

РЕСУРСООЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

М. Новохацький, канд. с.-г. наук, доц.,
e-mail: novokhatskyi@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>

Н. Сердюченко, канд. геогр. наук,
e-mail: poljuljach@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0361-8215>

О. Бондаренко
ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Анотація

Вплив кліматичних змін на агроресурси України може нівелювати переважно сприятливі очікувані агрометеорологічні умови зростанням кількості та інтенсивності проявів екстремальних погодних явищ, що негативно вплине на агросферу та посилюватиме ерозію і деградацію ґрунтів. Тому постає необхідність впровадження ґрунтозахисних та ресурсоощадних агротехнологій та інформаційного поширення переваг їх застосування.

Метою роботи є аналіз переваг упровадження ґрунтозахисних ресурсоощадних агротехнологій для підвищення ефективності використання сільськогосподарських угідь в умовах змін клімату.

Методи: аналіз і синтез досліджуваних інформаційних ресурсів.

Результати. Трансформація сільськогосподарських виробничих систем на основі принципів ґрунтозахисного та ресурсоощадного землеробства (ГРЗ) вже відбувається і набирає обертів у глобальному масштабі. В Україні методи ГРЗ застосовуються близько на 2 % площі від усіх орних земель. Масштабному застосуванню ГРЗ перешкоджає нестача інформаційного забезпечення та обміну знаннями про застосування та ефективність цієї технології.

ГРЗ характеризується трьома взаємопов'язаними принципами: безперервне мінімальне механічне порушення ґрунтового покриву, постійне покриття ґрунту органічними речовинами та диверсифікація видів культур, які вирощуються. Спільне застосування всіх трьох практик – основа отримання максимальної користі. ГРЗ може також допомогти пом'якшити зміни клімату завдяки істотному скороченню викидів CO₂ в атмосферу через зменшення використання дизельного палива та збільшення секвестрації вуглецю у ґрунті. Багаторічні дослідження різних способів обробки ґрунту в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, включаючи технологій ГРЗ, показали хороші результати щодо збереження ґрунтової вологи та біорізноманіття ґрунтових мікроорганізмів.

Висновки. Аналіз наукових матеріалів та міжнародні дослідження підтверджують, що одночасне застосування трьох практик ГРЗ є основою отримання максимальної користі, підвищення продуктивності земель, поліпшення стану навколишнього середовища і пом'якшення впливу агросектора на кліматичні зміни.

Ключові слова: зміни клімату, ґрунтозахисне ресурсоощадне землеробство, агротехнології, адаптація, сільське господарство.

Постановка проблеми. Наукові оцінки і прогнози динаміки кліматичних параметрів вказують на неоднозначний вплив можливих змін клімату на природні та сільськогосподарські ресурси України [1-6]. Переважно сприятливі очікувані агрометеорологічні умови можуть нівелювати-

ся зростанням кількості та інтенсивності проявів екстремальних погодних явищ (посух, сильних вітрів та опадів зливового характеру), що негативно впливатиме на агросферу та додатково посилюватиме ерозію ґрунтів. Адже, згідно з науковими дослідженнями ґрунтознавців, вже со-

годні не менше 40 % території України в різній мірі еродовано і ще 40 % земель схильні до подальшої вітрової та водяної ерозії [7]. Ерозія та деградація ґрунтів є основними екологічними проблемами, пов'язаними з сільським господарством. А деградовані ґрунти, як відомо, схильні до вищого ризику негативного впливу змін клімату через втрату ґрунтової органічної речовини і ґрунтового біорізноманіття, ущільнення і посилення ерозії і зсувів [8]. З огляду на це постає необхідність впровадження нових ґрунтозахисних та ресурсоощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур та інформаційного поширення переваг їх застосування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій та глобальні емпіричні дані свідчать, що трансформація сільськогосподарських виробничих систем на основі принципів *ґрунтозахисного та ресурсоощадного землеробства* (ГРЗ) вже відбувається і набирає обертів в глобальному масштабі як нова парадигма 21-го століття [8-13]. У 2015/16 рр. ГРЗ практикувалося в усьому світі приблизно на 180 млн га землі, що відповідає приблизно 12,5 % загальної площі [13]. Середньорічна норма глобальної експансії площі земель під ГРЗ з 2008/2009 рр. становить близько 10,5 млн. га. Найбільші обсяги впровадження ГРЗ в Південній і Північній Америці, далі йдуть Австралія і Нова Зеландія, Азія, Росія, Україна, Європа і Африка [13].

