

The impact of sowing dates and seeding rates on the yield and grain quality of winter bread wheat under climate change conditions in the Northern Steppe of Ukraine

O. Barabolia✉ | R. Yanovskyi

Article info

Correspondence Author

O. Barabolia

E-mail:

olga.barabolia@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Barabolia, O., & Yanovskyi, R. (2025). The impact of sowing dates and seeding rates on the yield and grain quality of winter bread wheat under climate change conditions in the Northern Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 6–13. doi: 10.31210/spi2025.28.03.01

Winter bread wheat is one of the key grain crops, ensuring food security and economic stability in many countries. The high yield and grain quality of this crop are crucial for the food industry and its export potential. These characteristics are formed under the influence of multiple factors, among which sowing dates, seeding rates, and weather conditions play a significant role. This study aims to determine the impact of sowing dates and seeding rates on the yield and grain quality indicators of winter soft wheat under climate change conditions. The research was conducted from 2022 to 2024 in the agro-climatic conditions of the Northern Steppe of Ukraine. The study is focused on Ukrainian-bred winter soft wheat varieties: Perepilka Odeska, Mudrist Odeska, and Shchedrist Odeska. The analysis of climatic conditions revealed their variability, which significantly influenced the organogenesis of winter wheat. In 2024, the spring-summer temperature gradient, combined with insufficient moisture, was a particularly critical factor. Under more favorable weather conditions in 2023, the grain yield of all studied varieties was higher than in 2024, reaching a maximum of 9.85–9.92 t ha⁻¹ with sowing on September 10 at a seeding rate of 3 million seeds/ha. The tillering coefficient of plants in 2023 was higher due to better moisture availability during the spring period, whereas in 2024, the increased average monthly temperatures and low precipitation in April and May led to a reduction in the tillering coefficient by 0.1–0.4 units compared to the previous year. It was found that the most favorable sowing dates for achieving an optimal tillering coefficient were September 20 (seeding rate of 4 million seeds/ha) and September 10 (3 million seeds ha⁻¹). The number of productive stems remained relatively stable across both years, ranging between 8.0–8.8 million/ha at optimal sowing dates (September 10–20). Grain moisture during the study years was within the standard range (10.2–11.8 %) but decreased from early to later sowing dates while increasing with higher seeding rates. The test weight of the grain did not show significant changes due to weather conditions, remaining within 735–782 g L⁻¹, but was influenced by sowing dates and seeding rates. The highest test weight was observed for August 15 sowing with a seeding rate of 1 million seeds/ha (≥775 g L⁻¹, Grade 1 grain) and September 30 with 5 million seeds/ha (750–775 g L⁻¹, Grade 2 grain). The thousand-kernel weight remained relatively stable, fluctuating between 33–42 g, and decreased as the seeding rate increased.

Keywords: hydrothermal index, tillering coefficient, productive stems, grain moisture, thousand-kernel weight, test weight.

Вплив строків сівби та норм висіву на врожайність і показники якості зерна пшениці м'якої озимої за кліматичних змін в умовах Північного Степу України

О. В. Бараболя | Р. О. Яновський

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Пшениця м'яка озима є однією з ключових зернових культур, що забезпечує продовольчу безпеку та економічну стабільність багатьох країн. Висока врожайність та якісні показники зерна цієї культури мають вирішальне значення для харчової промисловості та експорту. Ці показники формуються під впливом комплексу факторів, серед яких важливе місце займають строки сівби, норма висіву та погодні умови. Мета дослідження полягає у визначенні впливу строків сівби та норм висіву на врожайність і показники якості зерна пшениці м'якої озимої в умовах кліматичних змін. Дослідження проведені впродовж 2022–2024 років в агрокліматичних умовах північного Степу України. Об'єкт дослідження – сорти пшениці м'якої озимої української селекції: Перепілка Одеська, Мудрість Одеська та Щедристь Одеська. Результати аналізу кліматичних умов виявили його неоднорідність, що суттєво впливало на процеси органогенезу пшениці озимої. Особливо критичним фактором виступав весняно-літній температурний градієнт 2024 року за недостатнього зволоження. За більш сприятливих погодних умов 2023 року врожайність зерна пшениці всіх дослідних сортів була вище за 2024 рік, а максимальний її рівень складав 9,85–9,92 т/га з сівбою 10 вересня та нормою висіву 3 млн/га. Ступінь кушення рослин у 2023 році була вищою у зв'язку з більш сприятливими умовами зволоження у весняний період, тоді як у 2024 році через високу середньомісячну температуру та низьку кількість опадів у квітні та травні відбулося зниження ступеня кушення на 0,1–0,4 одиниць порівняно з попереднім роком. Виявлено, що найбільш сприятливими строками сівби для отримання оптимального коефіцієнта кушення є 20 вересня (висів 4 млн шт./га) та 10 вересня (3 млн шт./га). Ступінь продуктивних стебел в обох роках залишався відносно стабільним, демонструючи значення у межах 8,0–8,8 млн/га при оптимальних строках сівби (10–20 вересня). Вологість зерна впродовж років дослідження знаходилась в межах норми (10,2–11,8 %), але зменшувалась від ранніх строків до більш пізніх за одночасного збільшення норми висіву. Натура зерна не зазнала критичних змін через погодні умови та знаходилась в межах 735–782 г/л, але на неї вплинули строки сівби та норми висіву. Найвищі значення натури спостерігались у варіанті з сівбою 15 серпня при нормі висіву 1 млн шт./га (від 775 г/л, 1 клас зерна) та 30 вересня з нормою висіву 5 млн шт./га (750–775 г/л, 2 клас). Маса 1000 зерен залишалась відносно стабільною, змінюючись у межах 33–42 г, та зменшувалась зі збільшенням норми висіву.

