

## ВПЛИВ ПОТЕПЛІННЯ НА ГІДРОТЕРМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ПЕРЕЗИМІВЛЮ ОЗИМИХ ЗЕРНОВИХ В УМОВАХ ПРИСИВАШІЯ

**І. В. Костиря<sup>1</sup>, М. А. Остапенко<sup>1</sup>, М. К. Бондаренко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Генічеська дослідна станція ДУ ІЗК НААН, с. Новоолексіївка, Генічеський район, Херсонська обл., 75560, Україна

<sup>2</sup>Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49009, Україна

**Актуальність.** Проблема кліматичних змін у наслідок глобального потепління, одна з важливих та актуальних напрямків науково-дослідної діяльності на сучасному етапі розвитку сільського господарства. Зміна клімату призводить до змін потенціалу природних ресурсів і тому визначення їх меж завжди береться до уваги при визначенні напрямку ведення аграрного виробництва. **Мета дослідження.** Визначити, як вплинуло глобальне потепління через зміну кліматичних умов на проходження зимового періоду озимими зерновими культурами в Присивашії. **Матеріали та методи дослідження.** Матеріалами дослідження були багаторічні спостереження за основними кліматичними показниками на Генічеській дослідній станції ДУ ІЗК НААН України. **Результати та обговорення.** Було проаналізовано зміни основних кліматичних показників за період 2004–2020 рр. в Присивашії на фоні глобального потепління та досліджені впродовж 2015–2018 рр. глибина промерзання ґрунту і мінімальні значення температури на глибині залягання вузла куцання озимих зернових культур під час проходження зимового періоду. Зафіксовано зростання середньорічної температури повітря, що призвело до зменшення глибини промерзання ґрунту та підвищення його температури на глибині вузла куцання. **Висновки.** Посилаючись на одержані дані виникла вагома необхідність пошуку більш оптимальних строків сівби пшениці, ячменю озимих, як одного з ключових сегментів агротехнічних заходів, що забезпечує кращу адаптацію посівів озимини і зростання їх продуктивності при вирощуванні в нових умовах природного середовища в зоні сухого Степу України.

**Ключові слова.** Глобальне потепління, зміна клімату, температура повітря, температура ґрунту, опади, пшениця озима, ячмінь озимий, строки сівби, глибина промерзання ґрунту

**Вступ.** Проблема кліматичних змін в цілому та у наслідку глобального потепління, зокрема, наразі є однією з важливих та актуальних напрямків науково-дослідної діяльності на сучасному етапі розвитку сільського господарства.

Зміна клімату призводить до змін в природних ресурсах, а отже визначення їх меж завжди мало велике значення в агровиробництві та інших галузях, тісно пов'язані зі станом погоди і клімату [1–3]. В агропромислому комплексі кількість виробленої продукції в значній долі визначається кліматом. Таким чином, природні ресурси не тільки визначають середній рівень урожайності сільськогосподарських культур, а й суттєво впливають через це на собівартість виробленої продукції [4].

У зоні Степу сухого, який відноситься до зони ризикованого землеробства, головним лімітуючим фактором для отримання врожаїв є забезпеченість посівів вологою [2, 4, 5].

Зміна клімату на планеті залежить від багатьох факторів. В першу чергу це цикли сонячної активності та діяльність людини. Перший з них не контролюється, а на другий фактор, оскільки саме людська діяльність і є цим фактором, ми маємо безпосередній вплив і можемо його регулювати.

