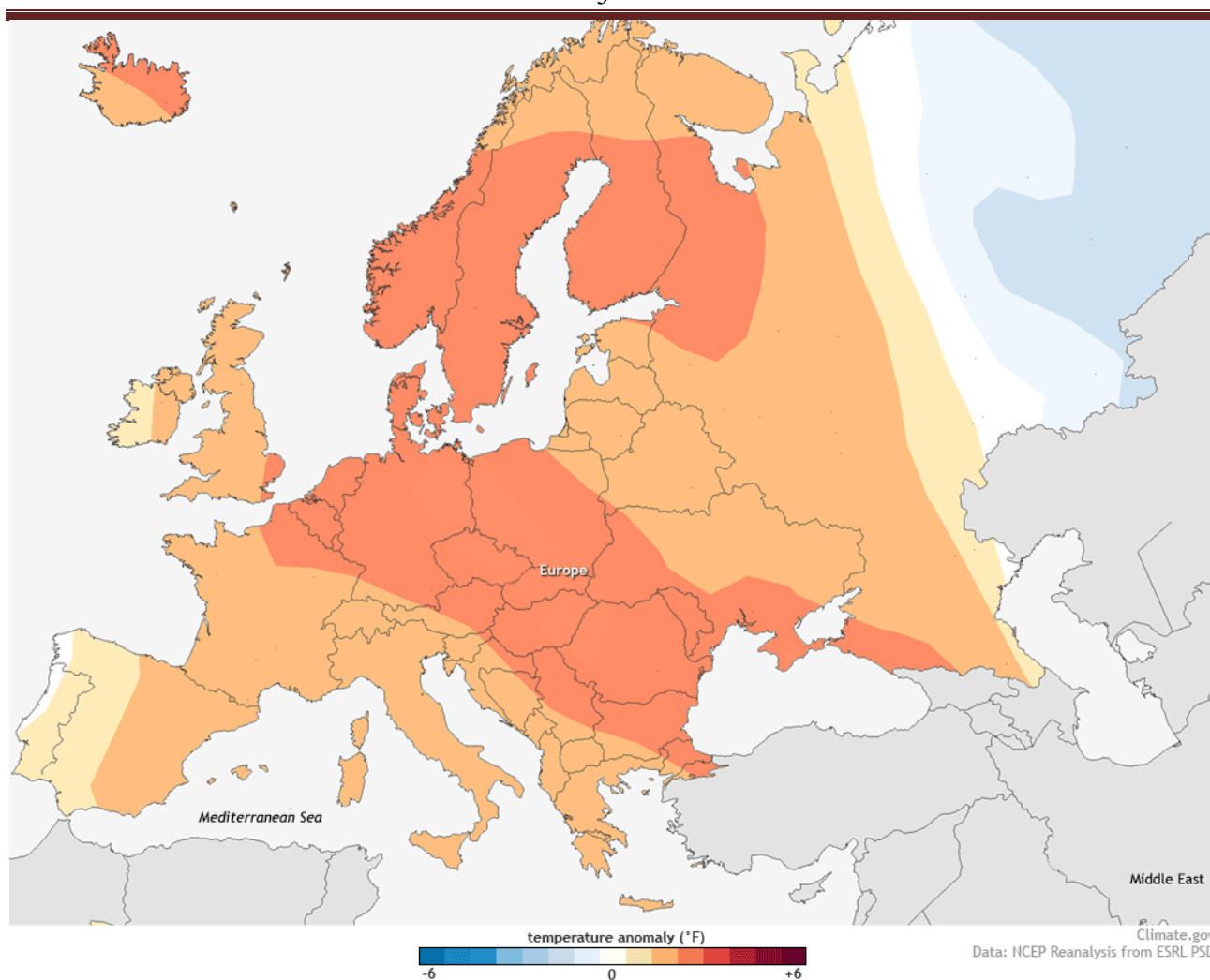


Рис. 1. Розподіл аномальних температур на території Європи
Джерело: www.climate.gov [9].

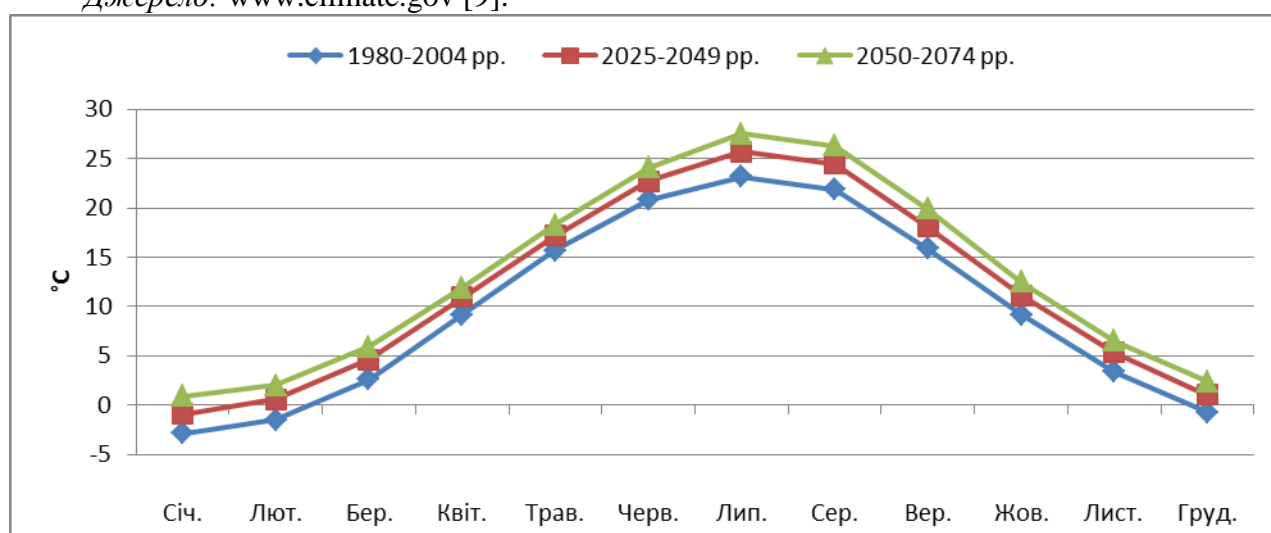


Рис. 2. Фактична середня температура в Україні (1980–2004 pp.) і прогноз майбутніх змін температури на 2025–2049 та 2050–2074 pp.

Джерело: опрацьовано автором за даними [10].

По-іншому виглядає ситуація для України з прогнозованою кількістю опадів (рис. 3). Можна відмітити передбачуване зменшення опадів у літньо-

осінній період, та їх зростання у зимово-весняний.

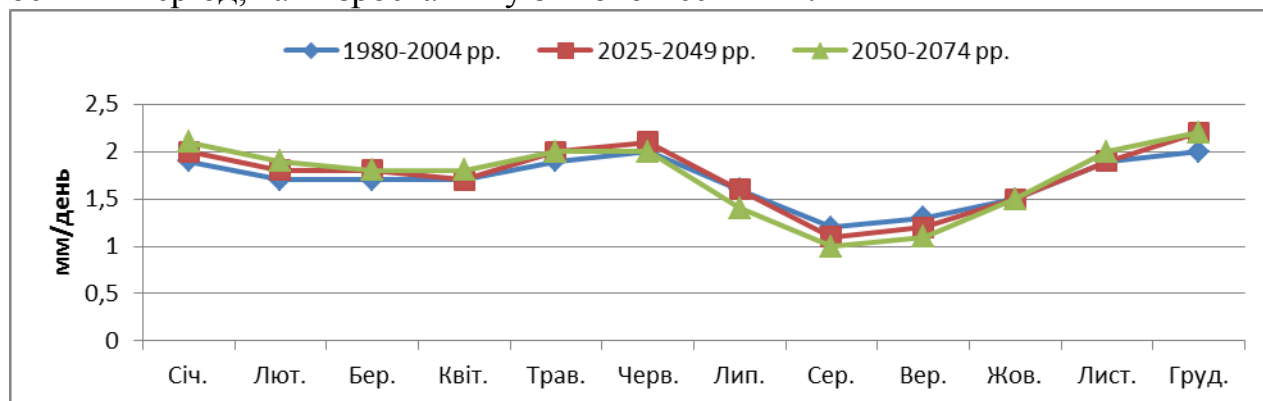


Рис. 3. Фактичні опади в Україні (1980–2004 pp.) і прогноз майбутніх змін опадів на 2025–2049 та 2050–2074 pp.

Джерело: опрацьовано автором за даними [10].