Ключові слова: гідротермічний показник, ступінь кушення, ступінь продуктивних стебел, вологість, маса 1000 зерен, натура зерна.

Бібліографічний опис для цитування: Бараболя О. В. Яновський Р. О. Вплив строків сівби та норм висіву на врожайність і показники якості зерна пшениці м'якої озимої за кліматичних змін в умовах Північного Степу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 6–13.

Вступ

Пшениця м'яка озима (*Triticum aestivum* L.) є однією з найважливіших продовольчих культур у світовому агропромисловому комплексі [1, 2]. Вона забезпечує значну частину валового виробництва зерна, має стабільний попит на внутрішньому та зовнішньому ринках і виступає основою для виготовлення хлібобулочних виробів, макаронної продукції й інших харчових продуктів. Її висока енергетична цінність і добрі хлібопекарські властивості роблять цю культуру незамінною в раціоні населення [3].

Вирощування пшениці м'якої озимої особливо актуальне для України, де сприятливі ґрунтово-кліматичні умови дають змогу отримувати високі врожаї за належного дотримання агротехнологій [4, 5]. Крім того, озима форма забезпечує кращу адаптацію до кліматичних викликів, зокрема до весняної посухи та нестабільних температур [6]. У зв'язку зі зміною клімату та зростанням ризиків для продовольчої безпеки, підвищення урожайності, якості зерна та стійкості сортів до хвороб і шкідників стає пріоритетним завданням сучасної аграрної науки й практики [7].

В умовах сучасних кліматичних змін, що характеризуються підвищенням температур та нерівномірністю опадів, агротехнічні заходи, такі як строки сівби та норми висіву, набувають особливої актуальності. Оптимізація цих параметрів дозволяє адаптувати технології вирощування до нових кліматичних умов, забезпечуючи стабільну врожайність та високу якість зерна [8–10].

У системі агротехнічних заходів, спрямованих на вирощування пшениці озимої, визначення оптимального строку сівби є одним з ключових елементів. Відповідний термін сівби забезпечує формування сприятливих умов для росту та розвитку рослин в осінній період. Вибір терміну сівби детермінується комплексом біологічних особливостей сорту, кліматичних та метеорологічних умов, запасів ґрунтової вологи та типом ґрунту [11].

Дослідження показують, що відхилення від оптимальних строків сівби може суттєво впливати на врожайність пшениці озимої. Зокрема, запізнення з сівбою в умовах Полісся на 10–30 днів призводить до зниження врожайності зерна на 8,4–28,7 % порівняно з сівбою 10 вересня [12]. За даними [13] зміщення строку сівби в умовах Центрального Лісостепу з 25 вересня до 15 жовтня призвело до зниження середньої врожайності культури. Крім того, строки сівби впливають на якісні показники зерна, такі як натура, вологість і маса 1000 зерен. Встановлено, що відхилення строків сівби від оптимальних, як у бік ранніх (5 вересня), так і пізніх (5 жовтня), призводить до зниження рівня врожайності зерна [14].

Норми висіву також відіграють важливу роль у формуванні врожайності й якості зерна [15]. Дослідження показали, що оптимізація норм висіву залежно від строків сівби та попередників може підвищити продуктивність пшениці озимої [16]. Результати досліджень [17], проведених в умовах Правобережного Лісостепу, показали, що оптимальна норма висіву 5 млн/га забезпечує найвищу

врожайність пшениці м'якої озимої (5,53 т/га). Відзначено, що збільшення норми висіву з 3 до 4–5 млн/га призводило до зростання натури зерна на 4–5 %. Проте, подальше збільшення норми висіву до 6–8 млн/га спричиняло зниження натури зерна на 2–5 % порівняно з оптимальною нормою 4–5 млн/га.

Варіативність строків сівби, обумовлена нормами висіву та річними кліматичними особливостями [18], призводить до того, що озимі культури входять у період зимового спокою на різних стадіях онтогенезу. Це, в свою чергу, зумовлює диференційований вплив біотичних й абіотичних факторів, що суттєво відображається на динаміці росту, розвитку та, як наслідок, продуктивності. Максимальна врожайність досягається при дотриманні оптимальних строків сівби, визначених з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, сортових характеристик, агротехнічних заходів і метеорологічних умов передпосівного періоду [12, 19]. Зважаючи на сортову специфіку біологічних особливостей, агротехнічні заходи повинні бути адаптовані до кожного сорту окремо [20].

Мета дослідження

Мета дослідження – визначення впливу строків сівби та норм висіву на врожайність та якісні показники зерна пшениці м'якої озимої в умовах кліматичних змін.

Завдання дослідження:

- проаналізувати кліматичні умови вирощування пшениці м'якої озимої дослідних сортів з використанням гідротермічного показника;
- дослідити вплив строків сівби та норм висіву за різних кліматичних умов років дослідження на ступінь кушення, ступінь продуктивних стебел і врожайність дослідних сортів пшениці озимої;
- проаналізувати показники якості зерна пшениці дослідних сортів за роки досліджень з урахуванням строків сівби, норм висіву та кліматичних умов;
- навести рекомендації щодо поліпшення агротехнологій і систем удобрення для забезпечення потенційної врожайності та якості зерна пшениці за несприятливих погодних умов.

Матеріали і методи

У 2022–2024 роках на дослідному полі СФГ «Любава» (Кіровоградська область, Олександрійський район, смт Петрове), що знаходиться в північному Степу України, було проведено польові дослідження. Ґрунти представлені середньогумусними чорноземами звичайними, які характеризуються високим вмістом азоту та дуже високими запасами фосфору і калію. Природна родючість ґрунту оцінюється в межах 80–87 балів.

