

## Influence of weather conditions and fertilizer systems on the winter wheat yield

O. Barabolia  | S. Doronin

### Article info

Correspondence Author

O. Barabolia

E-mail:

[olga.barabolia@pdau.edu.ua](mailto:olga.barabolia@pdau.edu.ua)

Poltava State Agrarian  
University,  
1/3, Skovorody str.,  
Poltava, 36003,  
Ukraine

**Citation:** Barabolia, O., & Doronin, S. (2023). Influence of weather conditions and fertilizer systems on the winter wheat yield. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (1), 24–30. doi: 10.31210/spi2023.26.01.04

Growing different varieties of winter wheat, combining high productivity with adaptability, is impossible without studying the patterns of variability of yield formation depending on weather and soil conditions of the territory, fertilizer systems and fertilizer options. The aim of the study is to determine the effect of weather conditions on the formation of winter wheat yields of varieties Vidrada, Sahaidak and Orzhytsia using different fertilizer systems. The study was conducted during 2020–2022 in the production conditions of the forest-steppe zone of Ukraine. Winter wheat varieties of Ukrainian selection were studied. They are characterized by high productivity, sufficient resistance to diseases and stress factors. It was determined that the most favorable by temperature and precipitation during the growing season was 2021, hence the yield of all experimental varieties has increased in comparison with 2020. The year 2022 was the least favourable due to a prolonged cool spring, a dry June and heavy rainfall in July. The crop capacity of winter wheat under these conditions fluctuated against the background without basic fertilization with different variants of additional fertilization and fertilization by varieties in 2021 and 2022 respectively: Vidrada – 6.9–7.6 t/ha and 5.2–5.6 t/ha; Sahaidak – 8.0–8.6 t/ha and 7.2–7.6 t/ha; Orzhytsia – 6.0–6.4 t/ha and 5.1–5.6 t/ha. It was determined that the influence of weather conditions on the yield of winter wheat of the experimental varieties is on average 10–12 %. The application of N30P60K60 with the main fertilizer contributed to increasing the average yield of the experimental varieties of wheat by 9.1–13.2 % under different variants of fertilization and was the most effective for the additional fertilizer N 60 with the additional fertilizer Mono Copper and CAM. The most effective over the years of research additional fertilizer N 60 with fertilizer variants Mono Copper, CAM or their combined use in the phase of tillering on the background without basic fertilizer (the average yield of varieties): Vidrada – 6.3–6.7 t/ha; Sahaidak – 6.3–6.7 t/ha; Orzhytsia – 5.9–6.3 t/ha. On a background of application of N30P60K60 with the additional fertilizer N 60 the highest average yield for 2020–2022 is provided by feeding with CAM or its compatible use with Mono Copper for the following varieties: Vidrada – 7.1–7.5 t/ha; Sahaidak – 9.1–9.5 t/ha; Orzhytsia – 6.7–7.1 t/ha.

**Key words:** winter wheat, yield, fertilizer, fertilizer option, growing season.

## Вплив погодних умов і систем удобрення на урожайність пшениці озимої

О. В. Бараболя | С. М. Доронін

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава, Україна

Вирощування різних сортів пшениці озимої, що поєднують високу продуктивність з адаптивністю, неможливе без вивчення закономірностей мінливості формування врожайності в залежності від погодних і ґрунтових умов території, систем удобрення та варіантів підживлення. Метою дослідження є визначення впливу погодних умов на формування врожайності пшениці озимої сортів Відрода, Сагайдак і Оржиця за різних систем удобрення. Дослідження проведено протягом 2020–2022 рр. у виробничих умовах у лісостеповій зоні України. Досліджувалися сорти пшениці озимої української селекції, що характеризуються високою продуктивністю, достатньою стійкістю до хвороб і стресових факторів. Визначено, що найбільш сприятливим за температурою й опадами у вегетаційний період виявився 2021 р., що дозволило збільшити врожайність всіх дослідних сортів пшениці відносно 2020 р. Найменш сприятливим став 2022 р. через затяжну прохолодну весну, посушливий червень і сильні опади у липні. Врожайність пшениці озимої за цих умов коливалася на фоні без основного удобрення за різних варіантів додаткового удобрення та підживлення за сортами у 2021 і 2022 рр. відповідно: Відрода – 6,9–7,6 т/га і 5,2–5,6 т/га; Сагайдак – 8,0–8,6 т/га і 7,2–7,6 т/га; Оржиця – 6,0–6,4 т/га і 5,1–5,6 т/га. Визначено, що вплив погодних умов на врожайність пшениці озимої дослідних сортів складає у середньому 10–12 %. Застосування N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> за основного удобрення сприяло збільшенню середньої врожайності дослідних сортів пшениці на 9,1–13,2 % за різних варіантів підживлення та є найбільшим для додаткового удобрення N 60 за сумісного підживлення Моно Мідь і КАС. Найбільш ефективним за роки досліджень є додаткове удобрення N 60 з варіантами підживлення Моно Мідь, КАС або їх сумісним використанням у фазі кушення на фоні без основного удобрення (середня врожайність за сортами): Відрода – 6,3–6,7 т/га; Сагайдак – 6,3–6,7 т/га; Оржиця – 5,9–6,3 т/га. На фоні застосування N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> з додатковим удобренням N 60 найбільшу середню врожайність за 2020–2022 рр. забезпечено підживленням КАС або його сумісним використанням з Моно Мідь за сортами: Відрода – 7,1–7,5 т/га; Сагайдак – 9,1–9,5 т/га; Оржиця – 6,7–7,1 т/га.