До цього часу в Україні не зафіксовано зменшення річної кількості опадів, що переважно коливається в межах норми, проте сума опадів не так важлива, як їхній розподіл, у характері якого спостерігається тенденція до збільшення кількості малоєфективних дощів, злив, особливо на тлі високих температур повітря. В Україні відбувається зменшення зони достатнього зволоження ґрунту. Крім того, є припущення щодо можливого опустелювання частини української території [8].

Загалом у світі, можна спостерігати регіони як із зростанням кількості нормальних опадів та аномалій, так і з зменшенням рівня опадів та кількості аномальних ситуацій (рис. 4).

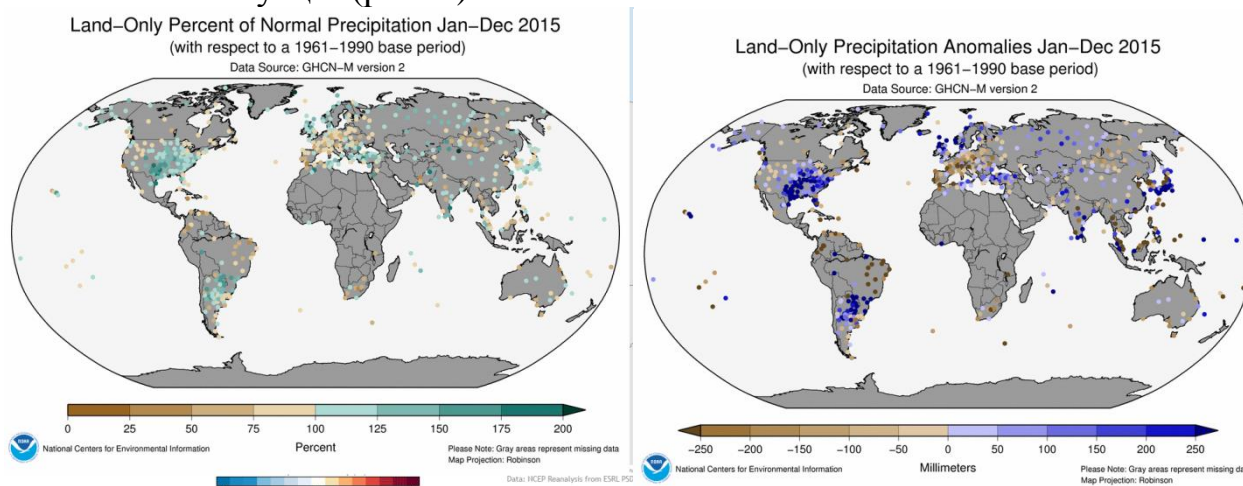


Рис. 4. Порівняння кількості нормальних та екстремальних опадів у світі у 2015 р. порівняно з базовим періодом (1961–1990 pp.)

Джерело: [11].

Сприяють змінам клімату зростаючі викиди CO₂ (рис. 5).

Кількість вуглекислого газу в атмосфері зросла на 25 % з 1958 р. і приблизно на 40 % з початку промислової революції [12].

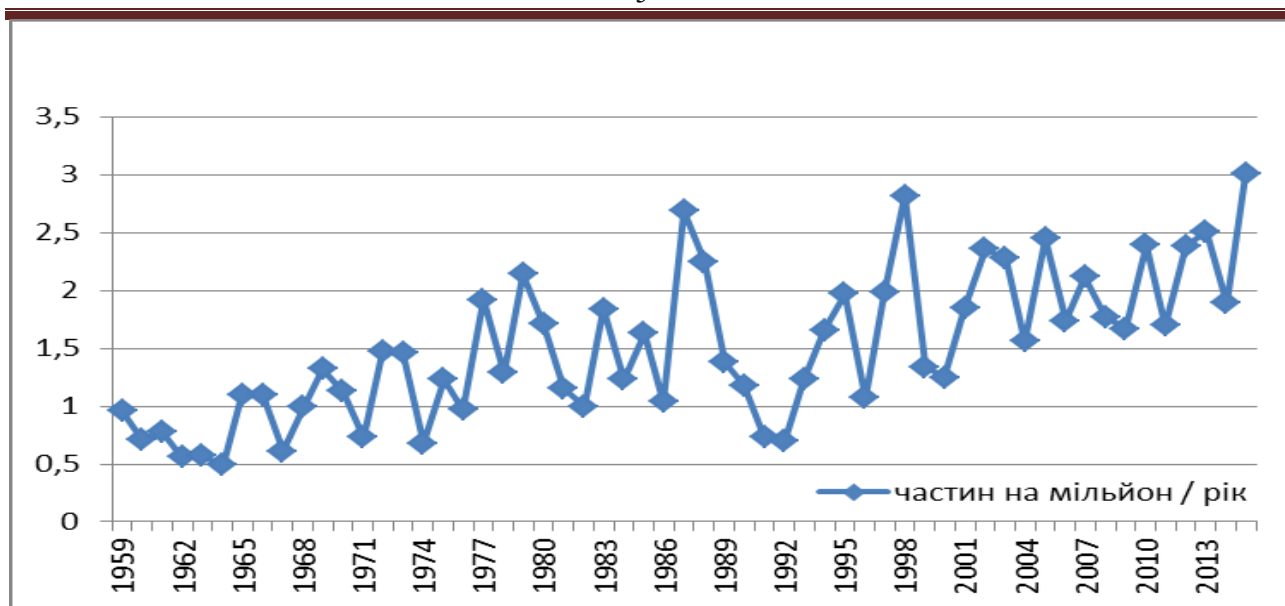


Рис. 5. Динаміка вмісту CO₂ в атмосфері

Джерело: сформовано за даними [13].

За даними на 2007 р. Україна входить у 20-ку найбільших забруднювачів світу викидами CO₂ [14]. Хоча в порівнянні з Китаєм (9019,5 млн т) та США (5305,5 млн т) обсяги викиду CO₂ Україною є набагато меншими (286,2 млн т) (рис. 6).

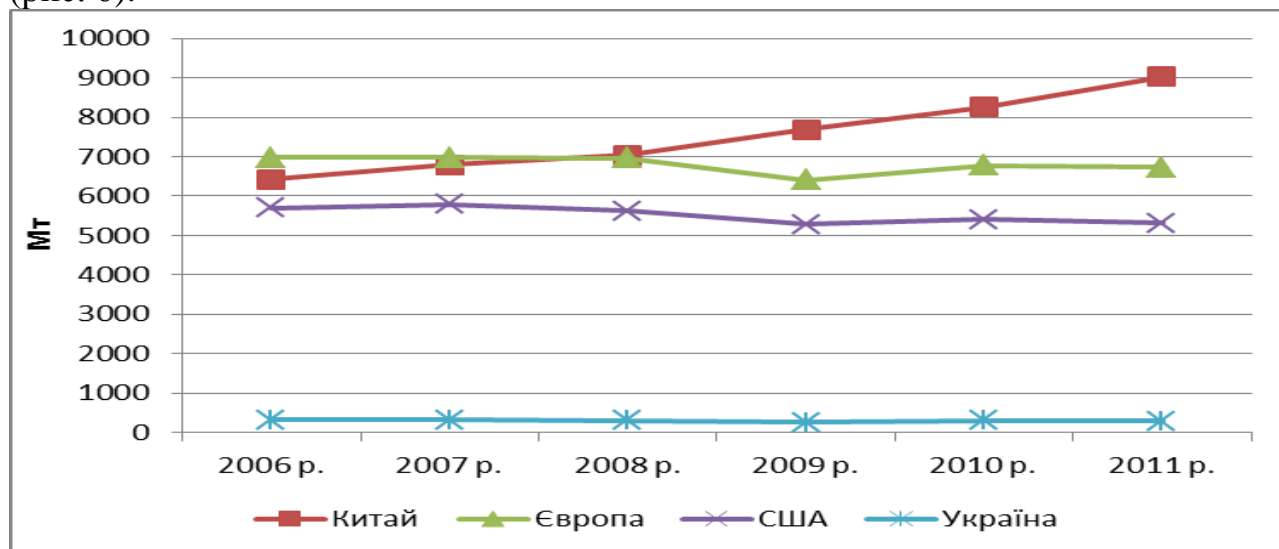


Рис. 6. Викиди двоокису вуглецю країнами світу у 2006–2011 р., млн т

Джерело: сформовано за даними [15].

