

## ПРО ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА АГРОСФЕРУ УКРАЇНИ: ОГЛЯД

Майданович Н., канд. геогр. наук,  
<https://orcid.org/0000-0002-0361-8215>  
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

### Анотація

**Метою роботи** є огляд та аналіз основних результатів сучасних наукових досліджень щодо впливу змін клімату на агросферу України.

**Результати.** Аналіз проведених досліджень показав, що наслідки кліматичних змін для агросфери відчутні вже сьогодні і матимуть продовження в майбутньому. Спостережувані кліматичні зміни в останні десятиліття вже істотно вплинули на зміщення у північному напрямку всіх агрокліматичних зон Європи, включаючи Україну. З точки зору продуктивності агросфери України, зміни клімату матимуть як позитивні, так і негативні наслідки. До позитивних можемо віднести: покращення умов формування і скорочення термінів збирання врожаю; можливість ефективного впровадження пізньостиглих сортів (гібридів), для яких необхідно більше теплових ресурсів; покращення умов перезимівлі сільськогосподарських культур; підвищення ефективності внесення добрив. Модельні оцінки впливу зміни клімату на врожайність пшениці в Україні переважно свідчать про позитивні наслідки впливу потепління клімату на врожайність у середньостроковій перспективі, проте з підвищенням рівня середньорічної температури на 2°C вище норми очікується зниження рівня врожайності зернових. До негативних наслідків впливу кліматичних змін на агросферу належать: посилення посушливості впродовж вегетаційного періоду; прискорення розкладання гумусу в ґрунтах; погіршення зволоження ґрунту в південних регіонах; погіршення якості зерна та незабезпечення повної яровизації зернових; зростання кількості шкідників, поширення збудників хвороб рослин та бур'янів завдяки сприятливим умовам для їх перезимівлі; зростання вітрової та водної ерозії ґрунту, спричинене збільшенням кількості посух та екстремальних опадів; збільшення ризиків вимерзання озимих культур через відсутність стійкого снігового покриву.

**Висновки.** Особливої ваги в умовах зазначених кліматичних змін набувають ресурсощадні агротехнології, до яких відносяться технології типу *no-till*, *strip-till*, *ridge-till*, які 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. Також у визначенні найбільш дійових шляхів і механізмів зниження погодних ризиків для українських аграріїв необхідно враховувати світову практику *climate-smart* технологій.

**Ключові слова:** зміни клімату, агросфера, агрокліматичні зони, врожайність, сільськогосподарські культури, фітосанітарний стан, ресурсощадні агротехнології.

**Вступ.** На продуктивність агросфери найбільше впливають чотири пов'язаних з кліматом чинники — зволоженість, теплозабезпечення, термічні умови холодного періоду і континентальність клімату, яка зі свого боку визначає відповідні зміни річної та добової амплітуд температури земної поверхні, вологості, хмарності, швидкості вітру та мінливості атмосферних опадів тощо [Boychenko et al., 2018].

Зміни клімату ведуть до переоцінки впливу всіх цих взаємопов'язаних факторів і збільшення зволоженості або поліпшення умов проведення польових робіт негайно позначаються на результатах господарської діяльності.

На цей час отримано досить багато оцінок впливу глобальної зміни клімату на сільське господарство. У світовому аспекті, зміни агрокліматичних факторів

найбільш сприятливо відіб'ються на зерноносійних регіонах і скандинавських країнах [Yohannes, 2016; Iglesias et al., 2011]. Проте ряд прогнозних досліджень впливу кліматичних змін на глобальний рівень врожайності свідчать про його зменшення вже в 2020-х роках і очікується, що з часом збитки зростатимуть до 50 % до 2080-х років [Aggarwal et al., 2019].

В умовах України відповідні дослідження виконано стосовно основних озимих та ярих зернових культур і кукурудзи і встановлено, що за реалізації різних сценаріїв зміни клімату очікувані погодні умови у найближчі десятиліття будуть переважно сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур [Степаненко та ін. 2018; Myller et al., 2016]. У роботі [Boychenko et al., 2016] проведено аналіз основних особливостей зміни клімату в Україні в ХХ-ХХІ століттях, внаслідок чого отримано оцінку можливих регіональних екологічних наслідків під впливом глобального потепління. Досліджено міжнародний досвід адаптації до зміни клімату і можливості його застосування в умовах України [Іванюта та ін., 2020].

**Постановка завдань.** Інтеграція інформації про кліматичні ризики у стратегічне планування зараз є глобальним пріоритетом [Wilby et al., 2009]. Тому стратегією сталого розвитку України до 2030 року рекомендується включити заходи реагування на зміни клімату в політику, стратегії та планування на загальнонаціональному, галузевому та регіональному рівнях. Для чого зокрема наголошується необхідність здійснити науково обґрунтоване коригування методів ведення сільського господарства з урахуванням зростання ризиків екстремальних погодних явищ [Стратегія..., 2017]. Для коректного вирішення цієї проблеми необхідний поглиблений аналіз наявних результатів наукових досліджень впливу кліматичних змін на агросферу.

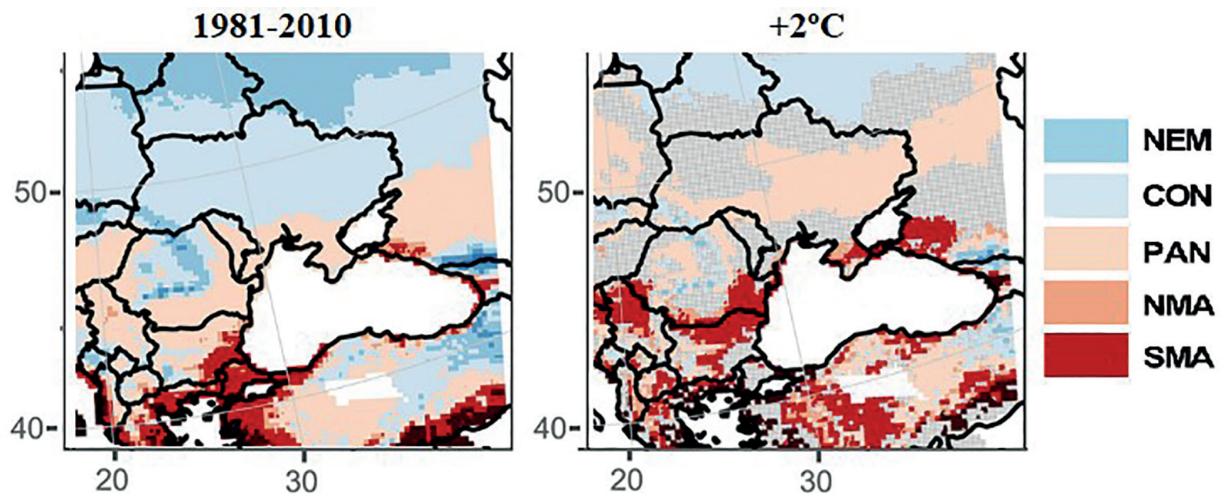
**Метою роботи** є огляд та аналіз основних результатів сучасних наукових досліджень щодо впливу змін клімату на аграрний сектор України, а саме на за-