**Ключові слова:** пшениця озима, врожайність, удобрення, підживлення, вегетаційний період.

**Бібліографічний опис для цитування:** Бараболя О. В., Доронін С. М. Вплив погодних умов і систем удобрення на урожайність пшениці озимої. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (1). С. 24–30.

## Вступ

У всьому світі пшениця є другою за обсягом виробництва зерновою культурою після кукурудзи. З огляду на наслідки зміни клімату, було прогнозовано втрати глобальної врожайності пшениці на рівні  $6,0 \pm 2,9$  % з кожним підвищенням градуса Цельсія [1]. Дослідження [2] стверджують, що при підвищенні температури на  $2$  °C врожайність пшениці зменшується на 1–28 %, а при підвищенні температури на  $4$  °C – на 6–55 %. Понад два десятиліття тому було визначено, що збільшення екстремальних погодних явищ в Європі призведе до зниження врожайності та більшої мінливості врожаю [3].

Отже, стабілізація врожайності в умовах зміни погоди та клімату є однією з основних проблем сучасного рослинництва. Відомо, що застосування засобів інтенсифікації певною мірою дозволяє зменшити коливання врожайності пшениці озимої з року в рік, але проблема залишається актуальною [4, 5]. Одним із найбільш реальних шляхів її вирішення є вирощування адаптивних сортів пшениці озимої до відповідних природно-кліматичних і ґрунтових умов [6, 7].

У випадку пшениці озимої посуха та тепловий стрес є двома найбільш широко дослідженими кліматичними факторами. Посуха впливає як на розростання листя, так і на продуктивність фотосинтезу. Встановлено, що відмінності в накопиченні біомаси переважно є результатом накопичення біомаси від середини цвітіння до остаточного врожаю [8]. Тривалість і швидкість фази досягання визначають кінцеву масу зерна. Висока температура та посуха є основними стресовими факторами під час дозрівання зернових культур. Обмеження води та висока температура під час розвитку зерна призводять до значних втрат урожаю в основному через зменшення накопичення крохмалю [9]. Зазначається, що обмежені азотно-водні умови призводять до негативних змін урожайності у випадку озимих культур порівняно з лише обмеженням води [10].

Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.), посіяна восени, вимагає впливу низьких температур, але без сильних морозів на стадії росту, щоб запустити репродуктивну стадію навесні [11]. У процесі розвитку культура проходить генеративні фази, які визначають продуктивну здатність культури [12].

Особливістю розвитку пшениці озимої є отримання хороших сходів і куцтості [13, 14]. Врожайність пшениці озимої не є чутливою до температури, сумарних температур, опадів, але вона чутлива до теплового стресу. Найбільшу чутливість виявлено у зерномолочній фенологічній стадії на 23-му календарному тижні [11]. У дослідженні [15] визначено, що пшениця озима має два найбільш чутливі періоди до короткотривалого (2–5 днів) високотемпературного стресу, один між 8 і 6 днями до цвітіння, а інший між 2 і 0 днями до цвітіння.

Таким чином, фіксація основних фаз розвитку пшениці озимої в залежності від погодних умов дозволяє визначити стан посівів, оперативно вживати заходи зменшення втрат від несприятливих факторів і прогнозувати продуктивність культури [16, 17].

Важливого значення у цьому процесі набуває тепловий стрес, врахування дії якого на пшеницю озиму сприяє її успішному вирощуванню та підвищенню врожайності в майбутньому.

## Мета дослідження

Мета дослідження полягає у визначенні впливу погодних умов на формування врожайності пшениці озимої сортів Відрада, Сагайдак і Оржиця за різних систем удобрення в умовах Лісостепу.

*Завдання дослідження:* здійснити аналіз впливу погодних умов 2020–2022 рр. на врожайність дослідних сортів пшениці озимої; визначити найбільш ефективну систему основного та додаткового удобрення культури за відповідних природно-кліматичних умов; проаналізувати вплив різних варіантів підживлення у фазі куцтіння пшениці озимої на її врожайність.

## Матеріали і методи

Дослідження пшениці озимої сортів Відрада, Сагайдак і Оржиця було проведено протягом 2020–2022 рр. в умовах виробництва с. Кравченки Миргородського району Полтавської області, розташованого у лісостеповій фізико-географічній зоні. За кліматичними характеристиками Миргородський район відноситься до Центрального середньо зволоженого району [18]. Ґрунтовий покрив представлений чорноземами глибокими на лесових породах з вмістом гумусу 3,4 % [19]. Насиченість ґрунтів основними поживними речовинами (азотом, фосфором, калієм), що безпосередньо впливають на ріст і розвиток сільськогосподарських культур, є незначно нижчою від стандартів, однак їх кількість достатня для забезпечення живлення рослин: близько 120,3 мг/кг фосфатів та 109,7 мг/кг калію [18].