До проявів, які нині спостерігають у всьому світі й пов'язують із змінами клімату можна виділити такі, що відносяться до сільського господарства загалом, так і ґрунтових ресурсів зокрема :

– у Європі це більш рання поява зелені, розпускання листків і плодоношення дерев у помірному і північному кліматі (високий ступінь достовірності пояснення причин змінами клімату); поява все більшої кількості чужорідних видів рослин (середня ступінь достовірності, основний внесок зміни клімату); зрушення межі лісів, крім змін, спричинених

землекористуванням (низький ступінь достовірності, основний внесок зміни клімату); збільшення площі згорілих лісів в останні десятиліття в Португалії та Греції, крім деякого збільшення внаслідок землекористування (висока ступінь достовірності, основний внесок зміни клімату); відсутність зростання врожайності зернових культур в деяких країнах в останні десятиліття, незважаючи на досконаліші технології (середня ступінь достовірності, незначний внесок зміни клімату); позитивний вплив на врожайність деяких сільськогосподарських культур, головним чином в північній частині Європи, крім підвищення врожайності завдяки більш досконалої технології (середня ступінь достовірності, незначний внесок зміни клімату).

– в Азії це зменшення вологості ґрунту в північній, центральній та північно-східній частинах Китаю (1950–2006 рр.) (середня ступінь достовірності пояснення причин змінами клімату).

– на малих островах це деградація екосистем ґрунтових і прісних вод, викликана вторгненням солончаків, крім деградації, викликані забрудненням і відкачуванням ґрунтових вод (низький ступінь достовірності, незначний внесок зміни клімату) [16].

Вплив природних змінних на агроекосистеми можна дослідити за впливом на окремі елементи системи (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив CO₂, температури та опадів і вітру на різні компоненти агроекосистем

Компоненти	Фактор		
	CO ₂	температура	опадів/вітер
Рослини	Зростання сухої речовини/ використання води	Тривалість зростання (вегетаційного періоду)	Зростання сухої речовини
Тварини	Урожай кормових культур	Зростання і відтворення	Добробут
Водні ресурси	Вологість ґрунту	Необхідність зрошення/засолення	Ґрунтові води
Ґрунтові ресурси	Обіг органічної речовини	Обіг органічної речовини/запас поживних речовин	Вітрова та водна ерозія
Шкідники/хвороби	Якість біомаси	Час генерації/ранній час атаки	Поширення захворювань
Бур'яни	Конкуренція	Ефективність гербіцидів	

Джерело: [4].

В Україні до характерних проявів змін клімату, які відносяться до сільського господарства можна виділити зміни температурних режимів навесні, що призводить до зсуву початку посівної кампанії в середньому на 2 тижні раніше, збільшення температурних екстремумів та аномальних явищ, зміни в кількості опадів, зміщення «зони ризикованого землеробства» на північ, сильні вітри, які заважають вчасному внесенню засобів захисту рослин та призводять

до вітрової ерозії ґрунтів [17].

На сайті NASA зібрані свідчення щодо різних форм прояву змін клімату на планеті (рис. 7).



Рис. 7. Географія свідчень щодо різних форм прояву змін клімату на плані
Джерело: із сайту NASA [18].

Свідчення прояву змін клімату на планеті пов'язані з розростанням міст, таненням льодовиків, впливом людини, екстремальними подіями (урагани, пожежі тощо), затопленнями тощо. З 309 описаних подій 237 тим чи іншим чином впливають на рослинно-ґрунтових покрив. Наприклад, через створення сонячної ферми «Топаз» (The Topaz Solar Farm) у Центральній Каліфорнії було знищено 24,6 км² сільськогосподарських угідь; урагани перерозподілили осад в дельті річки Міссісіпі в Луїзіані й знищили прибережну рослинність, яка могла б захистити землю від ерозії; через зміну дельти річки Хуанхе (Китай) щороку, транспортуються мільйони тон ґрунту з плато; через засуху у Каліфорнії і, відповідно, зменшення снігового покриву в горах хребта Сьєрра-Невада, зростає ймовірність лісових пожеж і посилюється вплив на сільськогосподарське виробництво у регіоні; опустелювання у Мавританії, спричинене будівництвом асфальтованих доріг і прилеглих населених пунктів (розвиток національного шосе National Highway 2), через що зменшувалася рослинність для випасу худоби, а піщаний ґрунт дрейфував і «переміщена» рослинність не змогла відновити себе. Надзвичайною подією у жовтні 2015 р. стали шторми у штаті Каліфорнія, які викликали найбільшу повінь в історії Національного парку Долина Смерті. Було зруйновано дороги і комунальну інфраструктури, постраждали люди тощо, натомість вже у лютому, вперше за

10 років, Долина Смерті розквітла різноманітними рослинами.

Країни втрачають ґрунт через ерозію з різною швидкістю. У Сполучених Штатах, де вдалося уникнути перетворення Великих рівнин у пил у 1930 р., як і раніше, втрачається ґрунт у 18 разів швидше, ніж формується. Опустелювання Китаю може бути найгіршим у світі, оскільки в період з 1950 до 1975 рр. у середньому 1550 км² щороку перетворювалося в пустелю. До кінця століття близько 3600 км² щорічно опустелювалися. Проблема втрати ґрунтів зачіпає степи Африки, Близького Сходу і Центральної Азії [19].

Варто звернути увагу на розширення меж ведення сільського господарства в багатьох країнах, оскільки воно не лише може бути спричинене глобальними змінами в регіоні (зростання населення, зміна ландшафту й природно-кліматичних умов), а й викликати інші зміни.

Серед інших варто звернути увагу на зростання сільськогосподарського виробництва у Парагваї (рис. 8). Гран Чако – це велика рівнина площею 850 тис. км², яка охоплює частини Аргентини, Болівії, Парагваю та Бразилії. У Парагваї Чако займає 61 % території країни, але має тільки 3 % населення. 60 % долини – це луки, які використовують для вирощування великої рогатої худоби; 357 км² використовують для вирощування сільськогосподарських культур. Порівняння супутникових знімків з 1977 та 2008 рр. показують зміни у землекористуванні в основному через виробництво продукції тваринництва та сільського господарства, із значним збільшенням парцелярного сільського господарства.

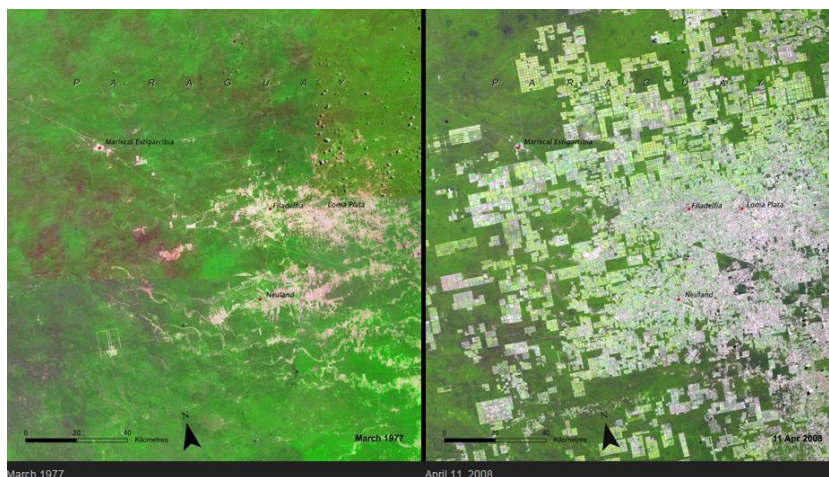


Рис. 8. Зростання площ під сільськогосподарським виробництвом у Парагваї

Джерело: [18].

Подібні явища можна спостерігати у Китаї, країнах Латинської Америки та країнах Африки тощо. При цьому розвиток сільського господарства може мати як позитивні, так і негативні аспекти. Наприклад, у Єгипті на відміну від «пустельного» сільського господарства, де впроваджують глибоководне зрошення, західні єгипетські поля зрошують з поверхневих вод, пов'язаних з оазисом Аль-Фарафра. На рис. 9 показано збільшення сільськогосподарської діяльності в районі міста Аль-Каср Фарафра. Підвищення доступності від

поліпшення інфраструктури, у тому числі доріг з твердим покриттям в місті, зацікавлює як фермерів так і туристів.



Рис. 9. Зростання площ під сільськогосподарським виробництвом у Єгипті

Джерело: [18].

Натомість в Аргентині розвиток сільського господарства є однією з основних причин збезлісення провінції Сальта, що знаходиться в місці злиття двох різних типів лісу і представляє більше 50 % лісової площі земель в країні. У період 1998–2002 рр., щорічні темпи збезлісення становили 0,69 %, а протягом 2002–2006 рр. – 1,54 %.

Основними причинами збезлісення в басейні Амазонки в цілому, і особливо в Рондонії, є зростання населення за рахунок розкрученої державної імміграції, зростання деревообробної промисловості у зв'язку з розширенням мережі автомобільних доріг, і спалювання лісів для користування пасовищ і сільськогосподарських угідь [20]. Розширення сільськогосподарського кордону в Аймогасті, регіональному центрі оливкового виробництва, торгівлі та туризму, призвело до збільшення вітрової та водної ерозії, засолення, втрати біорізноманіття.