гальні наслідки кліматичних змін для агросфери, трансформацію агрокліматичних зон України, очікувану врожайність сільськогосподарських культур у середньостроковій перспективі, фітосанітарний стан в умовах зміни клімату, загострення посушливості та екстремальності клімату, рекомендованих адаптаційних заходах для агросектора.

**Загальні наслідки змін клімату для агросфери.** Для аграрного господарства України загальні наслідки потепління клімату будуть пов'язані з такими моментами:

- активізується розкладання гумусу в ґрунтах [Pritchard, 2011]
- погіршаться умови зволоження ґрунту, особливо на південному сході країни [Boychenko et al., 2016], що потребуватиме відновлення і розширення зрошення;
- зросте роль застосування добрив та впровадження вологозатримувальних агротехнологій [Новохацький та ін., 2019];
- строки сівби стануть більш ранніми, але збережеться загроза загибелі рослин через весняні заморозки; покращаться умови і скоротяться строки збирання врожаю [Степаненко та ін., 2018];
- покращаться умови перезимівлі сільськогосподарських культур і багаторічних трав, але не буде забезпечена їх повна яровизація [Степаненко та ін., 2018], тому економічно вигідною буде заміна сучасних сортів зернових пізньостиглими сортами, система фотосинтезу яких працює більш тривалий час, внаслідок чого продуктивність агроєкосистем підвищиться.
- більш сприятливими стануть умови перезимівлі шкідників, збудників хвороб рослин, бур'янів [Nargis Nazir et al., 2017; Trebicki et al., 2017].

**Трансформація агрокліматичних зон.** Спостережувані кліматичні зміни в останні десятиліття вже істотно вплинули на зміщення у північному напрямку всіх агрокліматичних зон Європи [Ceglar et al., 2019] і України, включаючи [Атлас «Агрокліматичні ресурси...», 2016]. Відповідно до даних кліматичного моделювання, у



**Рисунок 1** – а) Агрокліматичне зонування, яке базується на тривалості вегетаційного періоду та сумі активних температур за період (1981-2010). (b) Усереднена закономірність просторової міграції агрокліматичних зон в умовах глобального потепління на 2° С згідно з RCP 8.5. Сірим представлено регіони, де не очікуються зміни щодо базового періоду. Визначені агрокліматичні зони названі з півночі на південь: зона лісів (nemoral) (NEM), континентальна (continental) (CON), Панноніальна, степова (Pannonian) (PAN), північно-морська (NMA), південно-морська (SMA).  
Джерело: адаптовано з [Ceglár et al., 2019]

найближчі десятиліття міграція агрокліматичних зон у Східній Європі може досягати подвоєної швидкості, порівняно з періодом 1975-2016 рр. [Ceglár et al., 2019]. Внаслідок чого агрокліматичне зонування території України може зазнати ще істотніших змін (рис. 1).

Зміщення агрокліматичних зон уже спричинило переміщення до більш північних регіонів посівів ряду культур, зокрема – цукрових буряків, соняшнику та сої. І на території України вже майже немає територій із обмеженими тепловими ресурсами для вирощування теплолюбних культур. Зокрема для вирощування соняшнику з'явилися нові можливості в північних регіонах Європи [Debaeke et al., 2017] і зокрема на півночі України, де соняшник раніше мало вирощувався і де він може корисно сприяти диверсифікації систем посіву зернових культур.

**Прогнозування врожайності зернових культур.** Наведені в роботі [Müller et al., 2016] оцінки впливу зміни клімату на врожайність озимої пшениці по всій Україні та окремо для трьох різних екологічних зон країни свідчать про позитивні наслідки впливу потепління клімату на врожайність у північній зоні Полісся через

збільшення сонячної радіації та опадів. У Лісостепу вплив кліматичних змін буде незначним, але підвищення температури на 2° С (відносно кліматичної норми за 1976-2005 рр.) загрожує врожаю пшениці на південь від цієї зони. Скажімо у родючій степовій зоні, де клімат гарячий і сухіший, а також вища евапотранспірація, врожайність пшениці може знизитися до 5,5 ц/га до 2070 року. Загалом у довгостроковій перспективі виробництво пшениці в Україні може зменшитися на 6 % за скромного сценарію зміни клімату та більш ніж на 11 % у сценарії високих викидів парникових газів [Müller et al., 2016]. Проте зараз спостережувані зміни врожайності значно вищі від прогнозованого раніше для періоду рівня, оскільки значний вплив на збільшення врожайності мають агротехнологічні вдосконалення [Aggarwal et al., 2019].

Дослідження науковців українського Інституту агроєкології проведені на основі аналізу супутникової інформації щодо температури земної поверхні і вегетаційних індексів NDVI за історичний період 1982-2016 рр. вказують на підстави для прогнозування зростання загального рівня врожайності зернових культур в Україні



до 2050 року. Очікується, що у Поліській зоні індекс NDVI зросте на 7-14 %, у Лісостеповій зоні – на 7-10 % та в Степовій зоні – на 8,5 %, чим можна прогнозувати відповідне збільшення урожайності зернових культур з 4,1 (2015 р.) до 5,0 т/га, а до 2050 р. – до 5,3 т/га [Tarariko et al., 2017]. З такою врожайністю навіть за умови точного рівня матеріально-технічних резервів та вирішення проблем, пов'язаних із родючістю ґрунту, валовий збір зерна до 2025 року може скласти 75,0 млн. тонн і до 2050 р. – 79,0 млн. тонн [Tarariko et al., 2017]. На перспективу зростання врожайності основних сільськогосподарських культур в Україні у найближчі 10 років вказують і ряд інших розрахунків за моделями EPIC та GLOBIOM [Deppermann et al., 2018].