У дослідженні використана методика дослідної справи [20] з урахуванням науково-практичних рекомендацій з вирощування пшениці озимої [21–23]. Використана загальноприйнята технологія вирощування пшениці озимої в умовах Лісостепу, окрім факторів, які досліджувалися.

Дослід передбачав проведення на фоні без добрив і внесення  $N_{30}P_{60}K_{60}$  в основне удобрення:

- 1) ранньовесняне внесення добрив за схемою: без добрив, 30 і 60 кг/га діючої речовини аміачної селітри;
- 2) позакореневе підживлення у фазу весняного куцтіння:

- *варіант 1:* без підживлення;

- *варіант 2:* з підживленням мікродобривом Моно Мідь (норма внесення 1 л/га) з хімічним складом: N – 5 %, S – 3 %, Cu (схелатована EDTA) – 6 % [24];

- *варіант 3:* підживлення КАС (60 л/га) з вмістом: аміачної селітри – 44,3 %, карбаміду – 35,4 %, води – 19,4 %, аміачної води – 0,5 % [25];

- *варіант 4:* сумісне застосування Моно Мідь і КАС.

Розрахунок гідротермічного коефіцієнту зволоження Г. Т. Селянінова (ГТК) виконувалося за формулою [26]:

$$ГТК = \frac{R}{0,1 \sum T'}$$

де R – кількість опадів за період з температурою вище +10 °С, мм;  $\sum T'$  – сума активних температур вище +10 °С, °С.

Облік урожайності пшениці озимої дослідних сортів проводили у фазі повної стиглості методом подільнянкового обмолоту.

### Результати та їх обговорення

Кліматичні умови в Україні мають постійну динаміку до змін і коливань, що обумовлює необхідність агровиробників адаптуватися до нових погодних умов на фоні більш ускладнених умов

господарювання через продовження повномасштабного вторгнення з боку країни-агресора [27]. Так, середньорічна температура в Україні зростає втричі швидше, ніж у всьому світі. При цьому з кожним роком фіксується стійке пришвидшення інтенсивності температурного росту в усі сезони, що у порівнянні з багаторічними нормами становить +2,5...+3,0 °С [28]. Відповідна динаміка характерна і для Полтавської області (рис. 1).

Відомо, що значний вплив на якість зерна та врожайність сільськогосподарських культур мають опади, тоді як їх ефективність щорічно значно зменшується через швидке випаровування на фоні помітного зростання температур, що характеризує клімат України вже більше як посушливий.

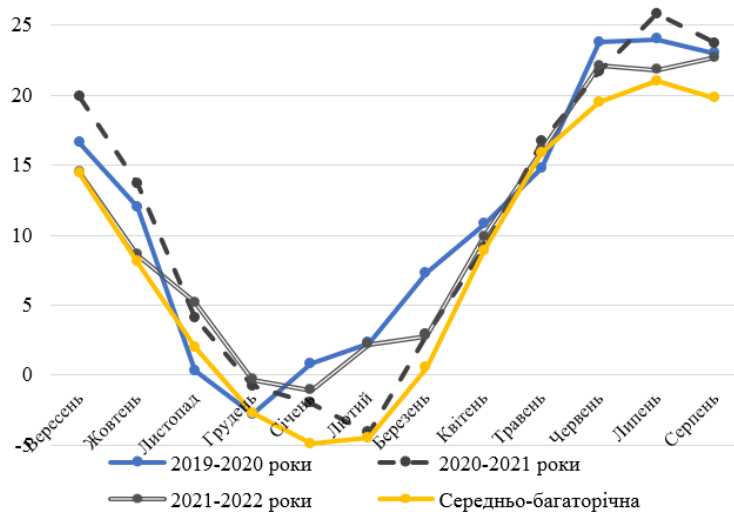


Рис. 1. Середньомісячна температура повітря у Полтавській області, 2019–2022 рр., °С  
Джерело: побудовано за [28–30].

Останні роки місячна норма опадів забезпечується головним чином завдяки короткочасним та інтенсивним зливам протягом однієї доби. У випадку, коли декілька дощів виконують річну норму опадів, створюються непередбачувані та несприятливі

погодні умови з природними катаклізмами (сильні зливи, повені, град тощо). Отже, кліматичні відхилення від норми стають частим і тривалим явищем в Україні взагалі та Полтавській області зокрема (рис. 2).

