

## The impact of sowing time on vegetative characteristics of winter wheat in Poltava region

O. Kobylinska✉

### Article info

Correspondence Author

O. Kobylinska

E-mail:

[fanny1111@ukr.net](mailto:fanny1111@ukr.net)

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

**Citation:** Kobylinska, O. (2023). The impact of sowing time on vegetative characteristics of winter wheat in Poltava region. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 10–14. doi: 10.31210/spi2023.26.02.02

The research was conducted concerning the study of the manifestation level of soft winter wheat vegetative plant part depending on sowing time in Poltava region. The investigation was conducted during 2019–2020 in laboratory and field conditions of the Training and Production Center of Selection and Seed Growing of Field Crops at Poltava State Agrarian University (Poltava district). 75 samples of varieties and selection lines of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) bred in Poltava State Agrarian University and other selection establishments were taken as material for the research. Soft winter wheat samples were studied according to the following vegetative characteristics: plant height; straw thickness of the second internode; the amount of internodes; the length of the upper and lower internodes; ear length; plant and stem weight. Conducting general characteristics of the properties as to forming the signs of vegetative organs and their variability, it is necessary to note that, of course, they change under the influence of stressful climatic conditions. Moreover, some characteristics preserve definite conformities to natural laws that can be used in the modern technology of the selection process in order to raise plant yield capacity under climate change. It has been proven that different sowing time had inconsiderable effect on the formation of the following characteristics: straw thickness of the second internode, the amount of internodes, ear length, and stem weight. So, they are genetically determined and under late sowing time have reserves for the search and selection of genotypes by more straw thickness of the second internode, larger ear length, the optimal number of internodes, and stem weight. It has also been determined that at late sowing time the length of the upper and lower internodes inconsiderably decrease their level of formation, and plant weight, on the contrary, increases it. The obtained information is important in the selection process of soft winter wheat, as well as in studying the parent material and planning hybridizations.

**Keywords:** plant height, straw thickness, the amount of internodes, the length of internodes, ear length, plant weight, stem weight.

## Вплив строків сівби на вегетативні ознаки пшениці озимої в умовах Полтавської області

O. M. Кобилинська

Полтавський державний аграрний університет,  
м. Полтава,  
Україна

Проведено дослідження щодо вивчення рівня прояву ознак вегетативної частини рослин пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби в умовах Полтавської області. Дослідження здійснювалося протягом 2019–2020 років у лабораторних і польових умовах Навчально-виробничого центру селекції та насінництва польових культур Полтавського державного аграрного університету (Полтавський район). Матеріалом дослідження обрано 75 зразків сортів та селекційних ліній пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) озимої селекції ПДАУ й інших селекційних установ. Зразки пшениці м'якої озимої досліджувалися за такими вегетативними ознаками: висота рослин; товщина соломини другого міжвузля; кількість міжвузлів; довжина верхнього та нижнього міжвузлів; довжина колоса; маса рослини і стебла. Виконуючи загальну характеристику властивостей щодо формування ознак вегетативних органів і їх мінливість, необхідно зауважити, що вони, звісно, під впливом стресових кліматичних умов змінюються. При цьому, деякі ознаки зберігають певні закономірності, що можуть бути використані в сучасній технології селекційного процесу задля підвищення врожайності рослин в умовах зміни клімату. Доведено, що відмінні строки сівби мали незначний вплив на формування таких ознак: товщину соломини другого міжвузля, кількість міжвузлів, довжину колоса, масу стебла. Отже, вони є генетично детермінованими та за пізнього строку сівби мають резерви з пошуку і добору генотипів за товщею соломини другого міжвузля, більшою довжиною колоса, оптимальною кількістю міжвузлів і масою стебла. Також визначено, що довжина верхнього та нижнього міжвузля за пізнього строку сівби незначно зменшують свій рівень формування, а маса рослини, навпаки, – збільшує. Отримана інформація є важливою в селекційному процесі пшениці м'якої озимої, вивченні вихідного матеріалу та плануванні схрещувань.