**Фітосанітарний стан.** Дослідження складних взаємозв'язків, які виникають внаслідок впливу кліматичних змін на сільське господарство, зокрема на комах-шкідників та патогени рослин, швидко прогресувало за останнє десятиліття, продемонструвавши високий рівень наукової складності [Luck et al., 2011; Trebicki et al., 2017]. Сценарії розвитку майбутньої екологічної ситуації в агросфері різняться, проте думки науковців стосовно динаміки фітосанітарного стану в умовах зміни клімату є одностайними – очікується збільшення чисельності, міграційної активності та шкодочинності комах фітофагів, що матиме негативні наслідки для сільського господарства, здоров'я людства й охорони навколишнього середовища.

Комахи є надзвичайно вразливими до підвищення температури навколишнього середовища, що впливає на їх поведінку, розповсюдження, розвиток, виживання та репродукцію. Також опосередковано на комах впливає підвищення рівня вуглекислого газу в атмосфері, оскільки рослини, які виростили в атмосфері з підвищеним рівнем вуглекислого газу, уповільнюють процес синтезу протеїнів, якими живляться комахи. Внаслідок цього суттєво підвищується інтенсивність харчування фітофагів, що і призводить до збільшення

втрат врожаю [Bale et al., 2002]. Цей ефект спостерігається вже сьогодні для окремих груп комах таких як метелики, твердокрили, прямокрилі [Мостов'як та ін., 2020]. Зміна кількості опадів теж впливає на динаміку чисельності комах, проте цей ефект є дотепер маловивченим.

Аналіз даних моніторингу комах, проведений в Україні, свідчить, що з підвищенням температури та збільшенням концентрації вуглекислого газу в атмосфері виникає загроза для різноманіття ентомофауни, що є головним чинником стабільності екосистем [Гавей & Чайка, 2016]. Встановлено, що в сучасних агроценозах Лісостепу України підвищення середньорічних показників температури повітря сприяло розмноженню комплексу шкідливих видів комах, а висока вологість повітря позитивно впливала на живлення попелиць на пшениці [Сахненко В., Сахненко Д., 2018]. Також на основі аналізу гідрометеорологічних умов України та стану посівів пшениці озимої та сої відмічено збільшення ураженості рослин вірусними інфекціями та зменшення їхньої урожайності зі зростанням рівня посушливості погодних умов [Mishchenko et al., 2017]. Проте відмічено зниження вірусної інфекції пшениці та отримання більш стабільного валового врожаю зерна в останні роки завдяки створенню нових сортів пшениці, пристосованих до негативних біотичних/абіотичних факторів, та зміни строків сівби на пізніші [Mishchenko et al., 2018].

**Посилення посушливості.** Очікується, що збільшення тривалості вегетаційного періоду внаслідок потепління буде ефективним для сільського господарства у північній частині країни. Проте у південних областях України через підвищення середньої річної температури повітря значно посиляться посушливі явища і розшириться зона нестійкого зволоження в центральних і північних областях, що є однією з найбільш серйозних проблем впливу зміни клімату на сільськогосподарське виробництво [Boychenko et al., 2016; Степаненко та ін., 2018].

На думку більшості дослідників, для ранніх ярих зернових культур агрометеомови істотно не зміняться або ж злегка погіршаться через збільшення посушливості періодів кушіння-колосіння й колосіння-воскова стиглість, які проходять в умовах підвищеного, порівняно з наявним, температурного фону. За незмінних умов зволоження це може спричинити зниження врожайності ярих культур внаслідок скорочення вегетаційного періоду і більш раннього їх дозрівання [Степаненко та ін., 2018].

Також клімат України не уникне в майбутньому погодних аномалій. Стихійні явища залишаться характерною особливістю клімату нашої країни. Найбільші ризики для виробництва сільськогосподарської продукції представляють такі прояви зміни клімату:

- збільшення повторюваності посушливих явищ зокрема і з екстремально високими температурами. А посуха і підвищена температура негативно впливають на ріст і розвиток рослин, водний режим, індукують коротші стадії онтогенезу, порушують процеси фотосинтезу (поглинання світла, фіксація CO<sub>2</sub>) і дихання, що призводить до втрати продуктивності зернових [Fahad et al. 2017; Wang et al. 2017]. Тому для адаптаційних заходів під час вирощування сільськогосподарських культур актуальним буде застосування біопрепаратів антистресової дії [«Обґрунтування антистресових прийомів ...», 2019].

- збільшення повторюваності стихійних гідрометеорологічних явищ у теплий період року (сильні дощі, грози, смерчі, шквали, град та ін.);

- зменшення частоти випадання і збільшення інтенсивності опадів, що перешкоджатиме накопиченню ґрунтової вологи і погіршуватиме умови збору врожаю;

- відсутність стійкого снігового покриву (малосніжні зими), що за значного зниження температури збільшуватиме ризик вимерзання озимих культур;

- підвищення ризиків нестійкості ґрунтового покриву зокрема розвитку водної

ерозії, дефляції і дегуміфікації, що потребуватиме застосування лісомеліоративних заходів у всіх природно-кліматичних зонах та збільшення лісової компоненти в агроландшафтах [Bernoux et al. 2014].

З огляду на це постає необхідність упровадження нових ґрунтозахисних та ресурсощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур та інформаційного поширення переваг їх застосування.

**Ресурсощадні агротехнології.** Особливої ваги в умовах зазначених кліматичних змін набувають ресурсощадні агротехнології, до яких відносяться технології типу no-till, strip-till, ridge-till що 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 [Новохацький та ін., 2019].

Аналіз останніх досліджень і публікацій та глобальні емпіричні дані свідчать, що трансформація сільськогосподарських виробничих систем на основі принципів ґрунтозахисного та ресурсощадного землеробства (ГРЗ) вже відбувається і набирає обертів у глобальному масштабі як нова парадигма 21-го століття [Mohammad Shahid et al., 2019; Kassam et al., 2019].

ГРЗ характеризується трьома взаємопов'язаними принципами: безперервне мінімальне механічне порушення ґрунтового покриву; постійне покриття ґрунту органічними речовинами; диверсифікація видів культур, які вирощуються по черзі і / або одночасно [Dumanski et al. 2006].