Вплив сільського господарства спричинює негативні явища і є потенційною загрозою для екосистем у майбутньому. Так, прісне озеро Найваша (в Кенії) є цінним ресурсом для людей, водоплавних птахів і великих ссавців. Найваша підтримує різні види виробництва: квітникарство, рибальство і геотермальні електростанції та інше, що призводить до зростання навантаження на озеро. Робляться зусилля зі сталого управління озера, тим не менш, видалення води для сільського господарства; вирубка лісів вздовж вододілу; наноси і хімічні стоки є одними з багатьох проблем у майбутньому [21]. Подібні загрози можна спостерігати в Аргентині, де до озер води надходять переважно з річки Дульсе, і більш широке використання води з річки для зрошення, у поєднанні з довгими періодами посухи, зменшують рівень води в озерах, сприяючи зростанню солоності.

Зміни клімату, пов'язані з сільським господарством дійсно є глобальною проблемою. Сільське господарство є істотним чинником щодо зростання парникових газів і за оцінками становить 10–12 % від загального обсягу викидів парникових газів. За деякими оцінками, ця частка є набагато вищою, через зміни в землекористуванні, такі як вирубка лісів для ведення сільського

господарства –до 30 % [22].

Центром екологічного права та політики Єльського університету було розраховано порівняльний індекс екологічної стійкості (Environmental Sustainability Index, ESI), на основі даних з якості повітря, біорізноманіття, еко-ефективності, парникових викидів, зменшення стресів на екосистеми, тиску транс-навколишнього середовища тощо. Дослідження ESI охоплюють 146 країн в світі. Індекс визначає сукупну міру стійкості економічного й соціального розвитку по відношенню до навколишнього середовища якості, стабільності та перспективи на майбутнє. На базовому рівні були оцінені значення 76 змінних для кожної країни. Вони агрегуються в 21 показник, які, в свою чергу, зведені в 5 компонентів і нарешті, в єдиний синтетичний індекс.

До їх числа показників входить і показники використання ґрунтів, який показує відсоток земель від загальної площі (включаючи ґрунтові води), що мають дуже низький/високий антропогенний вплив (рис. 9), який вимірює антропогенний вплив на сухопутних і внутрішніх вод на основі видів землекористування людини, доступу людини від дороги, залізниці або великі річки, електрична інфраструктура, і щільність населення.

ESI 2005 Land

Environmental Systems: Percentage of Total Land /

No Data

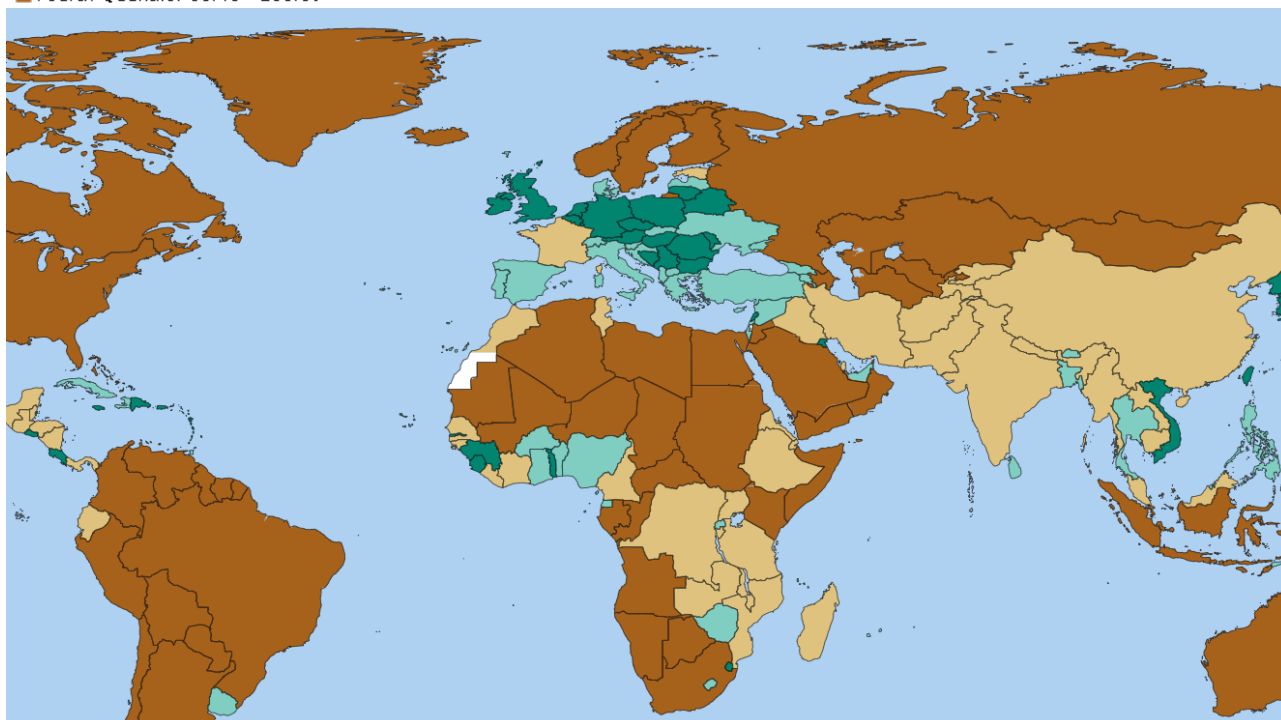
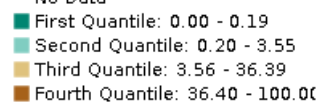


Рис. 9. Частка ґрунтів з низьким антропогенним впливом, %

Джерело: Environmental Sustainability Index [23].

Частка земель, які мають низький антропогенний вплив є мірою в тій мірі, в якій дикі землі мають важливе значення для збереження біорізноманіття і існують в цій країні. Частка земель з низьким антропогенним навантаженням в

України становить 0,36 %

Частка земель, яка має високий антропогенний вплив, показує на якій площі переважає висока інтенсивність землекористування. Частка земель з високим антропогенним навантаженням в Україні становить 6,64 % [24].

Прогнозується, що до 2080 р. в європейській частині відбуватиметься зменшення орних земель (від 28 % до 47 %), а зниження європейських пасовищ – від 6 % до 58 %. Ці землі призначатимуться для інших цілей, таких як виробництво біопалива і природних заповідників. Проте, у короткостроковому періоді (до 2030 р.) загальні зміни у використанні земель сільськогосподарського призначення можуть бути невеликими, хоча окремі регіони можуть серйозно постраждати [4].

Порівняння між Білоруссю, Польщею та Україною на основі розрахунку ESI за п'ятьма компонентами екологічної системи, а саме: перехідні екологічні стреси (антропогенні); зниження вразливості людини екологічних загроз; соціальний та інституційний потенціал та глобальне управління (екологічне) вказує на приблизно рівне положення країн. Рішуче відрізняється (в позитивному аспекті) становище Білорусі, ніж в Польщі та Україні щодо забезпечення екологічної стійкості.

При цьому стан навколишнього природного середовища в Білорусі і Україні, здається, кращим, в той час як Польща має відмінні переваги з інституційних питань раціонального використання навколишнього середовища. Всі три країни мають аналогічний вплив на навколишнє середовище, переважно негативного характеру у глобальному рейтингу ESI 2005 р. Білорусь (52,8 бали) посіла 47, Україна (44,7 бали) – 108, а Польща (45,0 бали) – 102 серед 146 країн світу. Теоретично діапазон поширюється від 0 до 100 балів. Крайні результати були 75,1 балів у Фінляндії і 29,2 балів у Північній Кореї. Польща має 21, передостаннє, місце серед 22 класифікованих країн-членів ЄС в той час як Білорусь 6-е, Україна – 12-е серед 15 нових незалежних держав, що виникли з колишнього Радянського Союзу [25].

Вищезазначені спостереження посилюють важливість твердження про те, що наша загальна відповідальність управляти природними ресурсами з тим, щоб нинішнє покоління могло задовольняти свої потреби, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти їх.

У швидко мінливому світі це завдання є надзвичайно складним, оскільки безліч глобальних чинників, в тому числі і демографічний тиск, глобалізація економіки, інтенсивне сільське господарство, а також зміна клімату – взаємодіють одночасно. Це призводить до деградації земель, що створює серйозну загрозу для харчування і продовольчої безпеки, водних ресурсів, чистого повітря, культурних цінностей і економічного розвитку [26].