Прогресивні фермери України, які мають досвід міжнародної діяльності, в останні десятиліття застосовують ГРЗ на території, що становить майже 2 відсотки всієї площі орних земель, розміщених переважно в степовій зоні [8]. Масштабному застосуванню ГРЗ перешкоджає нестача інформаційного забезпечення та обміну знаннями про застосування та ефективність цієї технології.

Метою роботи є аналіз переваг упровадження раціональних ресурсоощадних агротехнологій для пошуку способів підвищення ефективності використання сільськогосподарських угідь в умовах змін клімату.

Основні результати. Результати проведення кліматичного моделювання [14-15] вказують на те, що потепління клімату може викликати різке збільшення частоти посушливих явищ, особливо на півдні та південному сході України, де одночасно зі зростанням температури приземного повітря у літні місяці на орних землях найбільш вірогідно слід очікувати підвищення дефіциту доступної для рослин вологи у ґрунті. За таких кліматичних змін найактуальнішими є питання максимального накопичення вологи з атмосферних опадів впродовж року і найраціональнішого її використання у теплий період.

Досягти цього можна завдяки

- *широкому впровадженню ґрунтозахисних та ресурсоощадних систем землеробства* (плоскорізний, чизельний, поверхневий, нульовий обробіток) і дають можливість частково зберігати і накопичувати на поверхні ґрунту мульчу, знижують швидкість руху приземного шару повітря і сприяють кращому збереженню вологи, накопиченої впродовж осінньо-зимового періоду.

- *широкому впровадженню на виробництві с.-г. культур, які мають низькі транспіраційні коефіцієнти і раціонально використовують запаси вологи у ґрунті.* Насамперед, це традиційні для зони Степу культури: кукурудза, просо, сорго. Перспективні також культури: нут культурний, арахіс підземний (культурний) тощо;

- *збільшенню у структурі посівів частки площ озимих і ранніх ярих культур, здатних закінчити проходження фаз органогенезу до настання літньої спеки і гострого дефіциту вологи (ярий і озимий ячмінь, озима і яра пшениця);*

- *створенню сортів та гібридів с.-г. культур з істотно нижчими порівняно з традиційними транспіраційними коефіцієнтами і відповідно раціональнішим використанням обмежених запасів вологи у ґрунті;*

- *раціональній організації території.* Традиційно біля 10 % суми опадів стікає з орних земель, 39-42 % випаровується

з поверхні ґрунту, і близько 50 % іде на транспірацію рослинами. Зниження втрат вологи від стікання і зниження випаровування та транспірації підвищить можливості раціонального використання вологи культурними рослинами на формування урожаю.

- *забезпеченню надійного захисту посівів від масової присутності бур'янів.* Наслідком недостатнього захисту посівів від бур'янів (за традиційного змішаного типу забур'янення) є поглинання ними від початку вегетації до третьої декади липня майже 100-130 мм доступної для культурних рослин вологи з ґрунту;

- *збереженню ґрунтових вод завдяки використанню штучного ґрунтового покриття (плівка, неткані текстильні вироби) або природного ґрунтового покриття (трава/мульча та інші побічні продукти сільськогосподарства);*

- *зниженню ризику водної та вітрової ерозії сільськогосподарських угідь* завдяки збільшенню частки кормових культур на орних землях, засіванню травами дрібнодисперсних ґрунтів, модернізації захисних лісових смуг тощо.

- *зміщенню термінів сівби ярих зернових культур на більш ранні дати, озимих — на більш пізні дати, що забезпечить ефективно використання посівами запасів вологи у ґрунті.*

Зупинимося детальніше на технологіях ресурсоощадного землеробства та перевагах їх упровадження, зокрема й з метою адаптації агросфери до кліматичних змін.

ФАО дає наступне визначення ґрунтозахисного та ресурсоощадного землеробства [11]: «ГРЗ - це метод управління агро-екологічними системами, який дає змогу підвищити продуктивність і забезпечити її стійкість, збільшити прибуток і продовольчу безпеку і водночас зберегти і примножити ресурси та поліпшити стан навколишнього середовища. Основний акцент робиться на захисті ґрунту, але збереження вологи, економія енергії, праці і навіть обладнання надає додаткові переваги.

ГРЗ характеризується трьома взаємопов'язаними принципами:

- безперервне мінімальне механічне порушення ґрунтового покриття;
- постійне покриття ґрунту органічними речовинами;
- диверсифікація видів культур, які вирощуються по черзі і/або одночасно.