ГРЗ застосовується по всьому світу на території площею приблизно 180 млн. га (або 12,5% від загальної площі орних земель) [Kassam et al., 2019]. Площа застосування методу збільшується приблизно на 10,5 млн. га в рік. Незважаючи на те, що масштаб ведення ресурсощадного землеробства в два рази перевищує масштаб органічного землеробства, громадська обізнаність про ГРЗ набагато нижча. Найбільші обсяги впровадження ГРЗ спостерігаються в Південній і Північній Амери-

ці, далі йдуть Австралія і Нова Зеландія, Азія, Росія, Україна, Європа і Африка [Kassam, 2019].

Прогресивні фермери України, які мають досвід міжнародної діяльності, в останні десятиліття застосовують ГРЗ на території, яка становить майже 2 відсотки всієї площі орних земель, розміщених головним чином у степовій зоні. Масштабному застосуванню ГРЗ перешкоджає нестача інформаційного забезпечення та обміну знаннями про застосування та ефективність цієї технології. Згідно з інформацією Світового банку, у середньостроковій перспективі технології ГРЗ можуть поширитись у зоні українського Степу (де всі землі придатні для їх застосування) на площі до 9 млн. га. Передбачаються також поступове поширення таких технологій на зону Лісостепу і переведення загалом на ці технології у довгостроковій перспективі близько 17 млн. га [Bernoux et al., 2014]. Слід також відмітити, що ГРЗ може також допомогти пом'якшити зміни клімату завдяки істотному скороченню викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу через зменшення використання дизельного палива та збільшення секвестрації вуглецю у ґрунті [Hobbs & Govaerts, 2010; Mahipal Choudhary et al. 2016; Bai et al., 2019].

Різні експерти припускають, що традиційні системи управління агросферою в поєднанні з агроекологічними стратегіями можуть представляти єдиний життєздатний і надійний шлях збільшення продуктивності та стійкості сільськогосподарського виробництва за прогнозованих кліматичних сценаріїв. У роботі [Altieri & Nicholls, 2017] досліджено ряд способів, якими три основні традиційні агроекологічні стратегії (біодиверсифікація, управління ґрунтом та заощадження води) можуть бути реалізовані у розробленні та управлінні агроекосистемами, що дає змогу фермерам прийняти стратегію, яка одночасно підвищує стійкість та забезпечує економічні вигоди, включаючи пом'якшення наслідків глобального потепління. Тому визначаючи найбільш дійові шляхи і механізми зниження погодних ризиків

для українських аграріїв необхідно врахувати світову практику climate-smart технологій [Lipper et al., 2018; Mwongera et al., 2017; Arun Khatri-Chhetri et al., 2017; Altieri & Nicholls, 2017]. До таких практик відноситься органічне сільське господарство, різні види ресурсощадного землеробства, управління органічними відходами, раціональне зрошення, лісомеліоративні заходи тощо.

Інтеграція заходів з адаптації в наявні політики у сфері сільського господарства, зокрема у систему державної підтримки аграрного сектора дотаціями, частковою компенсацією залучених кредитів, фінансуванням розвитку сільських територій, поряд із діяльністю сільськогосподарських дорадчих служб, може стати вагомим кроком у розробленні політики з адаптації аграрного сектора України [Іванюта та ін., 2020].

**Висновки.** Аналіз наявних наукових досліджень та оцінок впливу глобальних та регіональних кліматичних змін на агросферу свідчить про їх тісний взаємозв'язок та взаємозалежність. З точки зору продуктивності агросфери України, зміни клімату матимуть як позитивні, так і негативні наслідки. До позитивних можемо віднести: покращення умов формування і скорочення термінів збирання врожаю; можливість ефективного впровадження пізньостиглих сортів (гібридів), для яких необхідно більше теплових ресурсів; покращення умов перезимівлі сільськогосподарських культур і багаторічних трав; підвищення ефективності внесення добрив. До негативних належать: погіршення якості зерна; посилення посушливості впродовж вегетаційного періоду; прискорення розкладання гумусу в ґрунтах; погіршення зволоження ґрунту в південних регіонах; незабезпечення повної яровизації зернових; зростання кількості шкідників, поширення збудників хвороб рослин та бур'янів через сприятливі умови для їх перезимівлі; зростання вітрової та водної ерозії ґрунту, спричинене збільшенням кількості посух та екстремальних опадів; збільшення ризиків вимерзання



озимих культур через відсутність стійкого снігового покриву.

На думку авторів переважної більшості проаналізованих наукових досліджень, важливим шляхом адаптації агросфери України до зміни клімату, в рамках поточної та прогнозованої ситуації, є використання кращих вітчизняних та закордонних climate-smart практик землекористування та агротехнологій.

### Перелік літератури

- Атлас «Агрокліматичні ресурси України» / за редакцією Т. І. Адаменко, М. І. Кульбиди, А. Л. Прокопенка. – Київ: ТОВ «Українська картографічна група», 2016. - 90 с.
- Гавей І., Чайка В. (2016). Вплив зміни клімату на шкідливість комах-фітофагів пшениці озимої у Лісостепу України. Наукові доповіді НУБіП України, [Електронний ресурс]. Режим доступу до матеріалу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovid/article/viewFile/dopovid2016.05.001/7002>
- Іванюта С. П., Коломієць О. О., Малиновська О. А., Якушенко Л. М. (2020). Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь. К. : НІСД, 110 с.
- Мостов'як І. І., Дем'янюк О. С., Лісовий М. М. (2020). Екологічна структура шкідливого ентомокомплексу агроценозів зернових злакових культур Центрального Лісостепу України. Агроекологічний журнал, № 2, с. 31-39. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207678>
- Новохацький М. Л, Сердюченко Н. М., Бондаренко О. . (2019). Ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. В. 24 (38). - Дослідницьке. С. 278-287.
- Обґрунтування антистресових прийомів в інтенсивних ресурсозберігаючих технологіях вирощування зернових, бобових і олійних культур у Степовій зоні України. Звіт про НДР НДІ «Агротехнологій та екології», 2019, 108 с.
- Сахненко В. В. & Сахненко Д. В. (2018). Динаміка чисельності основних шкідливих видів комах на посівах зернових культурах в сучасних агроценозах. Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН, (1), 146-151.
- Степаненко С. М., Польовий В. М. та ін. (2018). Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату: монографія. Одеський державний екологічний університет. Одеса: ТЕС, 548 с.
- Стратегія сталого розвитку України до 2030 року. Проект-2017. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://www.ua.undp.org/content/dam/ukraine/docs/SDGreports/UNDP\\_Strategy\\_v06-optimized.pdf](http://www.ua.undp.org/content/dam/ukraine/docs/SDGreports/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf)
- Aggarwal P., Vyas Sh., Thornton P., Bruce M. Campbell, Kropff M. (2019). Importance of considering technology growth in impact assessments of climate change on agriculture / Global Food Security. Volume 23, December 2019, Pages 41-48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.04.002>
- Altieri, M.A., Nicholls, C.I. (2017). The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. Climatic Change 140, 33–45 <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0909-y>
- Arun Khatri-Chhetri, Aggarwal P.K., Joshi P.K., Vyas S. (2017). Farmers' prioritization of climate-smart agriculture (CSA) technologies. Agricultural Systems, Volume 151, Pages 184-191. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.10.005>. p
- Bai, X., Huang, Y., Ren, W., Coyne, M., Jacinthe, P.-A., Tao, B., ... Matocha, C. (2019). Responses of soil carbon sequestration to climate smart agriculture practices: A meta-analysis. Global Change Biology, 0(ja). DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.14658>
- Bale J. S., Masters G. J., Hodkinson, I.D. et al. (2002). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. Global Change Biology 8(1):1 - 16. DOI: [10.1046/j.1365-2486.2002.00451.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2002.00451.x)