Більше 75 % землі використовується людьми (за винятком Гренландії та Антарктиди). Використання землі варіюється від дуже інтенсивного, до дуже екстенсивного. Приблизно 1 % землі використовується в якості інфраструктури та міської місцевості, близько 12 % в якості орних земель, близько 27 % в

якості лісових угідь і 36 % в якості пасовищних земель. З решти 24 %, близько половини є повністю непродуктивною, часто покрита камінням і снігом або є пустелями. Інша половина складається з незайманих лісів, 4,6 % від загальної площі), в тому числі вологих тропічних лісів, а також всі інші ліси майже без ознак людського використання (більшість з останніх в північних районах) [27].

Необхідно відзначити, що властивості ґрунту варіюються від швидкозмінюваних, наприклад, вміст нітратів, до майже незмінних, таких як текстура. Ряд властивостей, які можуть бути змінені безпосередньо через зміни температури, опадів або концентрації CO₂ досить мала, хоча частина ґрунту морфологічно збалансована і може змінитися досить швидко. Зміни клімату будуть впливати на ґрунт у ландшафті, в тому сенсі, що їх потенційна ерозія призведе до зміни рослинного покриву і культивування, а зміни в концентрації CO₂ в атмосфері можуть привести до утворення нової органічної речовини в ґрунті, її кількості і типу (через вплив на рослинність).

Наразі виділяють такі напрями досліджень пов'язані з можливим прямим або непрямим впливом глобальної зміни клімату на стан ґрунтів:

- Вплив на органічну речовину. Органічна речовина ґрунту (SOM), ймовірно, є найважливішою змінною ґрунту, а її рівень і властивості впливають на структуру і родючість ґрунтів. Потенційні наслідки підвищення CO₂ в зміні співвідношення мас кореневої і наземної частин рослин, хімічний склад рослинної тканини вимагають набагато більше досліджень, і можуть бути дуже важливими для динаміки SOM. Моделі SOM розробляються для різних типів рослинності у різних кліматичних умовах.

- Деградація ґрунтів в умовах глобальної зміни. Нині активно ведуться спостереження за посиленням водної ерозії у вологих тропіках і вітрової ерозії в напівзасушливих районах.

Імовірною причиною зміни землекористування та зміна земельного покриву є саме зміни клімату. Наприклад моделювання загроз водної ерозії у Північній Ірландії показує значне збільшення ерозії за багатьох сценаріїв [28].

Так само в США результати досліджень запевняють, що середня кількість опадів і їх інтенсивність збільшилася протягом 20 ст. і відповідно до моделей зміни клімату очікується, що вони продовжуватимуть зростати протягом 21 ст. Зміни опадів поряд з очікуваними змінами температури, сонячної радіації і концентрації CO₂ в атмосфері матимуть значний вплив на рівень ерозії ґрунту [29].

- Глобальні зміни і ґрунтова біологія. Спочатку це завдання було пов'язане з утворенням тільки парникових газів. Однак, стало зрозуміло, що сфера його застосування повинна бути розширена, оскільки поведінка біоти ґрунту буде дуже критична, небезпечна у багатьох ситуаціях глобальних змін, наприклад нових ґрунтових захворювань. Загальні питання в галузі екології будуть також розглядатися в аспекті ґрунтової біоти – швидкість міграції, вторгнення в нові райони, швидкість адаптації до нових кліматичних умов, крім того, класифікація функціональних типів, макрофауни ґрунту і симбіотичні

організми можуть бути особливо цікаві [30].

За останні 20 років рівень земельної зібраної площі збільшився на 16 %, площа під зрошенням подвоїлася, а сільськогосподарське виробництво зросло майже в три рази [31]. Проте, близько мільярда людей як і раніше недоїдають [26].

Фактично з початку 1980-х рр. значне глобальне потепління повертає велику увагу науковців різних напрямів. Величина і географічний розподіл кліматичних змін впливають і будуть продовжувати впливати на нашу здатність до розширення виробництва продуктів харчування, щоб нагодувати понад 10 млрд осіб населення.

Згідно з даними багатьох досліджень, що охоплюють широкий діапазон регіонів, негативний вплив клімату на врожайність сільськогосподарських культур був більш поширеним явищем ніж позитивний вплив. Ступінь достовірності цієї інформації за даними Міжурядової групи експертів зі зміни клімату є високою. Менша кількість досліджень показує позитивний вплив, що стосується головним чином регіонів у високих широтах, хоча ще відкритим залишається питання щодо того чи є баланс цих впливів негативним чи позитивним. Аналіз наслідків змін клімату, що спостерігалися, на урожайність чотирьох культур (зернові, соя, рис і кукурудза) за 1960–2013 рр. у помірних та тропічних регіонах свідчать, що у багатьох регіонах глобальні зміни клімату негативно позначились на урожайності пшениці й кукурудзи, натомість наслідки для врожайності рису і сої є меншими як в основних регіонах-виробниках, так і в глобальному масштабі. Крім того, було відмічено, що після кількох періодів швидкого зростання цін на продовольство та зерно, що відбулися за екстремальними кліматичними явищами у ключових регіонах, що виробляють продукцію, свідчать щодо чутливості існуючих ринків, серед інших факторів до кліматичних екстремальних явищ із середнім ступенем ймовірності [16].

У 1989 році Агентство США з охорони навколишнього середовища (EPA), при додатковій підтримці, наданій Агентством США з міжнародного розвитку (USAID), розпочали дослідження щодо впливу зміни клімату на поставку продовольства в світі. Це дослідження було першою спробою комплексної глобальної оцінки потенційного впливу зміни клімату на сільське господарство і світову продовольчу систему.

На сучасному етапі було змодельовано більше 70 експериментів [32].

Реалізація досліджень складається з чотирьох етапів:

1. Вибір сценаріїв зміни клімату.
2. Оцінка конкретних ділянок (регіонів) потенційних змін в урожайності.
3. Підсумовування результатів моделювання сільськогосподарських культур відповідно оцінкам потенційних національних/регіональних змін продуктивності.
4. Динамічне моделювання впливів врожайності зміни клімату на світову продовольчу систему.

У цілому було розроблено 12 сценаріїв впливу зміни клімату на врожайності: для кожної з трьох глобальних моделей клімату (ГМК) (GISS, GFDL, UKMO) визначені чотири сценарії (ГМК без прямого впливу CO₂ на врожайність, з безпосереднім впливом CO₂ на врожайність, з прямими ефектами CO₂ і адаптацією 1-го рівня, з безпосереднім впливом CO₂ і адаптацією 2-го рівня). Модель IBSNAT була використана для оцінки того, як зміна клімату і підвищення рівня вуглекислого газу може змінити виробництво світових культур на 112 об'єктах у 18 країнах.

Залежно від сучасних умов, глобального потепління і збільшення CO₂ можна спостерігати позитивний чи негативний вплив на врожайність сільськогосподарських культур (табл. 2).

Таблиця 2

Змодельована врожайність відповідно до Глобальної кліматичної моделі рівноваги клімату (2xCO₂, GCM equilibrium climates)

Регіон	Культура	Реакція врожайності, %	Коментарі
Латинська Америка	кукурудза	-61 до зростання	Аргентина, Бразилія, Чилі, Мексика. Діапазон за сценаріями ГМК, з і без ефекту CO ₂
	пшениця	від -50 до -5	Аргентина, Уругвай, Бразилія. Діапазон за сценаріями ГМК, з і без ефекту CO ₂
	соя	від -10 до +40	Бразилія. Діапазон за сценаріями ГМК, з ефектом CO ₂
Колишній СРСР	пшениця зерно	від -19 до +41 від -14 до +13	Діапазон за сценаріями ГМК і регіоні, з ефектом CO ₂
Європа	кукурудза	-30 до зростання	Франція, Іспанія, Н Європа. З адаптацією, ефект CO ₂ . Більш тривалий період вегетації; втрата ефективності зрошення; зрушення на північ
	пшениця	зростання чи зниження	Франція, Великобританія, Н Європа. З адаптацією, ефект CO ₂ . Більш сезон: зрушення до півночі, зростання загрози шкідників
	овочі	зростання	Нижчий ризик неврожаю
Північна Америка	кукурудза	від -55 до +62	США і Канада. Діапазон за сценаріями ГМК і об'єктів
	пшениця	-100 до +234	з і без ефекту CO ₂
	соя	від -96 до +58	США. Менш серйозні або збільшення врожаю, коли ефект CO ₂ і адаптація розглядається
Африка	кукурудза	від -65 до +6	Єгипет, Кенія, Південна Африка, Зімбабве. З ефектом CO ₂ , варіюються в різних місцях проведення і кліматичних сценаріїв
	просо	від -79 до -63	Сенегал. Пропускна здатність впала 11-38%.
	біомаса	зниження	Південна Африка; зрушення агрозон.
Південна Азія	рис	від -22 до +28	Бангладеш, Індія, Філіппіни, Таїланд, Індонезія, Малайзія, М'янма. Діапазон за сценаріями GCM і сайтів; з ефектом CO ₂ ; деякі дослідження також розглянути питання адаптації
	кукурудза	від -65 до -10	
	пшениця	від -61 до +67	
Материковий Китай і Тайвань	рис	від -78 до +28	Включає богарного і зрошеного рису. Позитивні ефекти в північносхідній та північнозахідній частині Китаю, негативні в іншій частині країни. Генетична мінливість забезпечує широкі можливості для адаптації.