Цей метод застосовується по всьому світу на території площею приблизно 180 млн. га (або 12,5 % від загальної площі орних земель) [13]. Площа застосування методу збільшується приблизно на 10,5 млн. га в рік. Незважаючи на те, що масштаб ведення ресурсоощадного землеробства в два рази перевищує масштаб органічного землеробства, громадська обізнаність про ГРЗ набагато нижча.

Три принципи ГРЗ можна докладніше пояснити так:

- *безперервне мінімальне механічне порушення ґрунтового покриття* відоме як «нульова обробка». Це практика посіву без обробки, також звана «прямого висіву», що передбачає вирощування сільськогосподарських культур без механічної передпосівної підготовки і мінімальне пошкодження ґрунту з моменту збирання попереднього врожаю.

Термін «прямий висів» у системі ГРЗ розуміється як синонім системи безорного землеробства, нульового обробітку, стерньового висіву і т.д. Термін «посадка» відноситься до точного висіву крупного насіння (кукурудза, квасоля), тоді як «висів» зазвичай відноситься до безперервного потоку насіння, як у випадку з дрібнонасіnnими зерновими культурами (наприклад, пшениця і ячмінь). Техніка проникає в ґрунт, відкриває висівну щілину і поміщає насіння в цю щілину. Розмір висівної щілини і пов'язане з цією дією переміщення ґрунту повинні бути найменшими. В ідеалі висівна щілина знову повністю покривається мульчею після сівби і непокритих ділянок ґрунту не повинно бути видно. Підготовка землі до сівби або посадки в умовах нульової обробки ґрунту включає в себе зрізання і подрібнення бур'янів, пожнивних залишків попереднього посіву чи покривної культури або їх підбір з утворенням рулонів. Крім

того, може застосовуватися обприскування гербіцидами для боротьби з бур'янами і прямий висів через мульчу. Поживні залишки зберігаються повністю або в необхідній кількості, щоб гарантувати повноцінний ґрунтовий покрив, а добрива та добавки або розкидаються по поверхні ґрунту, або вносяться під час сівби.

- *Постійний покрив з органічних речовин* можна створити, використовуючи поживні залишки, мульчу або покривні культури. Збереження постійного покриву ґрунту важливе для захисту ґрунту від згубних наслідків випаровування вологи і впливу сонця, для забезпечення мікро- і макроорганізмів у ґрунті постійним запасом «їжі», а також для зміни мікроклімату в ґрунті, оптимального росту і розвитку ґрунтових організмів, включаючи коріння рослин. За наявності постійного покриву ґрунту органічними речовинами:

- поліпшується інфільтрація і збереження ґрунтової вологи, що зменшує тривалість та інтенсивність періоду нестачі води, яку відчувають рослини, та збільшує доступність поживних речовин;

- забезпечується джерело їжі і середовище проживання для різноманітних ґрунтових організмів: створення каналів для повітря і води, біологічна обробка ґрунту і основа для біологічної активності завдяки переробці органічних і поживних речовин;

- формування гумусу стає більш інтенсивним;

- знижується вплив крапель дощу на поверхню ґрунту, що призводить до зменшення утворення кірки і поверхневого замулення, зменшується ерозія і кількість стоків;

- регенерація ґрунту відбувається швидше, ніж її деградація;

- зменшуються перепади температур на поверхні ґрунту та в самому ґрунті;

- створюються кращі умови для розвитку коренів і росту сходів.

Цей принцип вимагає повного припинення спалювання поживних залишків, під час якого виробляється сажа або технічний вуглець, що є маловивченою, але

серйозною причиною змін клімату.

- *Різноманітність сільськогосподарських культур.* Сівозміна необхідна не лише для забезпечення «дієти» ґрунтовим мікроорганізмам, але і для того, щоб рослини могли отримувати поживні речовини з різних шарів ґрунту, оскільки вони вкорінюються на різній глибині. Поживні речовини, змиті в більш глибокі шари і вже не доступні для технічної культури, можуть бути «перероблені» іншими культурами в сівозміні. Отже, культури, застосовувані в сівозміні, функціонують як біологічні насоси. Більш того, різноманітність культур у сівозміні призводить до різноманітності ґрунтової флори і фауни, оскільки коріння виділяє різні органічні речовини, які залучають різні типи бактерій і грибів, які, зі свого боку, грають важливу роль у перетворенні цих речовин у поживні, доступні для рослин. Сівозміна також виконує важливу фітосанітарну функцію, запобігаючи переносу специфічних для рослин шкідників і хвороб з попереднього посіву культури на наступний через рослинні залишки. У результаті застосування сівозміни:

- збільшується різноманітність в рослинництві і, отже, в харчуванні людини і домашньої худоби;

- знижується ризик зараження шкідливими організмами і бур'янами;

- збільшується поширення каналів або так званих біопор, створених різним корінням (різних форм, розмірів, глибини вкорінення);

- через ґрунтовий профіль краще розподіляється вода і поживні речовини;

- коріння багатьох видів різних рослин поглинають поживні речовини і воду в різних шарах ґрунту, що призводить до активнішого використання доступних поживних речовин і води;

- збільшується ефективність азотфіксації завдяки симбіозу рослин і ґрунтової біоти, а також поліпшується баланс азоту / фосфору / калію завдяки як органічним, так і мінеральним джерелам;

- формування гумусу стає більш інтенсивним.

Тривалі міжнародні експерименти і дослідження підтверджують, що лише спільне застосування всіх трьох вищеописаних практик — основа отримання максимальної користі [8-13]. Оскільки, наприклад:

- застосування нульової обробки в поєднанні з покриттям поживними залишками без сівозміни може привести до того, що згодом стане важко боротися з бур'янами і шкідливими організмами;

- оранка зони, на якій раніше велося ГРЗ, значно скорочує вміст ґрунтової органічної речовини і, тим самим, знижує її здатність утримувати воду — найважливішу властивість ґрунту, яка визначає його стійкість до посухи. Також, оранка нівелює весь раніше отриманий позитивний ефект;

- застосування нульової обробки без поживних залишків може стати причиною ущільнення ґрунту.

Незважаючи на те, що застосування вищеописаних практик є мінімальною вимогою, можуть застосовуватися і додаткові практики для підвищення родючості ґрунту, наприклад, сівба багаторічних культур (таких як пасовищні культури) або вітрозахисні посадка рослин тощо.

Потенційну сукупну вигоду від великомасштабного впровадження ґрунтозахисного і ресурсоощадного землеробства в Україні можна розділити на три типи: рівень фермерського господарства/підприємства, національний і глобальний. Основна економічна і фінансова користь впровадження ГРЗ на кожному рівню коротко викладена в [8].

В УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого проводяться багаторічні дослідження різних способів обробки ґрунту, включаючи технології ГРЗ, які показали хороші результати щодо збереження ґрунтової вологи та біорізноманіття ґрунтових мікроорганізмів [16-17].

Слід також відмітити, що ГРЗ може також допомогти пом'якшити зміни клімату за рахунок істотного скорочення викидів CO₂ в атмосферу завдяки зменшенню використання дизельного палива та збільшення секвестрації вуглецю в ґрунті [12].

Висновки. У результаті кліматичних змін, на орних землях України, найбільш вірогідно, слід очікувати підвищення дефіциту доступної для рослин вологи у ґрунті та посилення процесу деградації ґрунтів через ерозії. За таких умов найактуальнішими є питання впровадження раціональних ґрунтозахисних і ресурсоощадних агротехнологій, що сприятиме пом'якшенню наслідків кліматичних змін в аграрному секторі, запобігатиме деградації ґрунтів та створить передумови для максимального накопичення вологи з атмосферних опадів впродовж року і найраціональнішого її використання у теплий період.

Аналіз наукових матеріалів та міжнародні дослідження підтверджують, що одночасне застосування трьох практик ГРЗ є основою отримання максимальної користі, підвищення продуктивності земель, поліпшення стану навколишнього середовища і пом'якшення впливу агросектора на кліматичні зміни.

Література

1. Features of climate change on Ukraine: scenarios, consequences for nature and agroecosystems / S. Boychenko, V. Voloshchuk, Y. Movchan, N. Serdjuchenko, V. Tkachenko, O. Tyshchenko, S. Savchenko / ISSN 1813-1166 print / ISSN 2306-1472 online. Proceedings of the National Aviation University. 2016. N 4(69): 96-113 / DOI: 10.18372/2306-1472.69.11061.

2. Сердюченко Н. Заходи з адаптації сільськогосподарського виробництва України до кліматичних змін / Сердюченко Н., Негуляєва Н., Душко Р. // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва України: зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, Дослідницьке, 2017. — Вип. 21 (35). — С. 218-225. <http://www.ndipvt.com.ua/oldsite/doc/zbirnyk2017.pdf>

3. Donatelli M., Duveiller G., Fumagalli D., Srivastava A., Zucchini A. and all.

Assessing Agriculture Vulnerabilities for the design of Effective Measures for Adaption to Climate Change. AVEMAC final report. Luxembourg: Publications Office of the European Union 2012 – 176 pp.