- Bernoux M. M. Y., Fileccia T., Guadagni M., Hovhera V. (2014). Ukraine - Soil fertility to strengthen climate resilience: preliminary assessment of the potential benefits of conservation agriculture: Main report (English). Washington, DC : World Bank Group. Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/755621468319486733/Main-report>
- Boychenko S., Voloshchuk V., Kuchma T., Serdyuchenko N. (2018). Long-time changes of the thermal continentality index, the amplitudes and the phase of the seasonal temperature variation in Ukraine. *Geofizicheskiy Zhurnal*, Vol. 40, №3, p. 81-96. DOI: 10.24028/gzh.0203-3100.v40i3.2018.137175
- Boychenko S., Voloshchuk V., Movchan Y., Serdjuchenko N., Tkachenko V., Tyshchenko O. & Savchenko S. (2016). Features of climate change on Ukraine: scenarios, consequences for nature and agroecosystems. *Proceedings of the National Aviation University*, N 4(69): 96-113. DOI: 10.18372/2306-1472.69.11061
- Ceglar A., Zampieri M., Toreti A., & Dentener F. (2019). Observed northward migration of agro-climate zones in Europe will further accelerate under climate change. *Earth's Future*, 7, 1088-1101. DOI: <https://doi.org/10.1029/2019EF001178>
- Debaeke P, Casadebaig P, Flenet F, Langlade N. (2017). Sunflower crop and climate change: vulnerability, adaptation, and mitigation potential from case-studies in Europe. *OCL*, 24(1), D102. DOI: <https://doi.org/10.1051/ocl/2016052>
- Deppermann A., J. Balkovič, S.-Ch. Bundle, F. Di Fulvio, P. Havlik, D. Leclère, M. Lesiv, A. V Prishchepov and D. Schepaschenko (2018). Increasing crop production in Russia and Ukraine – regional and global impacts from intensification and recultivation. *Environmental Research Letters*, Volume 13, Number 2. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaa4a4>
- Dumanski J., Peiretti R., Benetis J., McGarry D. and Pieri C. (2006). The paradigm of conservation tillage. *Proc. World Assoc. Soil and Water Conserv.*, P: 58-64.
- Fahad S, Bajwa AA, Nazir U, Anjum SA, Farooq A, Zohaib A, Sadia S, Nasim W, Adkins S, Saud S, Ihsan MZ, Alharby H, Wu C, Wang D, Huang J. (2017). Crop production under drought and heat stress: plant responses and management options. *Front. Plant Sci.* 8:1147. DOI: 10.3389/fpls.2017.01147.
- Hobbs P.R. and Govaerts B. (2010). How Conservation Agriculture Can Contribute to Buffering Climate Change / *Climate Change and Crop Production* (ed. M.P. Reynolds), CAB International, p. 177-199. DOI: 10.1079/9781845936334.0177
- Iglesias A., Quiroga S., Diz A. (2011). Looking into the future of agriculture in a changing climate / *European review of agricultural economics* Vol 38 (3) (2011) pp. 427-447. DOI: <https://doi.org/10.1093/erae/jbr037>
- Kassam A., Friedrich T., Derpsch R. (2019). Global spread of Conservation Agriculture / *International Journal of Environmental Studies*, Volume 76, - Issue 1, p. 29-51. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207233.2018.1494927>
- Lipper L., McCarthy N., Zilberman D., Asfaw S., Branca G., et al. (2018). *Climate Smart Agriculture. Building Resilience to Climate Change*, Natural Resource Management and Policy 52, FAO, DOI: 10.1007/978-3-319-61194-5
- Luck J., Spackman M., Freeman A., Trebicki P., Griffiths W. and Finlay K. et al. (2011). Climate change and diseases of food crops. *Plant Pathology*, 60, 113–121. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02414.x>
- Mahipal Choudhary, Prakash Chand Ghasal, Sandeep Kumar, R.P. Yadav, Sher Singh, Vijay Singh Meena, and Jaideep Kumar Bisht (2016). *Conservation Agriculture and Climate Change: An Overview*. DOI: 10.1007/978-981-10-2558-7\_1.
- Mishchenko L. T., Dunich A. A., Mishchenko I. A., Petrenkova V. P., & Mukha T. I. (2018). Monitoring of economically important wheat viruses under weather conditions change in Ukraine and investigation of seed transmission of Wheat



streak mosaic virus. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24(4), 660-669.