Азія (інші) і Тихоокеанський рубіж	рис	від -45 до +30	Японія і Південна Корея. Діапазон за сценаріями ГКР. В цілому позитивно на півночі Японії; негативно на півдні.
	пасовища	від -1 до +35	Австралії та Нової Зеландії. Регіональні відмінності.

Джерело: за даними [33].

Змодельоване підвищення врожайності в середніх і високих широтах викликані в першу чергу:

– позитивними фізіологічними ефектами CO₂ на ділянках з більш прохолодними початковими режимами температури, збільшенням фотосинтезу більше, ніж компенсацією через скорочення періоду зростання, викликаного потеплінням;

– подовженням вегетаційного сезону і сприянням ефектів низьких температур на зростання рослин. На деяких ділянках поблизу високих широт поточного сільськогосподарського виробництва, підвищення температури розширило безморозний вегетаційний період і передбачені режими для більш сприятливих умов більшої врожайності.

Основними причинами зменшення змодельованої врожайності є:

– скорочення періоду вирощування. Більш високі температури протягом вегетаційного сезону прискорюють розвиток культур (особливо у фазі наповнення зерна), що спричинить зменшення валових зборів. Це спостерігається у всіх регіонах, крім тих, де наявні холодніші температури сезону вегетації в Канаді і колишньому СРСР;

– зниження доступності води. Це пов'язано з комбінацією збільшення евапотранспірації (сумарного випаровування) в теплому кліматі, зростання втрат вологи в ґрунті, а в деяких випадках, прогнозованим скороченням кількості опадів в сценаріях зміни клімату;

– погана яровизація (верналізація) – процес, що протікає в озимих форм однорічних і дворічних рослин (наприклад озима пшениця) під дією низьких позитивних температур певної тривалості і який сприяє прискореному розвитку цих рослин. (щоб ініціювати або прискорити процес цвітіння). Погані результати яровизації в ініціюванні квітіння і в кінцевому рахунку призводять до зниження врожайності. Зниження врожайності пшениці озимих на деяких ділянках в Канаді і колишнього СРСР були викликані відсутністю яровизації. [32].

На рис. 11 зображено середні відносні зміни врожайності культур з обмеженням вологи для 2050 р. порівняно з 1961–1990 рр. для 12 різних кліматичних моделей проєкцій за сценарієм А1. Україна потрапляє в зону потенційно високих приростів урожайності (від 5 до 25 %).

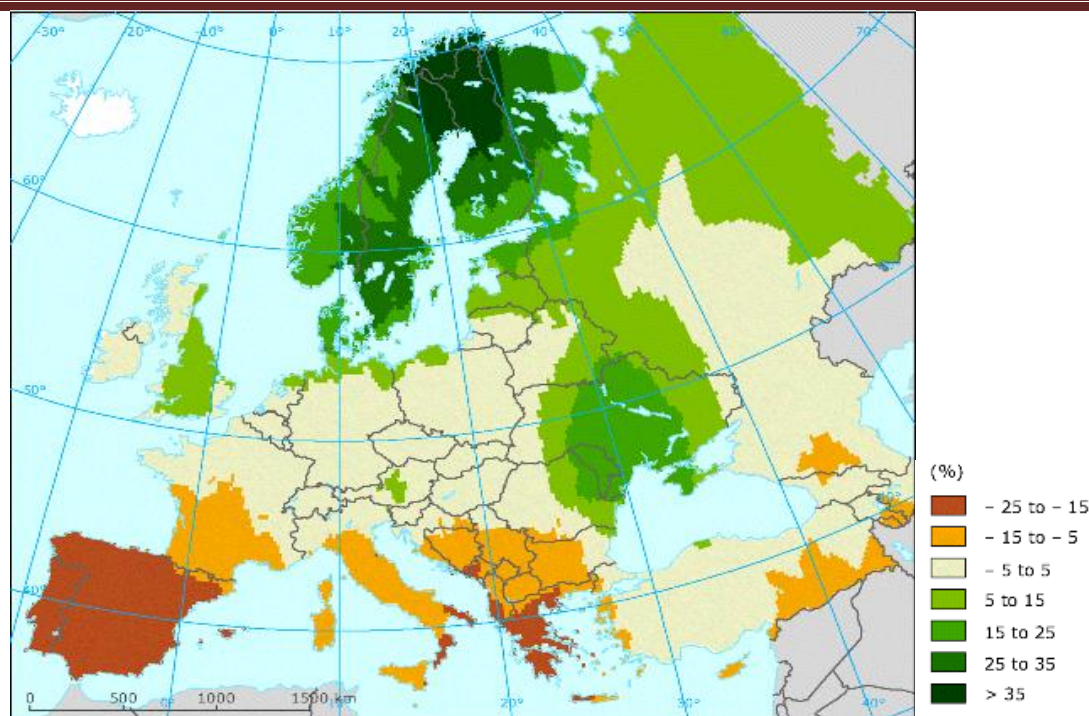


Рис. 11. Прогнозовані зміни врожайності культур з обмеженими водними ресурсами.

Джерело: [34].

Згідно з даними заключного звіту за результатами НДР «Проведення просторової оцінки ступеня сприятливості майбутніх кліматичних умов для продуктивності основних зернових культур та лісових насаджень», потепління клімату на території України загалом позитивно впливає на продуктивність рослинництва: можна прогнозувати збільшення врожаю озимої пшениці у всіх природно-кліматичних зонах України, в т. ч. для Лісостепу до 10–15 %, для Степу і Полісся до 20–30 %. В сприятливі роки за умовами зволоження врожайність озимої пшениці, як і в цілому зернових культур, може значно збільшитися на всій території України. Таким чином, очікується, що зміни клімату сприятимуть у середньостроковій і довгостроковій перспективі помітному збільшенню урожайності та валових зборів як озимої пшениці, так і інших зернових, в т. ч. кукурудзи. При цьому очікується, що озима та яра пшениця, ячмінь, рис, соя будуть рости краще, строки їх дозрівання прискоряться, а врожайність збільшиться на 20–30%, натомість урожайність кукурудзи, сорго, просо може знизитися. Крім того, за ефективного лісокористування можна очікувати збільшення продуктивності лісів в Україні до 2050 р. щонайменше на 10 %, а до 2100 р. ще щонайменше на 25 % [35].

Проте не слід забувати про важливість оцінки прямих і непрямих економічних збитків спричинених зміною клімату у галузі сільського господарства. До таких можна віднести: збитки від стихійних лих (знищення урожаю, пошкодження виробничих приміщень, руйнування інфраструктури тощо), збитки від зниження урожайності (через зміну температур, часу вегетаційного періоду), збитки від зміни спеціалізації (якщо високорентабельні

культури переносяться з однієї території на іншу); збитки від зміни виробничих циклів вирощування сільськогосподарських культур у зв'язку зі трансформацією звичних кліматичних умов, витрати на адаптацію до змін клімату (попереджувальні заходи) тощо.

Можна бути впевненими, що економічні збитки від глобального потепління неухильно зростатимуть. Відповідно до звіту Британського уряду, кліматичні зміни можуть коштувати світу близько 5 % ВВП щорічно. Якщо справдяться найбільш песимістичні прогнози, ця цифра зросте до 20 % ВВП [36]. Крім того, Міжурядова група експертів з питань змін клімату порахувала, що мінімальні витрати на адаптацію лише в країнах, що розвиваються, складують близько 100 млрд дол. США на рік [37]. Проте ризики, спричинені зміною клімату, не є статичними, а такими, що з часом змінюються залежно від змін чисельності населення, землекористування й економічного зростання або спаду [38], та змінюються у просторі та мають різні наслідки [39].