Як відомо вода являється одним з основних факторів життя всіх організмів, у тому числі, рослин. Пофазово оптимальна забезпеченість рослин водою є головною умовою формування високого врожаю польових культур. Вода це не лише субстрат живлення

### Інформація про авторів:

**Костиря Ігор Васильович**, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, директор, e-mail: buhgos@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-8131-4295>

**Остапенко Микола Антонович**, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник наукового відділу, <https://orcid.org/0000-0002-0591-4851>

**Бондаренко Микола Костянтинівич**, аспірант, лаборант лабораторії агробіологічних ресурсів ярих зернових і зернобобових культур, e-mail: Russpulyak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4728-5683>

для рослин, а й виступає ланцюгом, що забезпечує їх зв'язок з оточуючим середовищем [6, 7]. Більшість поживних речовин надходять до рослин через кореневу систему у формі ґрунтового розчину іонів. Дефіцит вологи в ґрунті, призводить не тільки до незабезпеченості водою організму, а також погіршує засвоєння рослинами елементів живлення. [7, 8] Тому дослідження прогнозованого вологозабезпечення польових рослин на різних фазах розвитку має велике народногосподарське значення, а отже дослідження в цьому напрямі є актуальними.

Усі ці фактори тягнуть за собою необхідність перегляду регламентних параметрів агротехнічних заходів при вирощуванні сільськогосподарських культур в зоні Присивашся. В першу чергу перегляду потребують строки сівби пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) озимої та ячменю озимого (*Hordeum vulgare* L.), оскільки, вони займають до 55 % посівних площ та є основним джерелом виробництва зерна у регіоні. У зв'язку з цим потребує розгляду також тема розширення посівів гороху (*Pisum sativum* L.) в Присивашші, як одного з кращих непарових попередників під озимі зернові, який в окремі роки забезпечує зернову продуктивність на рівні з чорним паром.

**Мета дослідження.** Визначити, як глобальне потепління вплинуло на зміни кліматичних умов в Присивашші, розглянути їх в динаміці та визначити, які питання виникають перед рослинництвом озимих зернових культур, а особливо проходження ними зимового періоду вегетації.

**Матеріали та методи дослідження.** Дослідження проводились в умовах Генічеської дослідної станції державної установи Інституту зернових культур НААН. Метеорологічні спостереження проводились на базі метеопосту Генічеської ДС та Генічеської гідрометеостанції. Кількість опадів визначались за допомогою мірного стакана. Заміри температури згідно методики [9]. Для порівняльного аналізу гідротермічних показників використовувались результати проведених досліджень на ГДС.

Рельєф місцевості вирівняний, що обумовлено терасовим походженням. Рівнина має слабкий схил в південному та південно-східному напрямках, характеризується безсточковістю і наявністю замкнених плоских низовин — подів і западин різних розмірів. Ґрунтовий покрив представлений важкосуглинковими, каштановими в різній ступені солонцюватими ґрунтами комплексу з солонцями (табл. 1). Характерною особливістю є

**Таблиця 1. Характеристика ґрунту ріллі в господарстві**

Площа, га	Механічний склад	Потужність гумусового горизонту	Орний шар, см	Вміст гумусу, %	Вміст, мг/100 г ґрунту			Ph сольової витяжки
					N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
1131	Важкі суглинки	80 см	29	2,4	180	125,1	2200-2500	7,78
216	Важкі суглинки	55 см	24	2,4	200	120	2100	7,6

виражена «фізична солонцюватість», безструктурність верхнього і сильна ущільненість ілювіального горизонтів при незначному вміщенні поглиненого натру. Ґрунти містять в оранім шарі від 2,5 (солонці) до 4,2 % (темно-каштанові ґрунти) гумусу. Шар залягання карбонатів з'являється на глибині 35–46 см (солонці) й 40–50 см в каштанових середньо-солонцюватих ґрунтах. Ґрунтові води сильно мінералізовані й залягають на глибині 2,5–5 метрів. Рельєф характеризується рівною поверхнею з загальним схилом до Сивашу. Ґрунти каштанові важкосуглинкові

середньо і сильно солонцюваті в комплексі з солонцями на карбонатному лесі сольовими акумуляціями.