У ході експерименту використовували методичні підходи дослідної справи, з урахуванням рекомендацій щодо вирощування пшениці озимої [21]. Для проведення дослідів застосовували традиційну агротехніку, що відповідає особливостям даної агрокліматичної зони. Посів виконували рядковим способом із міжряддями 15 см, висіваючи насіння в нормах

від 1,0 до 6,0 млн схожих насінин на гектар у такі строки: 15 і 30 серпня; 10, 20 і 30 вересня; 10 жовтня. Попередником для культури виступав озимий ріпак. Дослідні ділянки розподілялись за розмірами: посівна площа – 80 м², облікова – 50 м². Внесення добрив здійснювали за схемою N₁₂₃P₁₆K₁₆S₂₄.

Для захисту рослин застосовували комплексну систему обробки:

- восени: гербіциди Гроділ Максї (0,1 л/га) і Зенкор Ліквід (0,15 л/га);
- весняний період (двічі): Імпут Класїк (0,8 л/га) і Децис 100 (0,15 л/га), а також Деларо Форте (1,3 л/га) і Конект (0,5 л/га);
- влітку: фунгіцид Тїлмор (1,3 л/га) та інсектицид Конект (0,5 л/га).

Для дослідів обрали три сорти пшениці м'якої озимої української селекції: Перепїлка Одеська, Мудрість Одеська та Щедрість Одеська. Перед висівом насіння обробили протруйниками Барїтон Супер (1 л/т) у поєднанні з Гаучо Плюс (0,6 л/т) [6].

Розрахунок гідротермічного коефіцієнту виконано за формулою:

$$ГТК = \frac{P}{0,1 \times T},$$

де P – кількість опадів за місяць (мм); T – середньомісячна температура (°C).

Ступінь кушення, ступінь продуктивних стебел і врожайність визначено такими методами:

1. Ступінь кушення – шляхом підрахунку кількості стебел на одну рослину у фазі кушення з використанням

методу польового обліку рослин на облікових ділянках.

2. Ступінь продуктивних стебел розраховано за формулою:

$$ПС = \frac{КС \times ГР}{1000000},$$

де КС – кількість стебел на одну рослину; ГР – густота рослин на одиниці площі (м²).

3. Урожайність визначено під час безпосереднього збирання врожаю з облікових ділянок і перераховано на гектар із коригуванням на стандартну вологість (14 %) та засміченість.

Аналіз якісних характеристик зерна пшениці м'якої озимої здійснювався в лабораторних умовах згідно з вимогами ДСТУ 3768-2019 «Пшениця. Технічні умови» [22]. Обробка отриманих результатів здійснювалася за допомогою статистичних методів із використанням програмного забезпечення Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення

Результати сучасних досліджень демонструють, що температурний режим і розподіл опадів протягом вегетаційного періоду є ключовими кліматичними факторами, які визначають рівень врожайності й якісні характеристики зерна озимої пшениці [22, 23].

Характеристика кліматичних умов вирощування пшениці м'якої озимої в умовах Кіровоградської області впродовж 2022–2024 років демонструє складну динаміку впливу метеорологічних чинників на біологічні потреби культури (рис. 1).