Оцінка зміни клімату, як правило, базується на використанні глобальних кліматичних моделей (ГКР) IPCC сценаріїв викидів (SRES сценаріїв), які описують найрізноманітніші соціально-економічні умови. SRES сценарії згруповані в чотири категорії: A1 – світовий ринок (акцент на досягнення економічного зростання й вільної торгівлі; підвищення рівня доходів та викорінення європейської економічної нерівності; стабільний політичний і соціальний клімат з якісними охороною здоров'я та освітою; розширення ЄС за рахунок включення нових держав-членів; ЄС являє собою єдиний ринок, функціонально інтегровані з іншими ринками), A2 – місцеві підприємства (суспільство керується короткостроковими споживчими цінностями; політичні рішення приймаються на національному та регіональному рівнях; Європа має протекціоністські економічну й торгову політики; компетенції ЄС залишаються незмінними й розширення є обмеженим), B1 – глобальна стійкість (акцент на міжнародне розв'язання глобальних екологічних проблем; розширення ЄС та розвиток у напрямку федеральної структури; ЄС бере на себе відповідальність за вирішення екологічних проблем; міжнародні інститути прийматимуть соціальні програми), B2 – локальна стійкість (зосередження на вирішенні екологічних проблем на місцевому рівні (екологічно чисті технології); B ЄС принцип субсидіарності переносить управління на місцевий рівень; відмова від розширення і поглиблення ЄС; Європа ще більш неоднорідна через великі відмінності у регіональних доходах). Угрупування спирається на дві ортогональні осі, що представляють соціальні цінності (в межах від споживацьких до природозберігаючих) і рівня управління (від місцевого до глобального) відповідно. Припущення щодо майбутнього європейського землекористування і вплив на навколишнє середовище діяльності людини багато в чому залежить від розробки і впровадження нових технологій. Для сценаріїв SRES було підраховано, що збільшення продуктивності сільськогосподарських культур по відношенню до 2000 р. може скласти від 25 до 163% залежно від інтервалу часу (2020–2080 рр.) і сценаріїв. Це збільшення

було найменшим за B2 і найвищий для сценарію A1FI [4].

Учені відзначають, що здатність оцінювати вплив клімату на зміни врожайності, на світові поставки продуктів харчування, попит і торгівлю оточена великою невизначеністю щодо важливих елементів, таких як величина і просторові характеристики зміни клімату, діапазон і ефективність адаптації, довгострокові аспекти технологічних змін і продуктивності сільського господарства, майбутні демографічні тенденції. Крім того, прийняття ефективних методів адаптації далеко не є однозначним, оскільки у країнах, що розвиваються можуть бути соціальні, економічні або технічні обмеження, а заходи з адаптації не обов'язково будуть приводити до стійкого виробництва протягом тривалих термінів [32].

Можливості протидії змінам клімату на основі екосистем включають екологічне відновлення; збереження ґрунтів; заліснення та лісовідновлення; зелену інфраструктуру (зелені дахи); екологічні коридори; банки насіння, банки генів і інші види збереження *ex situ*; менеджмент природних ресурсів на основі громад. Крім того сприятиме якості управління ризиками зі змін клімату розробка й удосконалення законодавства в області районування земель; будівельних стандартів; правила водокористування; заохочення страхування; прав власності і гарантування землеволодіння й інше [16].

Наприклад, через потепління клімату частота і серйозність посухи в деяких районах США збільшується. Для пом'якшення наслідків цього було прийнято програму страхування, яка полягає у тому, що до початку періоду вегетації, сільськогосподарські виробники мають вибрати два або більше двох місяців, протягом яких вони хотіли б мати страхове покриття. В кінці періоду, Міністерство сільського господарства США використовує індекс опадів для оцінки середнього рівня опадів. Якщо рівень опадів був нижче середнього рівня за обраний період, застраховані виробники мають право на відшкодування витрат [40]. Подібним прикладом є створений вченими NOAA Drought Portal - інтерактивну систему, призначену для надання інформації про поточні й очікувані засухи для планування та управління цими ризиками. Фахівці з 50 штатів США і Пуерто-Ріко розробляють щотижня карту поточних умов. Цей інструмент дозволяє користувачам переглядати державні і регіональні специфіки умов посухи, допомагаючи побачити, як посуха впливає на їх регіон прямо зараз. Ця інформація до сучасних дозволяє управлінню водними ресурсами на всіх рівнях, щоб впровадити клімат-розумні рішення для свого бізнесу і громад [41]. Фермери Каліфорнії можуть через інтернет мати доступ до інформації про випаровування води від державної мережі метеостанцій. Ці дані допомагають їм розрахувати оптимальну кількість води, яка необхідна для зрошування в конкретний день. Результати експерименту свідчать про зниження споживання води на 13 % і зростання врожайності на 8 % [42].

Африканський союз запустив ініціативу Зелена стіна Сахари з боротьби з опустелюванням, який передбачає посадку дерев на 300 млн га в триметровій смузі, що тягнеться по всій Африці. Сенегал, який в даний час втрачає 50 тис.

га продуктивних земель щороку, буде керувати зеленою стіною на заході. У липні 2005 р. уряд Марокко, реагуючи на сильну посуху, оголосив про виділення 778 млн дол., щоб скасувати борги фермерів і перетворити зернові посівні площі в менш уразливі оливкові та фруктові сади. Китай захищає себе від пустелі Гобі, висаджуючи 4480 км пояс дерев з Пекіна через Монголію [19].

Всесвітній огляд підходів і технологій збереження ґрунтів (WOCAT) [43] є прикладом ініціативи, яка сприяє сталому управлінню земельними ресурсами (SLM) і обміну знаннями. Ця мережа полегшує звітність, поширення і впровадження адаптованих до місцевих умов практик сталого управління земельними ресурсами. WOCAT визначає чотири категорії заходів щодо запобігання, пом'якшення та відновлення деградації земель і відновлення екосистемних послуг, які можуть бути об'єднані на одному місці для досягнення комплексного управління.

Крім того, об'єктом адаптації може стати законодавство. Так, 2008 р. Велика Британія прийняла Закон про зміну клімату. Закон, крім юридичного закріплення обов'язкових дій щодо скорочення викидів вуглекислого газу, першим у світі заклав законодавчу базу, яка стосується діяльності з адаптації, для реалізації своєї стратегії адаптації. Португалія створила низку стратегічних організацій, Міжвідомчу комісію з питань зміни клімату, галузеві робочі групи за ключовими секторами, наукову групу для підтримки роботи галузевих груп і загальну координаційну групу [39].

Одним із важливих питань втілення адаптації є пошук можливостей фінансування, особливо з огляду на вище наведені суми. Виходячи з європейського досвіду [39] кошти можна одержати за рахунок надходжень із державного бюджету або приватного сектора. Для таких держав, як Україна, також є можливість залучати міжнародні кліматичні фонди Світового Банку, Глобального екологічного фонду й Організації Об'єднаних Націй. Крім того, до інших джерел відносяться податки, страхування та облігації, сек'юритизація та структуроване фінансування.

Висновки. Глобальні зміни та зміна клімату має подвійний вплив на сільське господарство. Оцінюючи різні аспекти, слід відзначити позитивний вплив подовженого вегетаційного періоду, пом'якшення клімату у регіонах середніх широт, що сприяє зростанню урожайності окремих сільськогосподарських культур. Натомість в інших регіонах світове потепління призводить до опустелювання та збільшення локалізованої посухи, посилює проблему повеней тощо. Фактично можна говорити про часткову заміну, трансформацію сільськогосподарських регіонів, регіонів вирощування окремих культур. Ці зміни будуть вимагати пошук нових технологій, сортів, добрив, засобів захисту рослин, організаційних форм, форм взаємодії між учасниками сільськогосподарського виробництва й світових ринків. В цих умовах однією з головних цілей досліджень світових вчених є оцінка потенційного впливу зміни клімату на світове виробництво сільськогосподарських культур, в тому числі кількісних оцінок змін обсягів виробництва основних видів продуктів

харчування, їх цін і загрози голоду.

Усі отримані дані ставлять ряд міждисциплінарних завдань перед українською наукою, а саме: як українське сільське господарство має реагувати на локальні ризики і глобальні диспропорції на світовому ринку? яким способом адаптації та пом'якшення клімату слід надавати перевагу для подолання майбутніх ризиків? яким чином реагування сільського господарства вплине на економічну стабільність і розвиток країни за рахунок отримання кліматичних переваг, та у свою чергу розширення ринків? який розмір потенційних економічних ризиків та переваг тощо. Представлені дані є підґрунтям для дальших досліджень глобальних наслідків зміни клімату в сільському господарстві України.

References:

1. Adams, R., Hurd, B., Lenhart, S., and Leary, N. (1998), Effects of global climate change on agriculture: an interpretative review. *Inter-Research*, vol. 11, pp. 19–30.

2. Olesen, J., Trnka, M., Kersebaum, K., Skjelvåg, A., Seguine, B., Peltonen-Sainio, P., Rossi, F., Kozyra, J., and Micale, F. (2011), Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy*, vol. 34, pp. 96–112.