**Результати та обговорення.** Впродовж 2004–2020 рр. проводились заміри кількості опадів та розподіл температур. Результати аналізу даних показують, що підвищення середньорічної температури на 1,4–1,6 °С провокує переміщення кліматичних зон з півдню на північ, що веде до зменшення ГТК – гідротермічного коефіцієнту і поширення зони ризикованого землеробства. Паралельно відмічається зміна життєвого

циклу розвитку та поява нових видів бур'янів, шкідників і хвороб.

Також до негативних впливів глобального потепління слід віднести нестабільність в проходженні періодів року, які характеризуються великою амплітудою температур з різкою їх зміною, як на протязі доби, так і по сезонах року, що викликає стрес у рослин.

Порівнюючи данні за 2004–2020 рр. та базовий період [12] ми бачимо великі розбіжності між ними. В першу чергу до себе привертає увагу різниця у середньорічних показниках, температура та опади (табл. 2).

Так, проглядається чітка динаміка спрямована на підвищення середньорічної температури. Якщо середньокліматична складає 10,33 °С, у період 2004–2021 рр. вона суттєво зросла й досягла 11,8 °С, що на 1,47 °С вище за середньокліматичну.

Середньорічна кількість опадів, в умовах Степу України, є показником, що потребує великої уваги. У даному випадку ми бачимо, що кількості опадів на рік впало на 22,9 мм з 398 мм за кліматичною нормою до 375,1 мм на сучасний стан.

Крім того дуже важливими є зміни у

**Таблиця 2. Зміни температури повітря та опадів в зоні Присивашся**

Місяць	Середньомісячна температура та опади			
	базовий кліматичний період		постбазовий кліматичний період (2004–2020 рр.)	
	t °С	мм	t °С	мм
I	- 2,3	35,0	- 0,9	36,6
II	- 1,6	32,0	- 0,2	26,8
III	2,0	32,0	4,3	23,3
IV	9,3	30,0	10,6	25,1
V	16,1	35,0	17,7	46,4
VI	20,6	42,0	22,7	37,1
VII	22,9	39,0	24,8	30,1
VIII	22,1	27,0	23,4	24,0
IX	17,3	31,0	18,8	37,2
X	11,0	25,0	12,0	25,4
XI	5,4	32,0	6,3	27,2
XII	1,1	38,0	2,2	35,9
Середня за рік	10,33	398,0	11,8	375,1

розподілу опадів та температур на протязі року, оскільки у різні періоди року опади мають різну засвоюваність, а середньомісячне підвищення температури у січні на 1 °С не рівнозначне тому ж підвищенню на 1°С у липні.

У порівнянні з базовим періодом, найбільші зміни у середньомісячній температурі відбулись у березні та червні. Відмічено, що середня температура для цих місяців підвищилась більш ніж на 2,0 °С.

У розподілі опадів також спостерігаються зміни. За даними середньокліматичної норми найбільш вологими були червень та липень. На теперішній час цей пік опадів змістився на місяць раніше, найбільш вологими стали травень та червень, що є важливо для забезпечення вологою озимих зернових культур в найбільш критичній фазі розвитку.

До того ж потрібно зауважити, що за середньокліматичними даними, розподіл опадів по року був більш-менш рівномірний, а у сучасних умовах відмічено значна їх нерівномірність. Отже збереження вологи з використанням агротехнічних заходів при вирощуванні озимих зернових культур залишається актуальним.

Після припинення осінньої вегетації озимі зернові культури проходять зимовий період, який в зоні південного Степу України, зазвичай, триває від 90 до 115 днів, значно рідше 120 днів. Впродовж цього періоду рослини перебувають під впливом негативних природних факторів, а саме: низької температури, ожеледі, льодової кірки, сильних вітрів, що у поєднанні з відсутністю снігового покриву спричиняє виникнення пилових бурь. Негативний вплив різних кліматичних

явищ важко спрогнозувати і кожен з них може нанести посівам озимини значних пошкоджень і навіть призвести до їх загибелі.