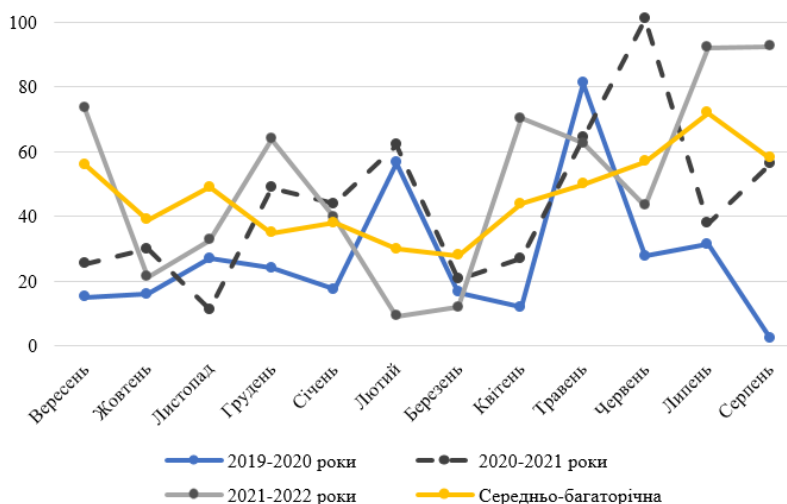
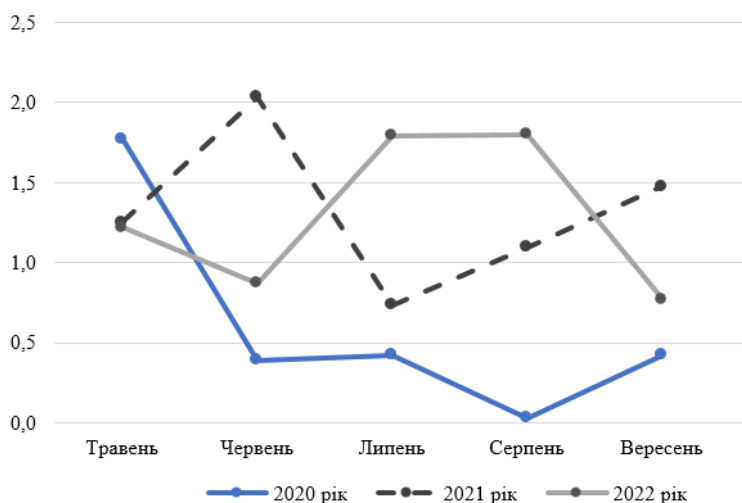


Рис. 2. Середньомісячна кількість опадів у Полтавській області, 2019–2022 рр., мм  
Джерело: побудовано за [28–30].

Погодні умови 2020–2022 рр. місяця проведення дослідів теж відповідало зазначеним тенденціям, про що свідчить розрахований показник ГТК (рис. 3). У 2020 р. усереднений показник ГТК за період

вегетації пшениці озимої у Полтавській області становив 0,6, що свідчить про середню посуху, тоді як у 2021 і 2022 рр. – 1,2 і 1,3 відповідно (достатньо волого).



**Рис. 3.** Динаміка ГТК Полтавської області, 2020–2022 рр.  
Джерело: розраховано за [28–30].

Як вже зазначалося, на врожайність пшениці озимої значний вплив має тепловий стрес у відповідних фазах онтогенезу. Так, кількість колосків рослини залежить від тривалості періоду «вихід у трубку», на що напряму впливає достатній рівень забезпечення вологою та відповідний температурний режим. Наукові дослідження свідчать, що підвищення температури повітря в цей період із 20 до 30 °С зменшує кількість колосків на 35 % [31]. Також відзначається, що у фазі «наливання зерна» відбувається формування крупності зерна культури завдяки фотосинтетичній активності: прапорцевого листка – на 45 %, підпрапорцевого й інших листків – на 35 %, колосу – на 20 % [32, 33]. У зв'язку з цим високі температури та посуха у травні–червні не дозволяють отримати потенційний урожай пшениці озимої, оскільки є основними обмежувачами факторами повноцінного функціонування рослин у період наливання зерна.

За періоди досліджень спостерігалось співпадіння періоду наливання зерна пшениці озимої в багатьох регіонах із аномально спекотною температурою. Не виключенням стала і Полтавська область, в якій у 2020 р. у травні місяці було 8 днів з температурою понад 20 °С з кількістю опадів – 81,2 мм, а у червні – 26 днів з максимальною температурою 29,5 °С і 27,7 мм опадів (рис. 1–2).

У 2021 р. травень характеризувався 11 днями з температурою понад 20 °С і 64,3 мм опадів, тоді як

початок червня (до 8 числа) характеризувався температурою від 9,5 до 19 °С з поступовим щоденним збільшенням до максимальної у 32 °С. При цьому кількість опадів у червні 2021 р. становила 101 мм, що сприяло достатній вологості у відповідальні фази формування врожайності культури.

Середньодобова температура травня 2022 р. у Полтавській області становила 16,1 °С (за середньо-багаторічної – 15,9 °С, рис. 1) і трьома днями, коли було вище за 20 °С: 12.05 – 22,5 °С; 21.05 – 20,5 °С; 31.05 – 26 °С. Кількість опадів цей місяць становила 62,7 мм. У червні 2022 року середньодобова температура становила 22,1 °С (за середньо-багаторічної – 19,5 °С) і сумою опадів у 43,4 мм, що нижче середньо-багаторічного показника на 23,9 %. У результаті формування врожайності пшениці озимої відбулося у спекотний і посушливий період, а значні опади після першої декади липня 2022 р. змістили збір урожаю як мінімум на тиждень і погіршили його якість (всього за липень випало 92,2 мм за норми 72 мм, рис. 2). Окрім того, передпосівний період для пшениці озимої в 2022 р. виявився посушливим і відновлення активної вегетації рослин відбулося майже на тиждень пізніше за середні багаторічні строки [34].