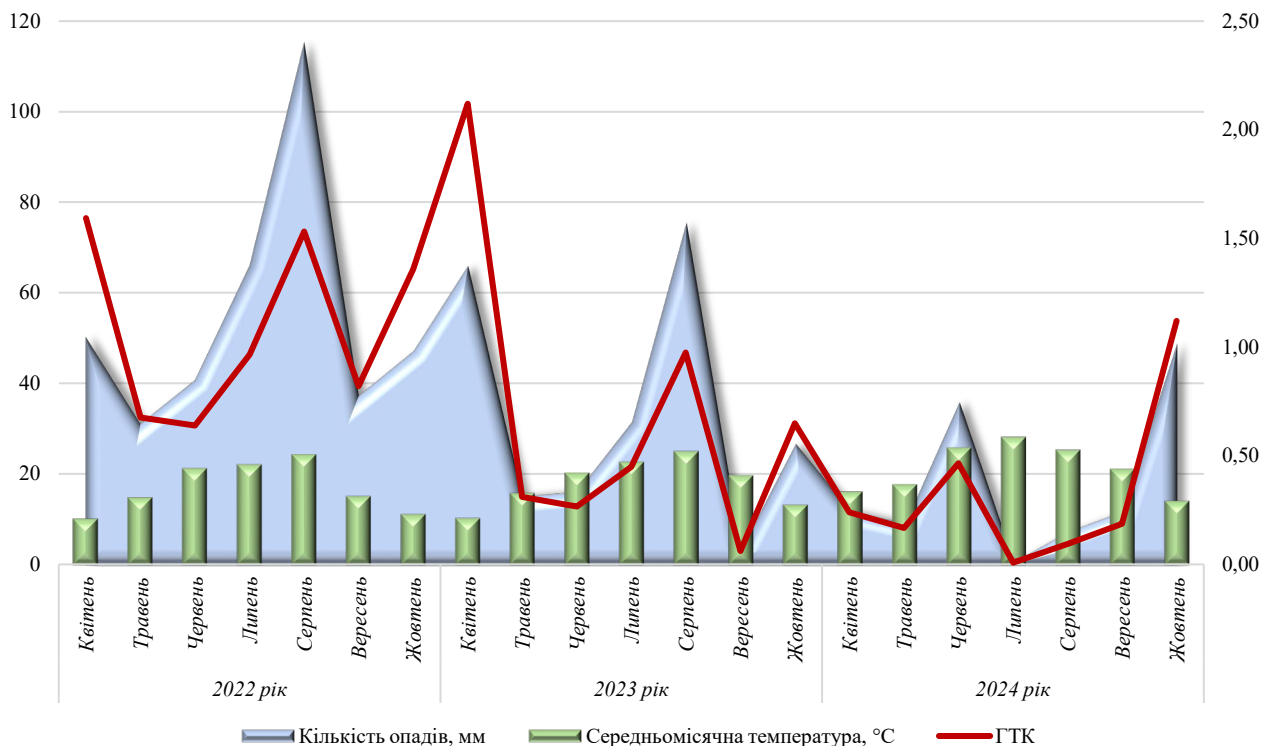


Рис. 1. Динаміка опадів, температури повітря та ГТК упродовж вегетаційного періоду пшениці озимої в умовах смт Петрове Кіровоградської області, 2022–2024 роки

Температурний режим упродовж дослідного періоду характеризується всією неоднорідністю, що суттєво впливало на процеси органогенезу пшениці озимої. Зимовий період мав значне коливання від помірно прохолодних ($-2,3^{\circ}\text{C}$ у січні 2022 року) до м'яких температур ($0,1^{\circ}\text{C}$ у січні 2023 року), що іноді позначалося на перезимівлі культури.

Особливо критичним фактором виступав весняно-літній температурний градієнт. У 2024 році зафіксовано максимальні показники температури повітря ($25,8\text{--}28,1^{\circ}\text{C}$), що створило підвищене навантаження на фізіологічні механізми адаптації рослин, особливо в критичних фазах колосіння та наливу зерна.

Водозабезпеченість посівів, яка характеризується гідротермічним коефіцієнтом (ГТК), демонструє чітку тенденцію до аридизації агроландшафту. Якщо у 2022 році показники ГТК у критичних місяцях вегетації перебували в межах $1,36\text{--}1,59$ (що відповідає нормі зволоження), то в 2023–2024 роках спостерігається критичне зниження до $0,06\text{--}0,24$.

Найбільш вразливими періодами для пшениці озимої виступають фази кушіння, виходу в трубку та наливу зерна. Таким чином, у 2024 році зафіксовано екстремально низький показник ГТК у ліпні – $0,01$, що практично унеможливило нормальний процес формування врожаю.

Таблиця 1

Вплив строків та норм висіву на формування продуктивного стеблостою та врожайність пшениці м'якої озимої дослідних сортів, 2023–2024 роки

Сорт	Строк сівби	Норма висіву, млн/га	Ступінь кушіння		Ступінь продуктивних стебел, млн/га		Урожайність, т/га	
			2023 р.	2024 р.	2023 р.	2024 р.	2023 р.	2024 р.
Перепілка Одеська	15 серпня	1	7,2	6,8	6,6	6,2	6,51	6,14
	30 серпня	2	4,3	3,9	8,3	7,9	9,12	8,64
	10 вересня	3	3,0	2,8	8,8	8,4	9,88	9,39
	20 вересня	4	2,3	2,0	8,4	8,0	9,44	8,95
	30 вересня	5	1,8	1,5	7,9	7,5	8,93	8,48
	10 жовтня	6	1,3	1,1	7,0	6,6	8,44	8,00
Мудрість Одеська	15 серпня	1	7,1	6,8	6,5	6,2	6,52	6,13
	30 серпня	2	4,2	3,9	8,2	7,9	9,14	8,65
	10 вересня	3	3,0	2,8	8,7	8,4	9,85	9,38
	20 вересня	4	2,3	2,0	8,3	8,0	9,45	9,00
	30 вересня	5	1,7	1,5	7,8	7,5	8,94	8,42
	10 жовтня	6	1,2	1,1	6,9	6,6	8,46	7,89
Щедрість Одеська	15 серпня	1	7,2	6,8	6,6	6,2	6,55	6,16
	30 серпня	2	4,3	3,9	8,3	7,9	9,18	8,69
	10 вересня	3	3,0	2,8	8,8	8,4	9,92	9,41
	20 вересня	4	2,4	2,0	8,4	8,0	9,48	8,99
	30 вересня	5	1,8	1,5	7,9	7,5	8,97	8,48
	10 жовтня	6	1,3	1,1	7,0	6,6	8,49	8,00
Середнє	15 серпня	1	7,2	6,8	6,6	6,2	6,53	6,14
	30 серпня	2	4,3	3,9	8,3	7,9	9,15	8,66
	10 вересня	3	3,0	2,8	8,8	8,4	9,88	9,39
	20 вересня	4	2,3	2,0	8,4	8,0	9,46	8,98
	30 вересня	5	1,8	1,5	7,9	7,5	8,95	8,46
	10 жовтня	6	1,3	1,1	7,0	6,6	8,46	7,96

Ступінь кушіння є одним із визначальних факторів формування продуктивності посівів. У 2023 році цей показник коливався в межах $1,2\text{--}7,2$ залежно від строків сівби та сорту пшениці, тоді як у 2024 році він дещо знизився ($1,1\text{--}6,8$). Найбільше зменшення спостерігалось за пізніх строків сівби (жовтень), що пояснюється впливом високих температур у вересні

Кількісні параметри атмосферних опадів підтверджують тренд посилення посушливості. Річна сума опадів зменшилася з $485,2\text{ мм}$ у 2022 році до $303,9\text{ мм}$ у 2024 році, що на 41% менше від середньої багаторічної норми для регіону.