Mishchenko L., Dunich A., Mishchenko I., Berlizov I., Petrenkova V., Molchanets O. (2017). Influence of climate changes on wheat viruses variability in Ukraine. *Agriculture and Forestry*, 63 (4): 43-50. DOI: 10.17707/AgricultForest.63.4.04

Mohammad Shahid, Rahul Tripathi and AK Nayak. (2019). Resource Conservation Technologies and Conservation Agriculture Based Climate Resilient Agriculture / Climate Resilient Agricultural Technologies for Future. Training Manual, Model Training Course on Climate Resilient Agricultural Technologies for Future, ICAR-National Rice Research Institute, Cuttack. pp 22-28. / Retrieved from [https://krishi.icar.gov.in/jspui/bitstream/123456789/31842/1/MTC\\_TM.pdf#page=25](https://krishi.icar.gov.in/jspui/bitstream/123456789/31842/1/MTC_TM.pdf#page=25)

Müller D., Jungandreas A., Koch F., Schierhorn F. (2016). Impact of Climate Change on Wheat Production in Ukraine. APD/APR/02/2016. 41 p. Retrieved from: [https://www.apd-ukraine.de/images/APD\\_APR\\_05-2016\\_impact\\_on\\_wheat\\_eng\\_fin.pdf](https://www.apd-ukraine.de/images/APD_APR_05-2016_impact_on_wheat_eng_fin.pdf)

Mwongera C., Shikuku K. M., Twyman J., Läderach P., Ampaire E., Piet Van Asten, Twomlow S., Winowiecki L. A. (2017). Climate smart agriculture rapid appraisal (CSA-RA): A tool for prioritizing context-specific climate smart agriculture technologies. *Agricultural Systems* 151:192-203 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.05.009>

Nargis Nazir, Sheikh Bilal, K.A. Bhat, T.A. Shah, Z.A. Badri, F.A. Bhat, T.A. Wani, M.N. Mugal, Shugufta Parveen and Stanzin Dorjey (2018). Effect of Climate Change on Plant Diseases. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci* 7(6): 250-256 DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.706.030>

Pritchard S.G. (2011). Soil organisms and global climate change // *Plant Pathology*. – Vol. 60. – P. 82-99. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02405.x>

Tarariko O., Iliencko T., Kuchma T., Velychko V. (2017). Long-term prediction of climate change impact on the productivity of grain crops in Ukraine using satellite data.

DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp4.02.003>

Trebicki P., Dader B., Vassiliadis S., Fereres A. (2017). Insect-plant-pathogen interactions as shaped by future climate: effects on biology, distribution, and implications for agriculture. *Insect Science*, 24 (6), 975-989, DOI: 10.1111/1744-7917.12531

Wang JY, Xiong YC, Li FM, Siddique KH, Turner NC. (2017). Effects of drought stress on morphophysiological traits, biochemical characteristics, yield, and yield components in different ploidy wheat: A meta-analysis. *Adv. Agronomy.*; 143:139-173. DOI: 10.1016/bs.agron.2017.01.002

Wilby R. L., Troni J., Biot Y., Tedd L., Hewitson B. C., Smith D. M. and Sutton R. T. (2009). A review of climate risk information for adaptation and development planning. *International Journal of Climatology*. Vol. 29: 1193-1215. DOI: 10.1002/joc.1839

Yohannes H. (2016). A Review on Relationship between Climate Change and Agriculture. *J Earth Sci Clim Change* 7: 335. DOI: 10.4172/2157-7617.1000335

## References

Aggarwal P., Vyas Sh., Thornton P., Bruce M. Campbell, Kropff M. (2019). Importance of considering technology growth in impact assessments of climate change on agriculture / *Global Food Security*. Volume 23, Pages 41-48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.04.002>

Altieri, M.A., Nicholls, C.I. (2017). The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change* 140, 33–45 <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0909-y>

Arun Khatri-Chhetri, Aggarwal P.K., Joshi P.K., Vyas S. (2017). Farmers' prioritization of climate-smart agriculture (CSA) technologies. *Agricultural Systems*, Volume 151, Pages 184-191. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.10.005> p

Atlas «Agroclimatic resources of Ukraine» / edited by T.I. Adamenko, M.I. Kulbida, A.L. Prokopenko. - Kyiv: LLC «Ukrainian Cartographic Group», 2016. 90 p.

Bai, X., Huang, Y., Ren, W., Coyne,

- M., Jacinthe, P.-A., Tao, B., ... Matocha, C. (2019). Responses of soil carbon sequestration to climate smart agriculture practices: A meta-analysis. *Global Change Biology*, 0(ja). DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.14658>
- Bale J. S., Masters G. J., Hodkinson, I.D. et al. (2002). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology* 8(1):1 - 16. DOI: 10.1046/j.1365-2486.2002.00451.x
- Bernoux M. M. Y., Fileccia T., Guadagni M., Hovhera V. (2014). Ukraine - Soil fertility to strengthen climate resilience: preliminary assessment of the potential benefits of conservation agriculture: Main report (English). Washington, DC : World Bank Group. Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/755621468319486733/Main-report>
- Boychenko S., Voloshchuk V., Kuchma T., Serdyuchenko N. (2018). Long-time changes of the thermal continentality index, the amplitudes and the phase of the seasonal temperature variation in Ukraine. *Geofizicheskiy Zhurnal*, Vol. 40, №3, p. 81-96. DOI: 10.24028/gzh.0203-3100.v40i3.2018.137175
- Boychenko S., Voloshchuk V., Movchan Y., Serdjuchenko N., Tkachenko V., Tyshchenko O. & Savchenko S. (2016). Features of climate change on Ukraine: scenarios, consequences for nature and agroecosystems. *Proceedings of the National Aviation University*, N 4(69): 96-113. DOI: 10.18372/2306-1472.69.11061
- Ceglar A., Zampieri M., Toreti A., & Dentener F. (2019). Observed northward migration of agro-climate zones in Europe will further accelerate under climate change. *Earth's Future*, 7, 1088-1101. DOI: <https://doi.org/10.1029/2019EF001178>
- Debaeke P, Casadebaig P, Flenet F, Langlade N. (2017). Sunflower crop and climate change: vulnerability, adaptation, and mitigation potential from case-studies in Europe. *OCL*, 24(1), D102. DOI: <https://doi.org/10.1051/ocl/2016052>
- Deppermann A., J. Balkovič, S.-Ch. Bundle, F. Di Fulvio, P. Havlik, D. Leclère, M. Lesiv, A. V Prishchepov and D. Schepaschenko (2018). Increasing crop production in Russia and Ukraine – regional and global impacts from intensification and recultivation. *Environmental Research Letters*, Volume 13, Number 2. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaa4a4>
- Dumanski J., Peiretti R., Benetis J., McGarry D. and Pieri C. (2006). The paradigm of conservation tillage. *Proc. World Assoc. Soil and Water Conserv.*, P: 58-64.
- Fahad S, Bajwa AA, Nazir U, Anjum SA, Farooq A, Zohaib A, Sadia S, Nasim W, Adkins S, Saud S, Ihsan MZ, Alharby H, Wu C, Wang D, Huang J. (2017). Crop production under drought and heat stress: plant responses and management options. *Front. Plant Sci.* 8:1147. DOI: 10.3389/fpls.2017.01147.
- Gavey I., Chaika V. (2016). Influence of climate change on the harmfulness of phytophagous insects of winter wheat in the Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific reports of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, [Electronic resource]. Retrieved from: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/viewFile/dopovidi2016.05.001/7002>
- Hobbs P.R. and Govaerts B. (2010). *How Conservation Agriculture Can Contribute to Buffering Climate Change / Climate Change and Crop Production* (ed. M.P. Reynolds), CAB International, p. 177-199. DOI: 10.1079/9781845936334.0177
- Iglesias A., Quiroga S., Diz A. (2011). Looking into the future of agriculture in a changing climate / *European review of agricultural economics* Vol 38 (3) (2011) pp. 427-447. DOI: <https://doi.org/10.1093/erae/jbr037>
- Ivanyuta S.P., Kolomiets O.O., Malinovskaya O.A., Yakushenko L.M. (2020). *Climate Change: Consequences and Adaptation Measures: Analytical Report*. Kiev: NISS, 110 c.
- Kassam A., Friedrich T., Derpsch R. (2019). Global spread of Conservation Agriculture / *International Journal of Environmental Studies*, Volume 76, - Issue 1, p. 29-51. DOI: <https://doi.org/10.1080/00>