Використані дослідні сорти пшениці озимої належать до української селекції, високопродуктивні, стійкі до більшості хвороб і стресових факторів (табл. 1).

**Таблиця 1**

Характеристика дослідних сортів пшениці озимої

Сорт пшениці озимої	Висота рослин, см	Період вегетації, дні	Потенціал урожайності, т/га	Стійкість до вилягання, бали	Посухостійкість, бали	Стійкість до осипання, бали
Відрада	101–105	262–268	7,1–7,9	6,9–7,3	8,2–8,7	8,2–9,0
Сагайдак	99–104	279–288	11,4	8,2–8,6	8,1–9,0	8,6–8,9
Оржиця	56–87	257–294	6,9–9,4	8,6–9,0	8,6–9,0	8,0–9,0

Джерело: дані [35–37].

Сорт Відрада, селекції Білоцерківської дослідно-селекційної станції ім. О. К. Коломієць та Л. А. Бурденюк-Тарасевич, рекомендований для вирощування у Поліссі, Лісостепу та Степу. Сорти Сагайдак (для зон Полісся та Лісостеп) і Оржиця (для зони Степ) належать селекції Полтавської державної аграрної академії відносяться до високопродуктивних сортів інтенсивного типу, достатньо стійких до хвороб і стресових факторів.

Погодні умови років досліджень і застосовані агрозаходи призвели до значних коливань урожайності дослідних сортів пшениці озимої. Так, сорт Відрада у 2020 р. показав середню врожайність за роки досліджень за варіантами позакореневого

підживлення у фазу весняного кушіння на фоні без основного добрива на рівні 5,9–6,5 т/га та за внесення  $N_{30}P_{60}K_{60}$  в основне удобрення – 6,6–7,3 т/га. Найбільші показники урожайності були у 2021 р. на рівні 6,2–6,8 т/га і 6,9–7,6 т/га відповідно. Середня врожайність за роками досліджень представлена у табл. 2–3 з найвищим показником за умови удобрення N 60 за сумісного підживлення Моно Мідь і КАС на рівні 7,2 т/га на фоні без основного удобрення та 7,5 т/га – за внесення  $N_{30}P_{60}K_{60}$ .

Сорт Сагайдак показав найвищий серед дослідних сортів показник урожайності, який значно коливався під впливом як погодних умов, так і систем удобрення та варіантів підживлення (див. табл. 2–3).

**Таблиця 2**

Середня врожайність пшениці озимої дослідних сортів на фоні без основного добрив, 2020–2022 рр., т/га

Система удобрення	Варіанти підживлення	Сорти пшениці озимої		
		Відрада	Сагайдак	Оржиця
Без добрив	Варіант 1	5,7	7,6	5,7
	Варіант 2	6,0	7,7	5,9
	Варіант 3	6,2	7,9	6,0
	Варіант 4	6,4	8,2	6,2
N 30	Варіант 1	6,3	8,1	6,1
	Варіант 2	6,5	8,4	6,3
	Варіант 3	6,5	8,4	6,3
	Варіант 4	6,7	8,6	6,4
N 60	Варіант 1	6,5	8,2	6,2
	Варіант 2	6,6	8,5	6,4
	Варіант 3	6,8	8,7	6,5
	Варіант 4	7,2	8,9	6,7

*Примітка:* варіант 1 – без підживлення; варіант 2 – з підживленням мікродобривом Моно Мідь; варіант 3 – підживлення КАС; варіант 4 – сумісне застосування Моно Мідь і КАС. Джерело: авторські розрахунки.

Наприклад, на фоні без основного удобрення середня урожайність за варіантами підживлення складала: 2020 р. – 7,5–8,2 т/га; 2021 р. – 8,0–8,6 т/га; 2022 р. – 7,2–7,6 т/га. Внесення  $N_{30}P_{60}K_{60}$  за основного удобрення збільшило середню врожайність до 8,4–9,2 т/га, 8,9–9,7 т/га і 8,0–8,6 т/га відповідно за

роками, що свідчить про її збільшення в середньому на 10–12 %. Також значний вплив на врожайність сорту Сагайдак здійснило удобрення N 60 за сумісного підживлення Моно Мідь і КАС відносно контролю: 8,5 % – на фоні без добрив, 6,7 % – з удобренням  $N_{30}P_{60}K_{60}$ .