Біологічні особливості сортів Перепілка Одеська, Мудрість Одеська та Щедрість Одеська набувають критичного значення в умовах наросту дефіциту вологи. Їхня адаптивність одночасно залежить від генетичного потенціалу посухостійкості та здатності підтримувати метаболічні процеси в умовах водного стресу.

Протягом вегетаційного періоду проводили спостереження за формуванням ступеня кушіння та кількістю продуктивних стебел, що дало змогу оцінити вплив строку сівби та густоти посіву на врожайність за різних кліматичних умов (*табл. 1*). Встановлено, що важливим фактором забезпечення оптимальної густоти продуктивних стебел є здатність пшениці озимої до кушіння. При цьому кількість стебел на одну рослину може значно варіюватися. За загальноприйнятими агротехнічними підходами, продуктивне кушіння у сучасних сортів пшениці зазвичай становить $1,5$ колоса на рослину, а оптимальний коефіцієнт продуктивного кушіння – у межах $2\text{--}3$ [24].

та нестачею вологи в ґрунті, що гальмувало утворення бічних пагонів.

Аналіз даних *таблиці 1* показав, що найбільш сприятливими строками сівби для отримання оптимального коефіцієнта кушіння (в межах $2\text{--}3$) є 20 вересня (за норми висіву $4,0$ млн шт./га) та 10 вересня (за норми $3,0$ млн шт./га).

Щільність посіву суттєво впливає на формування продуктивного стеблостою. За висіву 3,0–4,0 млн шт./га відзначався значно вищий відсоток продуктивних стебел порівняно з надто загущеними посівами. Найкраща польова схожість насіння спостерігалася за норм висіву 3–5 млн шт./га. При збільшенні висіву до 7 млн шт./га простежувалася закономірна тенденція до зниження польової схожості та загальної виживаності рослин незалежно від погодних умов року. Виходячи з цього, як надмірне загущення, так і надмірне зрідження посівів негативно позначалися на продуктивності.

Ступінь продуктивних стебел в обох роках залишався відносно стабільним, демонструючи значення у межах 8,0–8,8 млн/га при оптимальних строках сівби (10–20 вересня). Однак у 2024 році внаслідок меншої кількості опадів у період весняного відростання (березень–квітень) відмічалось деяке зменшення продуктивних стебел. Особливо це стосувалося пізніх строків сівби, де показник знизився до 6,6 млн/га.

Найвищий рівень зернової продуктивності був зафіксований при нормі висіву 4 млн схожих насінин/га [25]. В нашому випадку максимальна кількість продуктивних стебел спостерігалася при сівбі 10 вересня (норма висіву 3,0 млн шт./га): для сорту Перепілка Одеська – 9,39–9,88 т/га; для сорту Мудрість Одеська – 9,38–9,85 т/га;

для сорту Щедрість Одеська – 9,41–9,92 т/га. Найменші показники продуктивності (в середньому 6,14–6,53 т/га) отримано при сівбі 15 серпня за норми 1,0 млн шт./га, що вказує на надмірне зрідження посівів. Водночас, висів 5,0–6,0 млн шт./га призводив до надмірного загущення посівів (6,6–7,9 млн стебел/га), що знижувало продуктивну куцистість (1,0–1,8).

Аналіз показників врожайності дозволив зробити висновок, що сівба за нормою 3,0 млн насінин/га сприяла збереженню та навіть збільшенню врожайності. У середньому прибавка врожаю за такого висіву становила 0,73 т/га у порівнянні з нормою 2,0 млн шт./га. Подальше збільшення густоти посівів спричиняло поступове зниження врожайності у всіх досліджуваних сортів.

Найвищий рівень врожайності продемонстрував у 2023 році сорт Щедрість Одеська (9,92 т/га), дещо нижчі результати показали Перепілка Одеська (9,88 т/га) та Мудрість Одеська (9,85 т/га). У 2024 році через значне підвищення середньорічної температури, зокрема в критичні періоди розвитку пшениці озимої, врожайність зменшилась на 4,8–5,1 %.

Одержане зерно дослідних сортів пшениці м'якої озимої було проаналізовано за такими показниками, як вологість, маса 1000 зерен і натура (*табл. 2*).

Таблиця 2

Вплив строків та норм висіву на якісні показники зерна пшениці озимої дослідних сортів, 2023–2024 роки

Сорт	Строк сівби	Норма висіву, млн/га	Вологість, %		Маса 1000 зерен, г		Натура, г/л	
			2023 р.	2024 р.	2023 р.	2024 р.	2023 р.	2024 р.
Перепілка Одеська	15 серпня	1	11,8	11,6	42	41	782	780
	30 серпня	2	11,6	11,5	39	37	745	740
	10 вересня	3	11,4	11,3	37	35	740	735
	20 вересня	4	11,1	11,0	36	36	738	735
	30 вересня	5	10,8	10,7	35	34	752	750
	10 жовтня	6	10,3	10,2	34	33	742	740
Мудрість Одеська	15 серпня	1	11,8	11,6	41	40	782	780
	30 серпня	2	11,6	11,5	38	37	745	740
	10 вересня	3	11,4	11,3	36	35	740	735
	20 вересня	4	11,1	11,0	36	36	738	735
	30 вересня	5	10,8	10,7	35	34	752	750
	10 жовтня	6	10,3	10,2	33	32	742	740
Щедрість Одеська	15 серпня	1	11,8	11,6	42	41	782	780
	30 серпня	2	11,6	11,5	39	37	745	740
	10 вересня	3	11,4	11,3	37	35	740	735
	20 вересня	4	11,1	11,0	36	36	738	735
	30 вересня	5	10,8	10,7	35	34	752	750
	10 жовтня	6	10,3	10,2	34	33	742	740
Середнє	15 серпня	1	11,8	11,6	41,7	40,7	782	780
	30 серпня	2	11,6	11,5	38,7	37,0	745	740
	10 вересня	3	11,4	11,3	36,7	35,0	740	735
	20 вересня	4	11,1	11,0	36,0	36,0	738	735
	30 вересня	5	10,8	10,7	35,0	34,0	752	750
	10 жовтня	6	10,3	10,2	33,7	32,7	742	740