4. Olesen, J.E., T.R. Carter, C.H. Dňaz-Ambrona, S. Fronzek, T. Heidmann, T. Hickler, T. Holt, M.I. Mňnguez, P. Morales, J. Palutikof, M. Quemada, M. Ruiz-Ramos, G. Rubžk, F. Sau, B. Smith and M. Sykes, 2007: Uncertainties in projected impacts of climate change on European agriculture and terrestrial ecosystems based on scenarios from regional climate models. *Climatic Change*, 81, 123-143 pp.

5. Impacts of Climate Change Ukraine / Met Office Hadley Centre. 2010 <http://www.climateinfo.org.ua/library/Climate-change-report-Ukraine-eng.pdf>

6. Степаненко С. М., Польовий А. М., Школьний Є. П. та ін. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України : [монографія] / колектив авт.: С. М. Степаненко, А. М. Польовий, Є. П. Школьний [та ін.]; за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. – Одеса : Екологія, 2011. – 696 с.

7. Белолипский В. А., Булыгин С. Я. «Экологический и гидрологический анализ почвозащитных и водозащитных ландшафтов в Украине. *Eurasian Soil Science «Почвоведение»*, Вып. 42, No. 6, стр. 682–692. DOI: 10.1134/S1064229309060143.

8. Ukraine: Soil fertility to strengthen climate resilience / Preliminary assessment of the potential benefits of conservation agriculture // Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 2014.

9. Dumanski, J., R. Peiretti, J. Benetis, D. McGarry, and C. Pieri. 2006. The paradigm of conservation tillage. *Proc. World Assoc. Soil and Water Conserv.*, P1: 58-64.

10. Kertész B. and Madarász B. Conservation Agriculture in Europe / *International Soil and Water Conservation Research*, Vol. 2, No. 1, 2014, pp. 91-96.

11. Conservation Agriculture / Available at <http://www.fao.org/conservation-agriculture/en/>

12. Hobbs P. R. and Govaerts B. How Conservation Agriculture Can Contribute to Buffering Climate Change / *Climate Change and Crop Production* (ed. M.P. Reynolds), CAB International 2010, p. 177-199.

13. Kassam A., Friedrich T., Derpsch R. Global spread of Conservation Agriculture / *International Journal of Environmental Studies*, Volume 76, 2019 - Issue 1, p. 29-51.

14. Gosling, S.N. & Arnell, N.W. A global assessment of the impact of climate change on water scarcity / *Climatic Change* (2016) 134: 371. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0853-x>

15. Alcamo, J. and all. Europe. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability / *Ipcс Wgii Fourth Assessment Report*, 2007, p. 541-580.

16. Новітні техніко-технологічні рішення для різних систем обробітку ґрунту і сівби у вирощуванні зернових культур. Проект «АгроОлімп» / Біосфера, агротехнології, інженерні рішення: навчальний посібник / [Колектив авторів]; за редакцією В. Кравчука. Міністерство аграрної політики та продовольства України; УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого – Дослідницьке, 2015. – С. 88-112.

17. Експертиза агробіотехнологій вирощування зернових культур на основі застосування сидеральних добрив, ґрунтових та ендofітних мікроорганізмів / Науково-випробувальні дослідження сільськогосподарської техніки і технологій: розвиток і диверсифікація (колектив авторів) / за ред. В. Кравчука; Міністерство аграрної політики та продовольства України; УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого – Дослідницьке, 2018. С. 109-113.

Literature

1. Features of climate change on Ukraine: scenarios, consequences for nature and agroecosystems / S. Boychenko, V. Voloshchuk, Y. Movchan, N. Serdjuchenko, V. Tkachenko, O. Tyshchenko, S. Savchenko / ISSN 1813-1166 print / ISSN 2306-1472

online. Proceedings of the National Aviation University. 2016. N 4(69): 96-113 / DOI: 10.18372/2306-1472.69.11061.

2. Serdiuchenko N. Measures on adaptation of agricultural production of Ukraine to climate change / Serdiuchenko N., Negulyaeva N., Dushko R. // Technological aspects of development and testing of new technology and technologies for agricultural production in Ukraine. Collection of scientific works. L. Pogorilyy UkrNDIPVT. Doslidnytske, 2017. - V. 21 (35). 218-225 pp. <http://www.ndipvt.com.ua/oldsite/doc/zbirnyk2017.pdf>

3. Donatelli M., Duveiller G., Fumagalli D., Srivastava A., Zucchini A. and all. Assessing Agriculture Vulnerabilities for the design of Effective Measures for Adaption to Climate Change. AVEMAC final report. Luxembourg: Publications Office of the European Union 2012 – 176 pp.