**Таблиця 3**

Середня врожайність пшениці озимої дослідних сортів на фоні  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , 2020–2022 рр., т/га

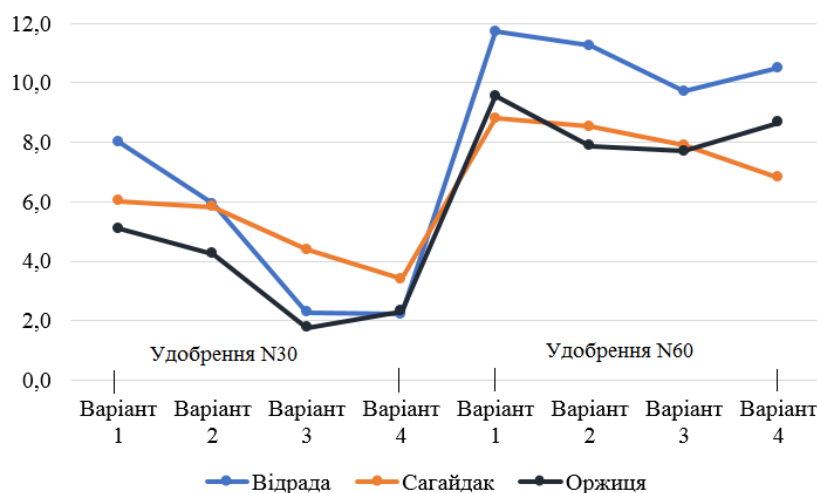
Система удобрення	Варіанти підживлення	Сорти пшениці озимої		
		Відрада	Сагайдак	Оржиця
Без добрив	Варіант 1	6,0	8,1	5,9
	Варіант 2	6,1	8,1	6,0
	Варіант 3	6,4	8,4	6,2
	Варіант 4	6,8	8,9	6,5
N 30	Варіант 1	6,5	8,5	6,2
	Варіант 2	6,5	8,6	6,2
	Варіант 3	6,6	8,8	6,3
	Варіант 4	7,0	9,2	6,7
N 60	Варіант 1	6,8	8,8	6,4
	Варіант 2	6,8	8,8	6,5
	Варіант 3	7,1	9,1	6,7
	Варіант 4	7,5	9,5	7,1

*Джерело:* авторські розрахунки.

Сорт Оржиця протягом дослідного періоду виявився найменш врожайним за всіх систем удобрення та варіантів живлення (табл. 2–3). Так, завдяки удобренню N 60 за сумісного підживлення Моно Мідь і КАС у фазі кушіння відбулося збільшення середньої врожайності на фоні без основного добрива на 8,1 %, а за удобрення  $N_{30}P_{60}K_{60}$  – 9,2 % відносно контролю. Погодні умови за роки

досліджень також сприяли найбільшій урожайності у 2021 р. (6,2–6,9 т/га за різних систем удобрення) та найменшій у 2022 р. (5,4–6,0 т/га), що свідчить про вплив погоди на урожайність сорту у межах 10,5–11,1 %.

Таким чином, вплив варіантів підживлення по різному впливає на врожайність дослідних сортів (рис. 4).



**Рис. 4.** Вплив варіантів удобрення на врожайність дослідних сортів пшениці озимої за удобрення N 30 і N 60, %  
Джерело: авторські розрахунки.

Так, за удобрення N 30 коливання між варіантами підживлення за сортами відносно контролю складає: Відрада – 2,2–8,0 %; Сагайдак – 3,4–6,0 %; Оржиця – 1,8–5,1 %. Удобрення N 60 за різних варіантів підживлення у фазі кушення мають більший вплив на врожайність дослідних сортів пшениці озимої відносно контролю: Відрада – 9,7–11,7 %; Сагайдак – 7,9–8,8 %; Оржиця – 7,7–9,6 %.

Вплив  $N_{30}P_{60}K_{60}$  за основного удобрення дослідних сортів пшениці озимої коливається у межах 9,1–13,2 % за різних варіантів підживлення та є найбільшим для сумісного використання Моно Мідь і КАС.

## Висновок

Проведене дослідження впливу погодних умов і систем удобрення на врожайність пшениці озимої сортів Відрада, Сагайдак і Оржиця протягом 2020–2022 рр. в умовах Миргородського району Полтавської області дозволяє зробити наступні висновки:

1. Найбільш сприятливим за температурою й опадами у вегетаційний період виявився 2021 р., що дозволило збільшити врожайність усіх дослідних сортів пшениці. Тоді як найменш сприятливим став 2022 р. через затяжну прохолодну весну, посушливий червень і сильні опади у липні. Середня врожайність за цих умов коливалася на фоні без основного удобрення за сортами у 2021 і 2022 рр. відповідно: Відрада – 6,9–7,6 т/га і 5,2–5,6 т/га; Сагайдак – 8,0–8,6 т/га і 7,2–7,6 т/га; Оржиця – 6,0–6,4 т/га і 5,1–5,6 т/га. Визначено, що вплив погодних умов на врожайність пшениці озимої дослідних сортів складає у середньому 10–12 %.

2. Застосування  $N_{30}P_{60}K_{60}$  за основного удобрення сприяло збільшенню середньої врожайності дослідних сортів на 9,1–13,2 % за різних варіантів підживлення та є найбільшим для додаткового удобрення N 60 за сумісного підживлення Моно Мідь і КАС.