Згідно з вимогами ДСТУ 3768:2019 [22], допустимий вміст води в зерні не повинен перевищувати 14 % для всіх класів пшениці. Отримані результати показали, що рівень вологості дослідного зерна знаходиться в межах 10,2–11,8 %, що відповідає нормативним вимогам. Зниження цього показника при вищій нормі висіву пояснюється підвищеною потребою рослин у воді на всіх етапах їхнього росту та розвитку. Вологість зерна у 2024 році була в

середньому на 0,1–0,2 % нижчою, ніж у 2023 році, що зумовлено більш сухими умовами під час збирання врожаю (див. *рис. 1*). У 2023 році цей показник коливався в межах 10,3–11,8 %, а у 2024 році знизився до 10,2–11,6 %, що свідчить про швидше дозрівання зерна та меншу вологість у період жнив.

Вибір оптимального строку сівби має ґрунтуватися на аналізі погодних і кліматичних умов, що забезпечить формування життєздатних рослин,

здатних успішно перезимувати. Наприклад, у 2024 році за сівби 15 та 30 серпня насіння не отримало необхідної кількості вологи, оскільки основні опади припали на першу декаду серпня (до 15 мм). У вересні істотні дощі випали лише 15-го числа (7 мм), а в жовтні – 16-го (17 мм) і 25-го (9 мм), що сприяло кращому розвитку посівів, здійснених 10 і 20 вересня.

Показник маси 1000 зерен є одним із головних критеріїв господарської цінності пшениці, оскільки характеризує розмір і виповненість зерна. У якісного зерна пшениці озимої цей показник зазвичай знаходиться в межах 35–45 г [26].

Найбільша маса 1000 зерен у нашому дослідженні була зафіксована при сівбі 15 серпня та нормі висіву 1,0 млн шт./га для сортів Перепілка Одеська та Щедристь Одеська – 41–42 г, тоді як у сорту Мудристь Одеська за тих самих умов цей показник був на 2,4 % нижчим (40–41 г). Зі збільшенням норми висіву спостерігалось поступове зменшення маси 1000 зерен (*табл. 2*). Так, при нормі висіву 3,0 млн шт./га цей показник становив в середньому 35,0–36,7 г, що трохи менше, ніж при висіві 4,0 млн шт./га, що пояснюється вищою продуктивністю стеблостою (8,4–8,8 та 8,0–8,4 млн шт./га відповідно у 2023–2024 роках, *табл. 2*). Найменша маса 1000 зерен була зафіксована у варіанті з нормою висіву 6,0 млн шт./га – в середньому 32,7–33,7 г, що на 19,5 % менше, ніж при висіві 1,0 млн шт./га, та на 5,7 % менше порівняно з нормою 3,0 млн шт./га.

Одним із найважливіших показників якості зерна є натура, яка відображає його виповненість і вміст поживних речовин, включаючи крохмаль, білки та цукри [27]. Визначення натури здійснюється шляхом встановлення маси певного об'єму зерна (насипної щільності), що також використовується для оцінки його борошномельних властивостей [28].

Дослідні сорти пшениці відносяться до групи м'яких сортів і за показниками натури відповідають таким класам згідно з ДСТУ 3768:2019 [22]:

- 1 клас (натура понад 775 г/л) – у варіанті з сівбою 15 серпня при нормі висіву 1,0 млн шт./га;
- 2 клас (750–775 г/л) – у варіанті сівби 30 вересня з нормою висіву 5,0 млн шт./га;
- 3 клас (730–750 г/л) – у варіантах сівби 30 серпня, 10 і 20 вересня, 10 жовтня при нормах висіву 2,0, 3,0, 4,0 та 6,0 млн шт./га відповідно.

Отже, найвищі значення натури зерна спостерігалися за кращого забезпечення вологою у ранні фази розвитку. Пізні строки сівби мали дещо знижену натуру зерна через скорочений період наливу.

Таким чином, кліматичні зміни, екстремальні погодні явища та впровадження нових сортів змінюють оптимальні терміни сівби пшениці озимої, зміщуючи їх у бік більш пізніх строків. Аналіз результатів показав, що в умовах Кіровоградської області найбільш доцільною є сівба 10 вересня з нормою висіву 3,0 млн шт./га, що забезпечує середню врожайність 9,39–9,88 т/га пшениці 3 класу. Для отримання зерна 2 класу пшеницю м'яку озиму можна висівати 30 вересня за норми 5,0 млн шт./га, що забезпечить середню врожайність 8,46–8,95 т/га.

Враховуючи проведений аналіз і вихідні дані дослідів, для підвищення ефективності системи удобрення та захисту, поліпшення якості зерна пшениці та забезпечення потенційної врожайності, мінімізуючи вплив несприятливих погодних умов, доцільно:

1. Оптимізувати азотне живлення:

- високий рівень азоту в ґрунті дозволяє зменшити весняне підживлення, зосередившись на диференційованому внесенні відповідно до фаз розвитку;

- розподілити внесення азотних добрив на кілька етапів: 30–40 % перед сівбою, 40–50 % у фазу кущення і 10–20 % у фазу виходу в трубку;

- використовувати азотні добрива з інгібіторами нітрифікації для уповільнення втрат азоту.