4. Olesen, J. E., T. R. Carter, C. H. Dnaz-Ambrona, S. Fronzek, T. Heidmann, T. Hickler, T. Holt, M.I. Mhnguez, P. Morales, J. Palutikof, M. Quemada, M. Ruiz- Ramos, G. Rubжк, F. Sau, B. Smith and M. Sykes, 2007: Uncertainties in projected impacts of climate change on European agriculture and terrestrial ecosystems based on scenarios from regional climate models. *Climatic Change*, 81, 123-143 pp.

5. Impacts of Climate Change Ukraine / Met Office Hadley Centre. 2010 <http://www.climateinfo.org.ua/library/Climate-change-report-Ukraine-eng.pdf>

6. Stepanenko S. M, Poliovy A. M, Shkolny E. P. and others. Estimation of the impact of climate change on the economy of Ukraine: [monograph] / collective author: S. M. Stepanenko, A. M. Poliovy, E. P. Shkolny [and others.]; ed. S. M. Stepanenko, A. M. Poliovy. - Odessa: Ecology, 2011. - 696 p.

7. Belolipsky V. A., Bulygin S. Ya. “Ecological and hydrological analysis of soil-protective and water-protective landscapes in Ukraine. *Eurasian Soil Science, Soil Science*, Vol. 42, No. 6, pp. 682–692. DOI: 10.1134 / S1064229309060143.

8. Ukraine: Soil fertility to strengthen

climate resilience / Preliminary assessment of the potential benefits of conservation agriculture // Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 2014.

9. Dumanski, J., R. Peiretti, J. Benetis, D. McGarry, and C. Pieri. 2006. The paradigm of conservation tillage. *Proc. World Assoc. Soil and Water Conserv.*, P1: 58-64.

10. Kertÿsz B. and Madarбsz B. Conservation Agriculture in Europe / *International Soil and Water Conservation Research*, Vol. 2, No. 1, 2014, pp. 91-96.

11. Conservation Agriculture / Available at <http://www.fao.org/conservation-agriculture/en/>

12. Hobbs P.R. and Govaerts B. How Conservation Agriculture Can Contribute to Buffering Climate Change / *Climate Change and Crop Production* (ed. M.P. Reynolds), CAB International 2010, p. 177-199.

13. Kassam A., Friedrich T., Derpsch R. Global spread of Conservation Agriculture / *International Journal of Environmental Studies*, Volume 76, 2019 - Issue 1, p. 29-51.

14. Gosling, S.N. & Arnell, N.W. A global assessment of the impact of climate change on water scarcity / *Climatic Change* (2016) 134: 371. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0853-x>

15. Alcamo, J. and all. Europe. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability / *Ippc Wgii Fourth Assessment Report*, 2007, p. 541-580.

16. New technical and technological decisions for different systems of soil cultivating and sowing in grain crops cultivation. Project «AgroOlimp» / Biosphere, agrotechnology, engineering solutions: training manual / [Collected authors]; edited by V. Kravchuk. Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine; L. Pogorilyy UkrNDIPVT – Doslidnytske, 2015. - P. 88-112.

17. Expertise of Agrobiotechnologies for cereals cultivation with application of sidereal fertilizers, soil and endophyte microorganisms / *Scientific and Testing Researches of Agricultural Machinery and Technologies: Development and Diversification* (collective of authors) / ed. V. Kravchuk; Ministry of

Agrarian Policy and Food of Ukraine; L. Pogorilyy UkrNDIPVT – Doslidnytske, 2018. P. 109-113.

Literature

1. Features of climate change on Ukraine: scenarios, consequences for nature and agroecosystems / S. Boychenko, V. Voloshchuk, Y. Movchan, N. Serdjuchenko, V. Tkachenko, O. Tyshchenko, S. Savchenko / ISSN 1813-1166 print / ISSN 2306-1472 online. Proceedings of the National Aviation University. 2016. N 4(69): 96-113 / DOI: 10.18372/2306-1472.69.11061

2. Serdyuchenko N. Zahodi z adaptaciyi silskogospodarskogo virobnictva Ukrayini do klimatichnih zmin / Serdyuchenko N., Negulyayeva N., Dushko R. // Techno-technological aspects of development and testing of new technology and technologies for agricultural production in Ukraine. Collection of scientific works. L. Pogorilyy UkrNDIPVT. Doslidnytske, 2017. – Vip. 21 (35). – S. 218-225. <http://www.ndipvt.com.ua/oldsite/doc/zbirnyk2017.pdf>

2. Donatelli M., Duveiller G., Fumagalli D., Srivastava A., Zucchini A. and all. Assessing Agriculture Vulnerabilities for the design of Effective Measures for Adaption to Climate Change. AVEMAC final report. Luxembourg: Publications Office of the European Union 2012 – 176 pp.