3. Найбільш ефективним за дослідний період є додаткове удобрення N 60 з варіантами підживлення

Моно Мідь, КАС або їх сумісним використанням у фазі кушення на фоні без основного удобрення: Відрада – 6,3–6,7 т/га; Сагайдак – 6,3–6,7 т/га; Оржиця – 5,9–6,3 т/га. На фоні застосування  $N_{30}P_{60}K_{60}$  з додатковим удобренням N 60 найбільшу врожайність забезпечено підживленням КАС або його сумісним використанням з Моно Мідь за сортами: Відрада – 7,1–7,5 т/га; Сагайдак – 9,1–9,5 т/га; Оржиця – 6,7–7,1 т/га.

*Перспективи подальших досліджень* – визначення впливу погодних умов на якість зерна пшениці озимої сортів Відрада, Сагайдак і Оржиця.

## Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

- Zhao, C., Liu, B., Piao, S., Wang, X., Lobell, D. B., Huang, Y., Huang, M., Yao, Y., Bassu, S., Ciaia, P., Durand, J.-L., Elliott, J., Ewert, F., Janssens, I. A., Li, T., Lin, E., Liu, Q., Martre, P., Müller, C., Peng, S., Peñuelas, J., Ruane, A. C., Wallach, D., Wang, T., Wu, D., Liu, Z., Zhu, Y., Zhu, Z., & Asseng, S. (2017). Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(35), 9326–9331. <https://doi.org/10.1073/pnas.1701762114>
- Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rötter, R. P., Lobell, D. B., Cammarano, D., Kimball, B. A., Ottman, M. J., Wall, G. W., & White, J. W. (2015). Rising temperature reduce global wheat production. *Nature Climate Change*, 5, 143–147.
- Olesen, J. E., & Bindi, M. (2002). Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy*, 16(4), 239–262. [https://doi.org/10.1016/s1161-0301\(02\)00004-7](https://doi.org/10.1016/s1161-0301(02)00004-7)
- Pavlovskaya, N., Rodimtsev, S., Borodin, D., Vershinin, S., Gagarina, I., & Mikhaylova, Y. (2021). Application of satellite images for assessing winter wheat and spring barley crops on the average NDVI value. *E3S Web of Conferences*, 279, 03012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127903012>
- Simic Milas, A., & Vincent, R. K. (2016). Monitoring Landsat vegetation indices for different crop treatments and soil chemistry. *International Journal of Remote Sensing*, 38(1), 141–160. <https://doi.org/10.1080/01431161.2016.1259680>