За останні 8 років важливою ознакою під час зимового періоду на посівах озимини відмічались одно-дворазове тимчасове відновлення їх вегетації загальним терміном 12–20 днів. Обстеження рослин пшениці озимої, які з осені знаходились на різних фазах розвитку, показало, що після відновлення весняної вегетації на рослинах у фазах шильця, 3-х листків і повного кушення, пошкодження від впливу низьких температур (-8 ... -10 °C) не встановлено. А у зразках рослин перерослих з осені посівів, де при тимчасовому відновленні вегетації було спровоковано фазу початку виходу в трубку, відмічена загибель зародкового колоса (бугорка), здебільш на головному стеблі.

Як показують наші спостереження, термін зимового періоду у 2015–2016 рр. був ультракоротким й продовжувався лише 70 днів, що значно менше середньо багаторічних даних. Слід відзначити, температурні показники повітря в цей час перевищували середньомісячну норму за грудень на 1,9 °C в січні на 0,1 °C та в лютому на 5,4 °C і таким чином, суттєво впливали на покращення

умов проходження рослинами зимового періоду.

За час проведення досліджень найбільш тривалий зимовий період відмічений у 2017–2018 рр., який продовжувався 103 дні, період 2016–2017 рр. був дещо коротший і становив 83 дні. За температурними показниками найхолоднішим періодом виявився 2016–2017 рр., аномально теплим 2017–2018 рр.

Глибина промерзання ґрунту та зниження температури до мінімальних показників на глибині кушення впродовж грудня – лютого перебували в тісній залежності з температурним режимом повітря, товщиною снігового покриву, попередника та способу сівби.

Розкопки ґрунту в зимові місяці під час проведення досліджень (2015–2018 рр.) на посівах пшениці озимої після проходження найбільш холодних періодів з метою визначення максимальної глибини промерзання ґрунту показали, що в січні 2017 року по чорному пару вона була найглибшою і становила 20,1–20,3 см в той же час по непаровим попередникам (сорго на зерно та соняшник) ґрунт промерзав на меншу глибину і становив 16,2–18,4 см та 17,0–18,6 см відповідно (табл. 3).

**Таблиця 3. Вплив температури повітря на глибину промерзання ґрунту і мінімальні її показники в зоні вузла кушення на посівах пшениці озимої залежно від попередників та способів сівби, 2015–2018 рр.**

Показник	Місяць	Попередник					
		чорний пар		сорго на зерно		соняшник	
		способи сівби					
		традиційний посів	прямий посів	традиційний посів	прямий посів	традиційний посів	прямий посів
Середньомісячна температура повітря, °C	грудень	+ 2,4		+ 2,4		+ 2,4	
	січень	- 1,6		- 1,6		- 1,6	
	лютий	+ 0,9		+ 0,9		+ 0,9	
Максимальна глибина промерзання, см	грудень	5,9	5,9	5,4	4,1	5,2	4,4
	січень	14,3	14,1	13,3	11,2	13,5	12,2
	лютий	15,7	15,6	14,6	12,6	14,7	13,3
Мінімальна температура на глибині (3,5 см) вузла кушення, °C	грудень	- 2,3	- 2,1	- 1,8	- 1,4	- 1,9	- 1,5
	січень	- 5,5	- 5,5	- 4,6	- 3,0	- 5,0	- 4,6
	лютий	- 4,7	- 4,6	- 4,3	- 3,6	- 4,4	- 3,9

При проходженні зимових періодів в середньому за три роки найглибше промерзання ґрунту зафіксовано у лютому.

Вузол кушення найважливіший орган зимуючої рослини озимих зернових культур.

При його загибелі відбувається відмирання усієї рослини. Зазвичай на вузол кушення впливає температура ґрунту нижче 0 °C на глибині 3,0–3,5 см від поверхні ґрунту, що відповідає глибині його залягання.