3. Olesen, J.E., T.R. Carter, C.H. DHAZ-Ambrona, S. Fronzek, T. Heidmann, T. Hickler, T. Holt, M.I. Mhnguez, P. Morales, J. Palutikof, M. Quemada, M. Ruiz-Ramos, G. Rubæk, F. Sau, B. Smith and M. Sykes, 2007: Uncertainties in projected impacts of climate change on European agriculture and terrestrial ecosystems based on scenarios from regional climate models. *Climatic Change*, 81, 123-143 pp.

4. Impacts of Climate Change Ukraine / Met Office Hadley Centre. 2010 <http://www.climateinfo.org.ua/library/Climate-change-report-Ukraine-eng.pdf>

5. Stepanenko S. M., Pol'ovyj A.

M., Shkol'nyj Je. P. ta in. Ocinka vplyvu klimatychnyh zmin na galuzi ekonomiky Ukrainy: [monografija] / kolektyv avt.: S. M. Stepanenko, A. M. Pol'ovyj, Je. P. Shkol'nyj [ta in.]; za red. S. M. Stepanenka, A. M. Pol'ovogo. – Odesa: Ekologija, 2011. – 696 s.

6. Belolypskij V.A., Булыгун S. Ja. «Экологический и гидрологический анализ почвозашхитных и водозашхитных ландшафтов в Украйне. Eurasian Soil Science «Pochvovedenye», V. 42, No. 6, str. 682–692. DOI: 10.1134/S1064229309060143.

7. Ukraine: Soil fertility to strengthen climate resilience / Preliminary assessment of the potential benefits of conservation agriculture // Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 2014

8. Dumanski, J., R. Peiretti, J. Benetis, D. McGarry, and C. Pieri. 2006. The paradigm of conservation tillage. *Proc. World Assoc. Soil and Water Conserv.*, P1: 58-64.

9. Kertész B. and Madarász B. Conservation Agriculture in Europe / *International Soil and Water Conservation Research*, Vol. 2, No. 1, 2014, pp. 91-96.

10. Conservation Agriculture / Available at <http://www.fao.org/conservation-agriculture/en/>

11. Hobbs P.R. and Govaerts B. How Conservation Agriculture Can Contribute to Buffering Climate Change / *Climate Change and Crop Production* (ed. M.P. Reynolds), CAB International 2010, pp. 177-199.

12. Kassam A., Friedrich T., Derpsch R. Global spread of Conservation Agriculture / *International Journal of Environmental Studies*, Volume 76, 2019 - Issue 1, p. 29-51.

13. Gosling, S.N. & Arnell, N.W. A global assessment of the impact of climate change on water scarcity / *Climatic Change* (2016) 134: 371. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0853-x>

14. Alcamo, J. and all. Europe. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability / *Ipcw Wgii Fourth Assessment Report*, 2007, p. 541-580

15. Novitni tehniko-tehnologichni rishennja dlja riznyh system obrobtku g'runtu i sivby u vyroshhuvanni zernovyh kul'tur. Proekt

«AgroOlimp» / Biosfera, agrotehnologii', inzhenerni rishennja: navchal'nyj posibnyk / [Kolektyv avtoriv]; za redakcijeju V. Kravchuka. Ministerstvo agrarnoi' polityky ta prodovol'stva Ukrai'ny; UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo – Doslidnyc'ke, 2015. – S. 88-112.

16. Ekspertyza agrobiotehnologij vyroshhuvannja zernovyh kul'tur na osnovi zas-

tosuvannja syderal'nyh dobryv, g'runtovyh ta endofitnyh mikroorganizmiv / Nauko-vo-vyprobuval'ni doslidzhennja sil's'kogospodars'koi' tehniky i tehnologij: rozvytok i dyversyfikacija (kolektyv avtoriv) / za red. V. Kravchuka; Ministerstvo agrarnoi' polityky ta prodovol'stva Ukrai'ny; UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo – Doslidnyc'ke, 2018. S. 109-113

UDC 631.343:631.55

CONSERVATION AGRICULTURE IN CLIMATE CHANGE CONDITION

M. Novokhatsky, PhD in Agronomy, associate professor
e-mail: novokhatskyi@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>

N. Serdiuchenko, PhD in Geography,
e-mail: poljuljach@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0361-8215>

O. Bondarenko
SSO «L. Pogorilyy UkrNDIPVT»

Summary

As a result of the climate change impact on Ukrainian agrarian resources, prevailing favorable agro-meteorological conditions can be offset by an increase in the number and intensity of extreme weather events, which negatively affects the agro-sphere and will exacerbate erosion and degradation of soils. Therefore, there is a need for the introduction of soil protection and resource-saving agrotechnologies (Conservation Agriculture - CA) and information dissemination of the benefits of their application.