207233.2018.1494927

Lipper L., McCarthy N., Zilberman D., Asfaw S., Branca G., et al. (2018). Climate Smart Agriculture. Building Resilience to Climate Change, Natural Resource Management and Policy 52, FAO, DOI: 10.1007/978-3-319-61194-5

Luck J., Spackman M., Freeman A., Trebicki P., Griffiths W. and Finlay K. et al. (2011). Climate change and diseases of food crops. *Plant Pathology*, 60, 113–121. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02414.x>

Mahipal Choudhary, Prakash Chand Ghasal, Sandeep Kumar, R.P. Yadav, Sher Singh, Vijay Singh Meena, and Jaideep Kumar Bisht (2016). Conservation Agriculture and Climate Change: An Overview. DOI: 10.1007/978-981-10-2558-7\_1.

Mishchenko L. T., Dunich A. A., Mishchenko I. A., Petrenkova V. P., & Mukha T. I. (2018). Monitoring of economically important wheat viruses under weather conditions change in Ukraine and investigation of seed transmission of Wheat streak mosaic virus. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24(4), 660-669.

Mishchenko L., Dunich A., Mishchenko I., Berlizov I., Petrenkova V., Molchanets O. (2017). Influence of climate changes on wheat viruses variability in Ukraine. *Agriculture and Forestry*, 63 (4): 43-50. DOI: 10.17707/AgricultForest.63.4.04

Mohammad Shahid, Rahul Tripathi and AK Nayak. (2019). Resource Conservation Technologies and Conservation Agriculture Based Climate Resilient Agriculture / Climate Resilient Agricultural Technologies for Future. Training Manual, Model Training Course on Climate Resilient Agricultural Technologies for Future, ICAR-National Rice Research Institute, Cuttack. pp 22-28. / Retrieved from [https://krishi.icar.gov.in/jspui/bitstream/123456789/31842/1/MTC\\_TM.pdf#page=25](https://krishi.icar.gov.in/jspui/bitstream/123456789/31842/1/MTC_TM.pdf#page=25)

Mostovyak I. I., Demyanyuk O. S., Lisovy M. M. (2020). Ecological structure of the harmful entomocomplex of agrocenoses of grain cereals in Central Forest-Steppe of Ukraine. *Agroecological Journal*, № 2, p.

31-39. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207678>

Мьller D., Jungandreas A., Koch F., Schierhorn F. (2016). Impact of Climate Change on Wheat Production in Ukraine. APD/APR/02/2016. 41 p. Retrieved from: [https://www.apd-ukraine.de/images/APD\\_APR\\_05-2016\\_impact\\_on\\_wheat\\_eng\\_fin.pdf](https://www.apd-ukraine.de/images/APD_APR_05-2016_impact_on_wheat_eng_fin.pdf)

Mwongera C., Shikuku K. M., Twyman J., Luderach P., Ampaire E., Piet Van Asten, Twomlow S., Winowiecki L. A. (2017). Climate smart agriculture rapid appraisal (CSA-RA): A tool for prioritizing context-specific climate smart agriculture technologies. *Agricultural Systems* 151:192-203 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.05.009>

Nargis Nazir, Sheikh Bilal, K.A. Bhat, T.A. Shah, Z.A. Badri, F.A. Bhat, T.A. Wani, M.N. Mugal, Shugufta Parveen and Stanzin Dorjey (2018). Effect of Climate Change on Plant Diseases. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci* 7(6): 250-256 DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.706.030>

Novokhatsky M.L., Serdiuchenko N.M., Bondarenko O.A. (2019). Resource-saving technologies for growing crops in climate change. Technical and technological aspects of development and testing of new equipment and technologies for agriculture in Ukraine: *Coll. Science. L. Pogorilly UkrNDIPVT*, Vol. 24 (38), p. 278-287.

Pritchard S.G. (2011). Soil organisms and global climate change // *Plant Pathology*. – Vol. 60. – P. 82-99. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02405.x>

Sakhnenko V.V. & Sakhnenko D.V. (2018). Dynamics of the number of the main harmful species of insects on cereal crops in modern agrocenoses. Collection of scientific works of the National Research Center Institute of Agriculture NAAS, (1), 146-151.

Stepanenko S.M., Poliovyi V.M. and others. (2018). Climatic risks of functioning of branches of economy of Ukraine in the conditions of climate change: monograph. Odessa State Ecological University. Odessa: TES, 548 p.

Strategy of sustainable development of Ukraine until 2030. Project-2017.



[Electronic resource]. Retrieved from: [http://www.ua.undp.org/content/dam/ukraine/docs/SDGreports/UNDP\\_Strategy\\_v06-optimized.pdf](http://www.ua.undp.org/content/dam/ukraine/docs/SDGreports/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf)

Substantiation of anti-stress techniques in intensive resource-saving technologies for growing grain, legumes and oilseeds in the steppe zone of Ukraine. Report of the Research Institute of Agrotechnology and Ecology, 2019, 108 p.