3. European commission. Climate change as a driver for European agriculture : ec.europa.eu/research/agriculture/scar/pdf/scar_foresight_climate_change_en.pdf.

4. Moore, F. and Lobell, D. (2014), Adaptation potential of European agriculture in response to climate change. *Nature Climate Change*, vol. 4, pp. 610–614.

5. Supit, I., van Diepen, C.A., de Wit, A.J.W., Wolf, J., Kabat, P., Baruth, B., and Ludwig, F. (2012), Assessing climate change effects on European crop yields using the Crop Growth Monitoring System and a weather generator. *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 164, pp. 96–111.

6. Tinker, B., Goudriaan, J., Teng, P., Swift M., Linder S., Ingram J., and van de Geijn, S. Global change impacts on agriculture, forestry and soils: The programme of the global change and terrestrial ecosystems core project of IGBP, available at <http://www.fao.org/docrep/w5183e/w5183e0e.htm#TopOfPage>.

7. The ukrainian week. Do not panic: climate change may prove useful for agriculture [Bez paniky: klimatichni zminy mozhut' vyyavytysya korysnymy dlya sil's'koho hospodarstv], available at: <http://tyzhden.ua/Society/55863>.

8. NOAA Climate. Data Snapshots, available at <https://www.climate.gov/sites/default/files/bigeurope.png>.

9. Alder, J.R. and Hostetler, S.W. (2013). CMIP5 Global Climate Change Viewer. US Geological Survey, available at: <http://regclim.coas.oregonstate.edu/gccv/index.html> doi:10.5066/F72J68W0.

10. National center for environmental information, available at: <http://www.ncdc.noaa.gov>.

11. NOAA Climate, available at: www.climate.gov/maps-data#global-climate-dashboard.
12. Earth System Research Laboratory. Annual Mean Global Carbon Dioxide Growth Rates, available at: http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html#global_data.
13. Ukrainian public organization of environmental direction "Living Planet". Kyoto protocol, [Kiot's'kyy protokol], available at: <http://www.zhiva-planeta.org.ua/diyalnist/klimat/kiot-protokol.html>.
14. The world bank. CO₂ emissions (kt), available at: <http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT/countries/CN-US-UA-Z7-1W?display=graph>.
15. IPCC, 2014: Summary for policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32
16. Green wave [Zelena chwila]. Adapting to climate change in agriculture Ukraine [Adaptatsiya do zmin klimatu v sil's'komu hospodarstvi Ukrayiny], available at: <http://ecoclubua.com/2015/07/adaptatsiya-do-zmin-klimatu-v-s-h/>.
17. NASA. Images of Change, available at: http://climate.nasa.gov/state_of_flux#Landrecovery_Ukraine.jpg.
18. The guardian. Soil erosion threatens to leave Earth hungry, available at: <http://www.theguardian.com/environment/2010/dec/14/soil-erosion-environment-review-vidal>.
19. United Nations Environment Programme (UNEP). The Latin America and the Caribbean Atlas of our Changing Environment (2010), available at: http://www.unep.org/publications/contents/pub_details_search.asp?ID=4169.
20. United Nations Environment Programme (UNEP). The Atlas of our Changing Environment (2009), DEWA.
21. Global food security. Global issues, available at: <http://www.foodsecurity.ac.uk/issue/global.html#refs>.
22. Socioeconomic Data and Applications Center. ESI, available at: <http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/esi/maps/services>.
23. Socioeconomic Data and Applications Center. 2005 ESI. Benchmarking National Environmental Stewardship Appendix C Variable Profiles and Data , available at: http://sedac.ciesin.columbia.edu/es/esi/c_variableprofiles.pdf.
24. Szoeg, H.M. (2007). Comparing development sustainability in Belarus, Poland and Ukraine with special respect to rural areas, available at: [http://www.wne.sggw.pl/czasopisma/pdf/PRS_2007_T1\(16\)_s53.pdf](http://www.wne.sggw.pl/czasopisma/pdf/PRS_2007_T1(16)_s53.pdf).
25. United nations convention to combat desertification. World atlas the desertification, available at:

www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/1_2016_JRC_WAD_brochure_full.pdf.

26. Land footprint scenarios. A discussion paper including a literature review and scenario analysis on the land use related to changes in Europe's consumption patterns Report for Friends of the Earth Europe. (eds. Giljum, S. and Kennerley, P. R.), available at:

www.foeeurope.org/sites/default/files/seri_land_footprint_scenario_nov2013.pdf.

27. Mullan, D. Soil erosion under the impacts of future climate change: Assessing the statistical significance of future changes and the potential on-site and off-site problems, available at:

https://www.researchgate.net/publication/257169507_Soil_erosion_under_the_impacts_of_future_climate_change_Assessing_the_statistical_significance_of_future_changes_and_the_potential_on-site_and_off-site_problems.

28. Nearing, M.A., Pruski, F.F. and O'Neal, M.R. (2004), Expected climate change impact on soil erosion rates: a review. *Journal of soil and water conservation*, vol.59. no. 1, pp. 43–50.

29. Tinker, B., Goudriaan, J., Teng, P., Swift, M., Linder, S. and van de Geijn, S. Global change impacts on agriculture, forestry and soils: The programme of the global change and terrestrial ecosystems core project of IGBP, available at: <http://www.fao.org/docrep/w5183e/w5183e0e.htm#TopOfPage>.

30. FAO. The State of the World's land and water resources for Food and Agriculture, Managing systems at risk. (2011), available at: <http://www.fao.org/docrep/017/i1688e/i1688e.pdf>.

31. FAO. Corporate document repository. Fischer, G., Frohberg, K., Parry, M. and Rosenzweig, S. The potential effects of climate change on world food production and security, available at: <http://www.fao.org/docrep/w5183e/w5183e0b.htm>.

32. Reilly, J. Climate change, global agriculture and regional vulnerability, available at: <http://www.fao.org/docrep/w5183e/w5183e0c.htm#TopOfPage>

33. European environmental agency. Projected changes in water-limited crop yield, available at: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/projected-changes-in-water-limited>.

34. Kryvoruchenko, Z. R. (2014), Tendencies and potential consequences global and regional climate change. *Derzhavne upravlinnya: udoskonalennya ta rozvytok*, vol.9, available at: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=754>.

35. WWF Global. Naslidky zminy klimatu dlya Ukrayiny, available at: http://wwf.panda.org/uk/wwf_ukraine_ukr/climatechange/climate_impacts_ua/http://wwf.panda.org/uk/wwf_ukraine_ukr/climatechange/climate_impacts_ua/.

36. L'vivs'ka hazeta. The consequences of climate change for Ukraine is occurrence of hurricanes and heat waves, available at: <http://gazeta.lviv.ua/ecology/26700>.

37. Bouwer, L. M. (2010), Disasters and Climate Change: Analysis and Methods for Projecting Future Losses from Extreme Weather. Ph.D. thesis, Vrije Universiteit, Amsterdam, The Netherlands, 141 pp., available at:

dare.uvu.vu.nl/bitstream/1871/16355/1/dissertation.pdf.

38. Massey, E. (2012), *Dosvid Yevropeys'koho Soyuzu v adaptatsiyi do zminy klimatu ta zastosuvannya yoho v Ukraini* [EU experience in adapting to climate change and its application in Ukraine], available at: <http://www.osce.org/uk/ukraine/104020?download=true>.

39. Gardiner, N. and Greenhalgh, E. (2014), *Using climate data to protect growers and ranchers*, available at: <https://www.climate.gov/news-features/decision-makers-toolbox/using-climate-data-protect-growers-and-ranchers>.

40. Gardiner, N. and Greenhalgh, E. (2013), *Monitoring drought*, available at: <https://www.climate.gov/news-features/decision-makers-toolbox/monitoring-drought>.

41. Kazakova, I. V. (2015), *Foreign experience in combating land degradation* / "Okhorona gruntiv ta pidvyshchennya yikh rodyuchosti [Protection and improvement of soil fertility]. *Materialy Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi*. Odesa. 16-17 september, pp.88.

42. *World Overview of Conservation Approaches and Technologies*. About WOCAT, available at: <https://www.wocat.net>.

[How to cite this article? Як цитувати цю статтю?](#)

Стиль – ДСТУ:

Казакова І. Вплив глобальних змін на ґрунтові ресурси та сільськогосподарське виробництво [Електронний ресурс] / І. Казакова // *Agricultural and Resource Economics : International Scientific E-Journal*. – 2016. – Vol. 2. – No. 1. – С. 21–44. – Режим доступу : www.are-journal.com.

Style – Harvard:

Kazakova, I. (2016), *The impact of global changes at soil resources and agricultural production*. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, [Online], vol. 2, no. 1, available at: www.are-journal.com.