The purpose of this work is to analyze the advantages of introducing soil-protecting resource-saving agrotechnologies in order to increase the efficiency of agricultural land use in conditions of climate change.

Methods: analysis and synthesis of the information resources.

Results. Transformation of agricultural production systems based on the principles of Conservation Agriculture is already taking place and is gaining momentum on a global scale. In Ukraine, the methods of CA are used in an area of about 2 % of all arable land. The large-scale application of CA is hampered by the lack of information provision and the exchange of knowledge about the application and effectiveness of this technology.

Conservation agriculture (CA) is characterized by three linked principles, namely: continuous minimum mechanical soil disturbance; permanent organic soil cover; and diversification of crop species grown in sequences and/or associations. Joint application of all three CA practices is the basis for maximizing the benefits. CA can also help mitigate climate change by significantly reducing CO₂ emissions to the atmosphere by reducing the use of diesel fuel and increasing sequestration of carbon in the soil. In Leonid Pogorilyy UkrNDIPVT researches have been carried out for many years on various methods of soil cultivating, including the CA techniques, which have shown good results in preserving soil moisture and biodiversity of soil microorganisms.

Conclusions. Analysis of scientific materials and international researches confirm that the simultaneous application of the three CA practices is the basis for obtaining maximum benefits,

increasing land productivity, improving the environment and mitigating the impact of the agricultural sector on climate change.

Key words: climate change, soil protection, conservation agriculture, agrotechnology, adaptation, agriculture.

УДК 631.343:631.55

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

М. Новохацкий, канд. с.-х. наук, доц.,
e-mail: novokhatskyi@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>

Н. Сердюченко, канд. геогр. наук,
e-mail: poljuljach@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0361-8215>

А. Бондаренко,
ГНУ «УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого»

Аннотация

В результате воздействия климатических изменений на агроресурсы Украины, преимущественно благоприятные ожидаемые агрометеорологические условия могут нивелироваться ростом количества и интенсивности проявлений экстремальных погодных явлений, что негативно повлияет на агросферу и будет усиливать эрозию и деградацию почв. Поэтому возникает необходимость внедрения почвозащитных и ресурсосберегающих агротехнологий и информационного распространения преимуществ их применения.

Целью данной работы является анализ преимуществ внедрения почвозащитных ресурсосберегающих агротехнологий для повышения эффективности использования сельскохозяйственных угодий в условиях изменений климата.

Методы: анализ и синтез исследуемых информационных ресурсов.

Результаты. Трансформация сельскохозяйственных производственных систем на основе принципов почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия (ПРЗ) уже происходит и набирает обороты в глобальном масштабе. В Украине методы ПРЗ применяются на площади около 2% от всех пахотных земель. Масштабному применению ПРЗ препятствует нехватка информационного обеспечения и обмена знаниями о применении и эффективности данной технологии.

ПРЗ характеризуется тремя взаимосвязанными принципами: непрерывное минимальное механическое нарушение почвенного покрова, постоянное покрытие почвы органическими веществами и диверсификация выращиваемых видов культур. Совместное применение всех трех практик – основа получения максимальной пользы. ПРЗ может также помочь смягчить изменения климата за счет существенного сокращения выбросов CO₂ в атмосферу из-за уменьшения использования дизельного топлива и увеличения секвестрации углерода в почве. Многолетние исследования различных способов обработки почвы в УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого, в том числе и технологий ПРЗ, показали хорошие результаты по сохранению почвенной влаги и биоразнообразия почвенных микроорганизмов.

Выводы. Анализ научных материалов и международные исследования подтверждают, что одновременное применение трех практик ПРЗ является основой получения максимальной пользы, повышения продуктивности земель, улучшения состояния окружающей среды и смягчения воздействия агросектора на климатические изменения.

Ключевые слова: изменения климата, почвозащитное ресурсосберегающее земледелие, агротехнологии, адаптация, сельское хозяйство.