Tarariko O., Iliencko T., Kuchma T., Velychko V. (2017). Long-term prediction of climate change impact on the productivity of grain crops in Ukraine using satellite data. DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp4.02.003>

Trebicki P., Dader B., Vassiliadis S., Fereres A. (2017). Insect-plant-pathogen interactions as shaped by future climate: effects on biology, distribution, and implications for

agriculture. *Insect Science*, 24 (6), 975-989, DOI: 10.1111/1744-7917.12531

Wang JY, Xiong YC, Li FM, Siddique KH, Turner NC. (2017). Effects of drought stress on morphophysiological traits, biochemical characteristics, yield, and yield components in different ploidy wheat: A meta-analysis. *Adv. Agronomy.*; 143:139-173. DOI: 10.1016/bs.agron.2017.01.002

Wilby R. L., Troni J., Biot Y., Tedd L., Hewitson B. C., Smith D. M. and Sutton R. T. (2009). A review of climate risk information for adaptation and development planning. *International Journal of Climatology*. Vol. 29: 1193-1215. DOI: 10.1002/joc.1839

Yohannes H. (2016). A Review on Relationship between Climate Change and Agriculture. *J Earth Sci Clim Change* 7: 335. DOI: 10.4172/2157-7617.1000335

UDC 633.11:551.58

## HOW CLIMATE CHANGE CAN INFLUENCE THE AGRICULTURE IN UKRAINE: A REVIEW

**Maidanovych N.**, PhD in Geography,  
<https://orcid.org/0000-0002-0361-8215>  
L. Pogorilyy UkrNDIPVT

### **Summary**

**The purpose** of this work is to review and analyze the main results of modern research on the impact of climate change on the agro-sphere of Ukraine.

**Results.** Analysis of research has shown that the effects of climate change on the agro-sphere are already being felt today and will continue in the future. The observed climate changes in recent decades have already significantly affected the shift in the northern direction of all agro-climatic zones of Europe, including Ukraine. From the point of view of productivity of the agro-sphere of Ukraine, climate change will have both positive and negative consequences. The positives include: improving the conditions of formation and reducing the harvesting time of crop yields; the possibility of effective introduction of late varieties (hybrids), which require more thermal resources; improving the conditions for overwintering crops; increase the efficiency of fertilizer application. Model estimates of the impact of climate change on wheat yields in Ukraine mainly indicate the positive effects of global warming on yields in the medium term, but with an increase in the average annual temperature by 2 °C above

normal, grain yields are expected to decrease. The negative consequences of the impact of climate change on the agrosphere include: increased drought during the growing season; acceleration of humus decomposition in soils; deterioration of soil moisture in the southern regions; deterioration of grain quality and failure to ensure full vernalization of grain; increase in the number of pests, the spread of pathogens of plants and weeds due to favorable conditions for their overwintering; increase in wind and water erosion of the soil caused by an increase in droughts and extreme rainfall; increasing risks of freezing of winter crops due to lack of stable snow cover.

**Conclusions.** Resource-saving agricultural technologies are of particular importance in the context of climate change. They include technologies such as no-till, strip-till, ridge-till, which make it possible to partially store and accumulate mulch on the soil surface, reduce the speed of the surface layer of air and contribute to better preservation of moisture accumulated during the autumn-winter period. And in determining the most effective ways and mechanisms to reduce weather risks for Ukrainian farmers, it is necessary to take into account the world practice of climate-smart technologies.

**Key words:** climate change, agrosphere, agroclimatic zones, productivity, agricultural crops, phytosanitary condition, climate-smart agrotechnologies

УДК 633.11:551.58

## О ВЛИЯНИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА АГРОСФЕРУ УКРАИНЫ: ОБЗОР

Майданович Н., канд. геогр. наук,  
<https://orcid.org/0000-0002-0361-8215>  
УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого

### Аннотация

**Целью** данной работы является обзор и анализ основных результатов современных научных исследований о влиянии изменений климата на агросферу Украины.

**Результаты.** Анализ проведенных исследований показал, что последствия климатических изменений для агросферы ощутимы уже сегодня и будут иметь продолжение в будущем. Так наблюдаемые климатические изменения в последние десятилетия уже существенно повлияли на смещение в северном направлении всех агроклиматических зон Европы, включая Украину. С точки зрения производительности агросферы Украины, изменения климата будут иметь как положительные, так и отрицательные последствия. К положительным можно отнести: улучшение условий формирования и сокращение сроков уборки урожая; возможность эффективного внедрения позднезрелых сортов (гибридов), для которых необходимо больше тепловых ресурсов; улучшение условий перезимовки сельскохозяйственных культур; повышение эффективности внесения удобрений. Модельные оценки влияния изменения климата на урожайность пшеницы в Украине преимущественно свидетельствуют о положительных последствиях воздействия потепления климата на урожайность в среднесрочной перспективе, однако с повышением уровня среднегодовой температуры на 2° С выше нормы ожидается снижение уровня урожайности зерновых. К негативным последствиям влияния климатических изменений на агросферу относятся:

усиление засушливости в течение вегетационного периода; ускорения разложения гумуса в почвах; ухудшение увлажнения почвы в южных регионах; ухудшение качества зерна и необеспечение полной яровизации зерновых; рост количества вредителей, распространения возбудителей болезней растений и сорняков за счет благоприятных условий их перезимовки; рост ветровой и водной эрозии почвы, вызванных увеличением количества засух и экстремальных осадков; риски вымерзания озимых культур из-за отсутствия устойчивого снежного покрова.

**Выводы.** Особое значение в условиях указанных климатических изменений приобретают ресурсосберегающие агротехнологии, к которым относятся технологии типа *no-till*, *strip-till*, *ridge-till* позволяющие частично сохранять и накапливать на поверхности почвы мульчу, что снижает скорость движения приземного слоя воздуха и способствует лучшему сохранению влаги, накопленной в течение осенне-зимнего периода. Также при определении наиболее действенных путей и механизмов снижения погодных рисков для украинских аграриев необходимо учитывать мировую практику *climate-smart* технологий.

**Ключевые слова:** изменения климата, агросфера, агроклиматические зоны, урожайность, сельскохозяйственные культуры, фитосанитарное состояние, ресурсосберегающие агротехнологии.