6. Esaulko, A., Sitnikov, V., Pismennaya, E., Vlasova, O., Golosnoi, E., Ozheredova, A., Ivolga, A., & Erokhin, V. (2022). Productivity of Winter Wheat Cultivated by Direct Seeding: Measuring the Effect of Hydrothermal Coefficient in the Arid Zone of Central Fore-Caucasus. *Agriculture*, 13 (1), 55. <https://doi.org/10.3390/agriculture13010055>
7. Guha, S., & Govil, H. (2021). Relationship between land surface temperature and normalized difference water index on various land surfaces: A seasonal analysis. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 6 (3), 165–173. <https://doi.org/10.26833/ijeg.821730>
8. Rose, T., Nagler, S., & Kage, H. (2017). Yield formation of Central-European winter wheat cultivars on a large scale perspective. *European Journal of Agronomy*, 86, 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.03.003>
9. Barnabás, B., Jäger, K., & Fehér, A. (2007). The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. *Plant, Cell & Environment*, 31 (1), 11–38. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2007.01727.x>
10. Webber, H., Zhao, G., Wolf, J., Britz, W., Vries, W. de, Gaiser, T., Hoffmann, H., & Ewert, F. (2015). Climate change impacts on European crop yields: Do we need to consider nitrogen limitation? *European Journal of Agronomy*, 71, 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.09.002>
11. Huzsvai, L., Zsembeli, J., Kovács, E., & Juhász, C. (2022). Response of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) Yield to the Increasing Weather Fluctuations in a Continental Region of Four-Season Climate. *Agronomy*, 12 (2), 314. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020314>
12. Medina, H., Tian, D., & Abebe, A. (2021). On optimizing a MODIS-based framework for in-season corn yield forecast. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 95, 102258. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102258>
13. Sarker, J. R., Singh, B. P., Cowie, A. L., Fang, Y., Collins, D., Badgery, W., & Dalal, R. C. (2018). Agricultural management practices impacted carbon and nutrient concentrations in soil aggregates, with minimal influence on aggregate stability and total carbon and nutrient stocks in contrasting soils. *Soil and Tillage Research*, 178, 209–223. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.12.019>
14. Sankaran, S., Khot, L. R., & Carter, A. H. (2015). Field-based crop phenotyping: Multispectral aerial imaging for evaluation of winter wheat emergence and spring stand. *Computers and Electronics in Agriculture*, 118, 372–379. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.09.001>
15. Prasad, P. V. V., & Djanaguiraman, M. (2014). Response of floret fertility and individual grain weight of wheat to high temperature stress: sensitive stages and thresholds for temperature and duration. *Functional Plant Biology*, 41 (12), 1261. <https://doi.org/10.1071/fp14061>
16. Crippen, R. (1990). Calculating the vegetation index faster. *Remote Sensing of Environment*, 34 (1), 71–73. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(90\)90085-z](https://doi.org/10.1016/0034-4257(90)90085-z)
17. Sabzchi-Dehkharghani, H., Nazemi, A. H., Sadraddini, A. A., Majnooni-Heris, A., & Biswas, A. (2021). Recognition of different yield potentials among rain-fed wheat fields before harvest using remote sensing. *Agricultural Water Management*, 245, 106611. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106611>
18. *Ahroekonomichnyi atlas Myrhorodskoho raionu Poltavskoi oblasti*. (2013). Kyiv: Instytut mistsevoho rozvytku [In Ukrainian]
19. Interaktyvna karta hruntiv Ukrainy. Poltavska oblast. Retrieved from: <https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy#w15> [in Ukrainian]
20. Didora, V. H., Smahlii, O. F., & Ermantraut, E. R. (2013). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii* : navch. posib. Kyiv: Tsentru uchbovoi literatury [in Ukrainian]
21. Vlokh, V. H., Bomba, M. Ya., Lykhochvor, V. V., Babiak, M. V., & Kotsupyr, D. P. (1998). *Dovidnyk z vyroshchuvannya ozymoi pshenytsi*. Lviv: Ukrainski tekhnolohii [in Ukrainian]
22. Lykhochvor, V. V., Petrychenko, V. F., & Ivashchuk, P. V. (2008). *Zernovyrobnytstvo*. Lviv: Ukrainski tekhnolohii [in Ukrainian]
23. Lykhochvor, V. V., & Petrychenko, V. F. (2014). *Roslynnytstvo. Tekhnolohii vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur*. Lviv: Ukrainski tekhnolohii [in Ukrainian]
24. Dobryvo Ekolyst Mono Mid Ekoplou. Retrieved from: <https://agrozon.com.ua/products/mikrodrobrivo-ekolist-mono-mid-ekoplou---20-1> [in Ukrainian]
25. Barabolia, O. V., Barat, Yu. M., Kulyk, M. I., & Onoprienko, O. V. (2018). Urozhainist pshenytsi ozymoi zalezno vid system udobrennia ta pohodnykh umov vechetatsiinoho periodu. *Visnyk Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 2, 3–9. [in Ukrainian].
26. Hidrotermichnyi koefitsiient zvolozhennia. Retrieved from: <https://superagronom.com/slovník-agronoma/gidrotermichniy-koefitsiyent-zvolozhennya-id20236> [in Ukrainian]
27. Chaika, T., & Barabolia, O. (2022). Impact of damage of winter grain wheat by the corn bug (*Eurygaster integriceps* Put.) On the crop and grain quality. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 135–141. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.16>
28. Pohodni umovy 2020: opady, temperatura gruntu ta povitria. Retrieved from: <https://superagronom.com/blog/782-pogodni-umovi-2020-opadi-temperatura-gruntu-temperatura-povitrya> [in Ukrainian]
29. Analiz pohodnykh umov v Ukraini v 2021 rotsi. Retrieved from: <https://superagronom.com/blog/871-analiz-pogodnih-umov-v-ukrayini-v-2021-rotsi> [in Ukrainian]
30. Pohoda v Poltavi po misiatsiakh. Retrieved from: <https://tur-pogoda.com.ua/ukraine/poltava/monthly> [in Ukrainian]
31. Yamkova, V. (2020). Minimizatsiia stresovykh faktoriv u kliuchovi fazy formuvannya urozhainosti ozymoi pshenytsi. Retrieved from: <https://agroexpert.ua/minimizatsiia-stresovykh-faktoriv-u-kliuchovi-fazy-formuvannya-urozhainosti-ozymoi-pshenytsi/> [in Ukrainian]
32. Fazy rozvytku zernovykh i protses formuvannya vrozhaiu. Retrieved from: <https://www.agronom.com.ua/fazy-rozvytku-zernovykh-i-protses-formuvannya-vrozhayu/> [in Ukrainian]
33. Korotkova, I., Chaika, T., Romashko, T., & Rybalchenko, A. (2022). Photosynthetic pigments content in emmer wheat plants as criteria of productivity in traditional and organic farming technology. *Innovative Biosystems and Bioengineering*, 6 (1), 31–39. <https://doi.org/10.20535/ibb.2022.6.1.255277>
34. Ukraina: pohodni umovy ta stan silskohospodarskykh kultur u chervni 2022 roku – NAAN Ukrainy. Retrieved from: <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1527888> [in Ukrainian]
35. Pshenytsia Vidrada. Retrieved from: <https://superagronom.com/nasinnya-pshenicya-ozima/vidrada-id9847> [in Ukrainian]
36. Pshenytsia Sahaidak. Retrieved from: <https://superagronom.com/nasinnya-pshenicya-ozima/sagaydak-id9835> [in Ukrainian]
37. Pshenytsia Orzhytsia. Retrieved from: <https://superagronom.com/nasinnya-pshenicya-ozima/orjitsya-id9648> [in Ukrainian]

#### ORCID

O. Barabolia  <https://orcid.org/0000-0002-5563-8445>



2023 Barabolia O. and Doronin S. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.