2. Використовувати мікроелементи та стимуляцію росту [29]:

- включити до системи удобрення бор, цинк і марганець, оскільки вони сприяють стійкості до посухи та підвищують продуктивність;

- використати амінокислотні біостимулятори перед виходом у трубку для зниження стресу від високих температур.

3. Адаптувати захист до погодних умов:

- посушливі умови потребують підвищеної уваги до захисту від шкідників (особливо трипсів і клопів) через їх активізацію в спекотні періоди [30];

- можливе коригування фунгіцидного захисту: заміна фунгіциду Тілмор на препарат із системною дією при підвищеній вологості або додавання антистресових препаратів.

4. Забезпечити раціональне збереження вологи [31, 32]:

- мінімізувати механічні обробки ґрунту для зменшення втрат вологи;

- використовувати мульчування стернею попередника для збереження вологи в шарі ґрунту.

Отже, адаптація агротехнічних заходів до змінних кліматичних умов дозволить забезпечити стабільне виробництво високоякісного зерна, що є запорукою продовольчої безпеки й економічного розвитку.

Висновки

За результатами проведених досліджень доцільно відзначити, що строки сівби та норми висіву пшениці м'якої озимої суттєво впливають на врожайність та якість зерна і значною мірою залежать від кліматичних факторів.

Встановлено, що погодні умови 2024 року характеризувалися значним підвищенням середньорічної температури, особливо в критичні періоди розвитку пшениці озимої, та дефіцитом атмосферних опадів. Це спричинило передчасне дозрівання рослин і зниження максимальної врожайності на 4,8–5,1 % порівняно з 2023 роком. Встановлено, що строки сівби мають вирішальне значення для формування врожаю. Максимальні показники врожайності (9,85–9,92 т/га) для всіх дослідних сортів зафіксовані у 2023 році з сівбою 10 вересня та нормою висіву 3 млн/га. Проаналізовані показники якості також

свідчать про вплив строків сівби, норми висіву та погодних умов на вологість зерна, масу 1000 зерен і натуру. Для отримання зерна 2 класу пшеницю м'яку озиму можна висівати 30 вересня за норми 5 млн шт./га, що забезпечує середню врожайність 8,46–8,95 т/га. Для максимізації врожайності до середнього рівня в 9,39–9,88 т/га доцільною є сівба 10 вересня з нормою висіву 3 млн шт./га.

Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення впливу хелатних добрив для різних строків і норм удобрення на врожайність та якісні показники пшениці м'якої озимої в умовах підвищених температур та недостатнього зволоження.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Ray, D. K., Mueller, N. D., West, P. C., & Foley, J. A. (2013). Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE*, 8, e66428. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066428>
2. Tschamtké, T., Clough, Y., Wanger, T. C., Jackson, L., Motzke, I., Perfecto, I., Vandermeer, J., & Whitbread, A. (2012). Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation*, 151 (1), 53–59. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.01.068>
3. Barabolia, O. V., Tatarko, Y. V., & Antonovskiy, O. V. (2020). The influence of variety features of winter wheat grain on the quality of bakery properties. *Scientific Progress & Innovations*, 4, 21–27. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.02>
4. Barabolia, O. V., & Yanovskiy, R. O. (2023). Narodnohospodarske znachennia pshenytsi ozymoi v sohodenni. *Urozhainist ta yakist produktii roslinnytstva za suchasnykh tekhnolohii vyroshchuvannia, prysviachena 90-richchiu z dnia narodzhennia profesora H. P. Zhemely : Mizhnarodna naukovo-praktychna internet-konferentsiia*. Poltava : PDAU [in Ukrainian]
5. Gawęda, D., & Haliniarz, M. (2021). Grain yield and quality of winter wheat depending on previous crop and tillage system. *Agriculture*, 11 (2), 133. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020133>
6. Barabolia, O. V., & Yanovskiy, R. O. (2023). Yield capacity of modern soft winter wheat varieties in the conditions of Kirovohrad region. *Agrarian Innovations*, 21, 12–21. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.2>
7. Solodushko, M. M. (2014). Urozhainist ta adaptivnyi potentsial suchasnykh sortiv pshenytsi miakoi ozymoi v umovakh Pivnichnoho Stepu. *Sortovyvchennia ta Okhorona Prav na Sorty Roslyn*, 24, 61–66. [in Ukrainian]
8. Panchenko, I. A. (2001). Vzaïmozv'язok fizychnykh i biokhimichnykh pokaznykiv yakosti zerna pshenytsi. *Selektsiia i Nasinnytstvo*, 2, 15–19. [in Ukrainian]
9. Krivenko, A. I., Pochkolina, S. V., & Bezede, N. G. (2019). Productivity and quality of grain of promising varieties of winter wheat at different sowing periods in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 107, 78–85. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.10>
10. Tkachuk, V., Storozhuk, V., & Tymoshchuk, T. (2017). Weeding and winter wheat agrophytocenosis productivity depending on sowing time and seeding rate. *Scientific Horizons*, 20 (1), 69–79.
11. Morhun, V. V., Havryliuk, M. M., Shvartau, V. V., & Kononov, D. V. (Eds.). (2013). *Metodychni rekomendatsii po tekhnolohii vyrobnnytstva sertyfikovanoho nasinnia pshenytsi ozymoi*. Kyiv [in Ukrainian]
12. Tkachuk, V., & Tymoshchuk, T. (2020). Influence of terms of sowing on the productivity of winter wheat. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 98 (3), 38–44. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-05>
13. Zaima, O. A., Derhachov, O. L., Siroshtan, A. A., Pravdziva, I. V., & Khomenko, T. M. (2024). Yield and quality of winter wheat grain under different cultivation technologies. *Plant Varieties Studying and Protection*, 20 (1), 51–57. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.1.2024.300136>
14. Usova, N. M. (2016). Vplyv strokiv sivyba na urozhainist ta yakist zerna pshenytsi ozymoi v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 11, 58–62. [in Ukrainian]
15. Nikolic, O., Zivanovic, T., Jelic, M., & Djalovic, I. (2012). Interrelationships between grain nitrogen content and other indicators of nitrogen accumulation and utilization efficiency in wheat plants. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72, 111–116.
16. Babiker, W. A., Abdelmula, A. A., Eldessougi, H. I., & Gasim, S. E. (2017). The effect of location, sowing date and genotype on seed quality traits in bread wheat (*Triticum aestivum*). *Asian Journal of Plant Science and Research*, 7 (3), 24–28.
17. Kolibabchuk, T., Kuzmenko, O., Zarva, O., & Lubich, V. (2022). Yield and quality of soft winter wheat depending on the sowing rates. *Agrobiologija*, 1 (171), 168–178. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2022-171-1-168-178>
18. Havryliuk, M. M., & Kalenych, P. Ye. (2017). Response of new varieties of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) to the impact of environmental factors under the conditions of the Southern Forest-Steppe zone of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 13 (2), 111–118. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.13.2.2017.105388>
19. Krivenko, A. I., Pochkolina, S. V., & Bezede, N. G. (2019). Productivity and quality of grain of promising varieties of winter wheat at different sowing periods in the conditions of the southern steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 107, 78–85. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.10>
20. Nasrallah, A., Belhouchette, H., Baghdadi, N., Mhawej, M., Darwish, T., Darwish, S., & Faour, G. (2020). Performance of wheat-based cropping systems and economic risk of low relative productivity assessment in a sub-dry Mediterranean environment. *European Journal of Agronomy*, 113, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.125968>
21. Mishchenko, Yu. H., Prasol, V. I., Davydenko, H. A., Masyk, I. M., Ermantraut, E. R., & Hudz, V. P. (2024). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii: navchalnyi posibnyk*. Sumy: SNAU [in Ukrainian].
22. DSTU 3768:2019. *Pshenytsia. Tekhnichni umovy. Chynnyi vid 2019-06-10*. (2019). Retrieved from: https://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82765 [in Ukrainian]
23. Piryh, A. V., Yurchenko, T. V., Hudzenko, V. M., Demydov, O. A., Kovalyshyna, H. M., Humeniuk, O. V., & Kyrylenko, V. V. (2021). Features of modern winter wheat varieties in terms of winter hardiness components under conditions of Ukrainian Forest-Steppe. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12 (1), 153–159. <https://doi.org/10.15421/022123>
24. Prysiazhniuk, L., Khomenko, T., Liashenko, S., & Melnyk, S. (2022). The growing factors impact the productivity of new soft winter wheat varieties. *Plant Varieties Studying and Protection*, 18 (4), 273–282. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273989>
25. Lykhochvor, V. V. (2016). Osnovni skladovi uspihnoho vrozhaiu ozymoi pshenytsi. *Ahronom*. Retrieved from: <https://www.agronom.com.ua/optymizatsiya-parametriv-struktury-vrozhayu-ozymoyi-pshenytsi/> [in Ukrainian]
26. Shcherbakov, V. Ya., Domaratskyi, Ye. O., Kozlova, O. P., & Dobrovolskyi, A. V. (2022). Formuvannia optymalnoho steblostoiu ozymoi pshenytsi v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Ahronom*. Retrieved from: <https://www.agronom.com.ua/formuvannia-optymalnogo-steblostoyu-ozymoyi-pshenytsi-v-umovah-pivdennoho-stepu-ukrayiny/> [in Ukrainian]
27. Vyznachennia masy 1000 nasynyn. (2023). *Growex*. Retrieved from: <https://growex.ua/blog/vyznachennya-masi-1000-nasyny> [in Ukrainian]
28. Chaika, T. O., & Polezhak, Ye. Yu. (2024). The formation of main indicators of spring durum wheat grain quality in Poltava region. *Taurian Scientific Herald*, 2 (139), 156–163. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.2.19>
29. Chernov, O. D., & Pedorenko, O. O. (2021). Yakist zerna pshenytsi ozymoi zalezha vid azotnykh pidzhyvlen pislia soi. *Zbirnyk naukovykh prats AOΓOΣ*, 2, 40–42. <https://doi.org/10.36074/logos-19.03.2021.v2.10> [in Ukrainian]

30. Korotkova, I. V., & Chaika, T. O. (2022). Rol huminovykh preparativ ta yikh sumishei z mineralnymi dobryvamy v tekhnolohiiakh vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi. In T. O. Chaika (Red.) *Ekolohoorientovani pidkhody vidnovlennia tekhnohenno zabrudnennykh terytorii i stvorennia stal'nykh ekosystem: kolektyvna monohrafiia*. (s. 279–322). Poltava: Astraia [in Ukrainian]
31. 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. *Scientific Progress & Innovations*, 2, 135–141. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.16>
32. Chaika, T. O., & Lotysh, I. I. (2020). Zberezhennia rodiuchosti gruntiv za suchasnykh system zemlerobstva. *Orhanichne vyrobnytstvo i prodovolcha bezpeka: VIII Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia*. Zhytomyr: ZhNAEU [in Ukrainian]

ORCID

O. Barabolia  <https://orcid.org/0000-0002-5563-8445>
R. Yanovskyi  <https://orcid.org/0009-0006-9216-1611>



© 2025 by the author(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.