Мінімальна температура на глибині вузла кушення за трьохрічними даними в грудні по чорному пару була незначною і коливалась у межах від  $-2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , по сорго зерновому від  $-1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  та по соняшнику від  $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В січні було відмічено більш значне зниження показників температури які становили  $-5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $-3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $-4,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  та  $-4,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $-5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  і дещо вища температура була відмічена в лютому, показники при цьому становили від  $-4,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $4,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , від  $-3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  та від  $-3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  відповідно.

Таким чином, перезимівля посівів пшениці озимої в 2015–2018 рр. в умовах Присивашся проходила в сприятливих умовах про що свідчать незначні показники температури ґрунту на глибині вузла кушення, які були далекі від критичних значень. Подальші наші спостереження за проходженням зимових

періодів посівами пшениці та ячменю озимих в наступні 2019–2022 рр. дані мали аналогічний характер, що є прямим наслідком впливу кліматичних змін, зокрема планетарного зростання температури.

### Висновок.

В результаті аналізу даних температури повітря й опадів за 2004–2020 рр. встановлено, що в зоні Присивашся зростання температури повітря склало  $1,47\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а кількість опадів зменшилась на 22,9 мм. Зміни клімату призвели до зменшення глибини промерзання ґрунту та підвищення температури на глибині залягання вузла кушення. В наслідок чого спостерігається покращення умов проходження зимового періоду озимими культурами. Подовження осінньої вегетації на фоні глобального потепління змушує до перегляду строків сівби та структур посівів озимих зернових культур.

### Використана література

1. Гирка А. Д. Водоспоживання посівами озимої пшениці залежно від сортових особливостей та рівня азотного живлення. *Селекція і насінництво*. Випуск 95. 2008. С. 143–148.
2. Бондаренко М. К., Назаренко М. М. Пристосування сортів пшениці м'якої озимої французької селекції до умов Північного Степу України. / *Агрологія*. 2020. 3 (4). С. 193–198.
3. Друмова О. М. Особливості накопичення та витрат розчинних вуглеводів рослинами сортів пшениці м'якої озимої. *Зернові культури*. Том 5. № 1. 2021. С. 52–58
4. Гамаюнова В., Литовченко А. Урожайность и водопотребление пшеницы озимой в зависимости от сортовых особенностей, предшественников и фона питания в условиях Степи Украины. *Stiinta Agricola*. Аграрная наука. Молдова, 2017. № 1. С. 23–27
5. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А. Вплив змін клімату на агрокліматичні умови вегетаційного періоду основних сільськогосподарських культур. *Український гідрометеорологічний журнал*.

20. 2017. С. 61–70.

6. Мостіпан М. І. Вологозабезпеченість посівів озимої пшениці у весняно-літній період вегетації та їх врожайність в Північному Степу України. *Вісник Степу*. 2017 р. №14. С. 77–82.
7. Жигайло О. Л. Жигайло Т. С. Оцінка впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування соняшнику в умовах України. *Український гідрометеорологічний журнал*. №17 2016 С. 86–92.
8. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса : Екологія. 2011.
9. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып 2. Часть I. Метеорологические наблюдения на постах. Ленинград: Гидрометиздат. 1985г.
10. Технический регламент. Сборник основных документов № 2 Том I Общие метеорологические стандарты и рекомендуемая практика. Всемирная Метеорологическая Организация. 2012 г.

### References

1. Hyrka, A. D. (2008). Vodospozhyvannia posivamy ozymoi pshenytsi zalezno vid sortovykh osoblyvostei ta rivnia azotnoho zhyvlennia. *Selektsiia i nasinnystvo*. 95, 143–148. [in Ukrainian].
2. Bondarenko, M. K. & Nazarenko, M. M.. (2020). French Breeding Wheat Varieties Adaptability for the Ukrainian North Steppe Conditions. *Agrology*, 3 (4), 193–198. doi: 10.32819/020022 [in Ukrainian].
3. Drumova, O. M. (2021). Features of accumulation and consumption of soluble carbohydrates by plants of soft winter wheat varieties. *Grain Crops*. 5 (1). 52–58. [in Ukrainian].
4. Namayunova, V., & Litovchenko, A. (2017). Urozhay-

- nost i vodopotrebleniye pshenytsi ozymoyi v zavisi mosti ot sortovykh osobennostey, predshestviennikov i fona pitaniya v usloviyakh Stepi Ukrayny [Yield and water consumption of winter wheat depending on varietal characteristics, predecessors and nutritional background in the Steppe of Ukraine]. *Stiinta Agricola*, 1, 23–27. [in Russian]
5. Poliovyi, A. N. Bozhko, L. E. & Barsukova, E. A.. (2017) Impact of climat changes on agro-climatic indices of the vegetative period of main agriculture crops. *Ukrainskyi hidrometeorologichnyi zhurnal*, 20, 61–70. [in Ukrainian].
  6. Mostipan, M. I. ( 2017) Volohozabezpechenist posiviv ozymoi pshenytsi u vesniano-litnyi period vehetatsii ta

- yikh vrozhaunist v Pivnichnomu Stepu Ukrainy. *Visnyk Stepu*. 14. 77–82. [in Ukrainian].
7. Zhygailo, O. L. & Zhygailo, T. S. (2016). Evaluation of climate change influence on agroclimatic conditions of sunflower growing in Ukraine. *Ukrainskyi hidrometeorolohichnyi zhurnal*. 17. 86–92. [in Ukrainian].
  8. Stepanenko, S. M. & Polovyi, A. M. (2011). Otsinka vplyvu klimatychnykh zmin na haluzi ekonomiky Ukrainy Odesa: Ekolohiia. [in Ukrainian].
  9. Nastavlenye hydrometeorolohycheskym stantsyyam i postam (1985). №2 (1). Meteorolohycheskye nabliudeniya na postakh. Leninhrad: Hydrometizdat. [in Russian]
  10. Technical Regulations, Volume I: General Meteorological Standards and Recommended Practices. World Meteorological Organization. 2012. [in Russian]

UDC 633.11;633.16;551.50

**Kostyria I. V.<sup>1</sup>, Ostapenko M. A.<sup>1</sup>, Bondarenko M. K.<sup>2</sup> Influence of global warming on hydrothermal indicators and overwintering of winter cereals in the conditions of Prysyvashsha.**

*Grain Crops*. 2022. 6 (2). 129–134.

<sup>1</sup>Henichesk Research Station of State Enterprise Institute of Grain Crops of NAAS, Novooleksiivka village, Henichesk district, Kherson region, 75560, Ukraine

<sup>2</sup>State Enterprise Institute of Grain Crops of NAAS, 14 Volodymyr Vernadskyi St., Dnipro, 49009, Ukraine

**Topicality.** Climate change due to global warming determines important and relevant areas of research activities at the current stage of agricultural development. Climate change affects the potential of natural resources therefore the limits of these changes are taken into account when determining the ways of agricultural production development. **Purpose.** To determine the impact of global warming as a result of changing climatic conditions on the overwintering of winter cereals in Prysyvashsha. **Materials and Methods.** The research materials were long-term observations of the basic climatic indicators at the Henichesk Experimental Station of the SE Institute of Grain Crops of NAAS. **Results.** Changes of the main climatic indicators against the background of global warming in Prysyvashsha for the 2004–2020 were analyzed. During 2015–2018, the soil freezing depth and the minimum temperature at the depth of the tillering node of winter cereals during the winter period were investigated. An increase in the average annual air temperature was recorded, which caused a decrease in the soil freezing depth and an increase in its temperature at the depth of the tillering node and shortening of the winter period. **Conclusions.** According to the results of the study, there is an essential need to find more optimal dates for sowing winter wheat and barley as one of the key segments of agrotechnical measures, which provides better adaptation of winter crops and increase their productivity when grown in new environmental conditions in the arid Steppe zone of Ukraine.

**Key words:** global warming, climate change, air temperature, soil temperature, precipitation, winter wheat, winter barley, sowing dates, depth of soil freezing