**Ключові слова:** висота рослин, товщина соломини, кількість міжвузлів, довжина міжвузлів, довжина колоса, маса рослини, маса стебла.

**Бібліографічний опис для цитування:** Кобилинська О. М. Вплив строків сівби на вегетативні ознаки пшениці озимої в умовах Полтавської області. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 10–14.

## Вступ

Пшениця (*Triticum aestivum* L.), включаючи її озиму форму, є найважливішою культурою в світі поряд з рисом (*Oryza sativa* L.), кукурудзою (*Zea mays* L.) і соєю (*Glycine max* (L.) Merr.) [1, 2]. Зерно пшениці призначене для споживання людиною (забезпечує близько 20 % потреб людини в калоріях) та на корм тваринам [3]. Після переробки його використовують для виробництва борошна, круп, макаронних і хлібобулочних виробів або як добавку до інших харчових продуктів і кормів для тварин [4–6].

В той же час, глобальні зміни клімату призводять до зростання інтенсивності та частоти екстремальних погодних явищ, таких як високо- та низько-температурні стреси, підвищеної хмарності та злив, посух і повеней [7–9], мають значний вплив на агро-екологічне середовище, а також на ріст, розвиток і врожайність культур [10, 11]. Пшениця чутлива до зміни клімату, оскільки світло та температура є основними факторами навколишнього середовища, що впливають на процес розвитку культури [12]. Численні дослідження показали, що зміна клімату має загальний негативний вплив на врожайність пшениці озимої [13–16], оскільки змінено процес розвитку, виробничий потенціал та використання кліматичних ресурсів цією культурою [17–19].

У сільськогосподарській практиці термін сівби та норма висіву є двома важливими факторами, що впливають на структуру посівів і формування врожайності пшениці озимої. Оптимальний термін сівби дозволяє повністю використати теплові ресурси перед зимою, виростити міцну розсаду та покращити якість рослин, а також урожайність зерна пшениці [20]. Рання сівба в оптимальні строки є одним із найважливіших традиційних заходів для підвищення врожайності зерна пшениці озимої, в результаті якого відбувається швидке зростання рослин завдяки достатньому споживанню ґрунтових вод перед зимою. Тоді як за пізнього терміну сівби для підтримки та збільшення фотосинтетичного потенціалу рослинам пшениці потрібне додаткове зволоження [21].

У дослідженнях [22–25] також доведено, що оптимальний строк сівби дає найвищий урожай пшениці озимої. На основі експерименту на невеликій ділянці зниження врожайності зерна через двотижневу затримку посіву становить 15 %, тоді як затримка посіву на чотири тижні призводить до зниження врожайності приблизно на 30 % [26].

Oleksiak T. [27] підтвердив, що затримка посіву є важливим фактором ризику, який може знизити врожайність і який більш-менш суттєво може залежати від погодних умов та рівня технології вирощування протягом вегетаційного періоду. Рання та своєчасна сівба – важливий елемент агротехніки, що підвищує ймовірність отримання більшого врожаю [28]. Вищі врожаї після раннього посіву також були отримані в експериментах, проведених Muhammad Tahir et al. [29].

На дати сівби в різних регіонах впливають різні умови росту, такі як максимальна та мінімальна

температура, денне сонячне випромінювання, кількість опадів, період росту та генетичний потенціал пшениці. Пшениця озима потребує температури та світла для оптимального росту [30]. Фенологія пшениці, як правило, розглядається як зміна, що відбулася від появи сходів до зрілості, і вплив дат сівби та сортів, таким чином, тривалість і стадії фенологічних ознак є значущими показниками потенційної врожайності культури [31, 32].

## Мета дослідження

Мета дослідження полягає у вивченні рівня прояву ознак вегетативної частини рослин пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби в умовах Полтавської області.

*Завдання дослідження:* здійснити оцінку кліматичних умов за допомогою гідротермічного коефіцієнта зволоження за роки досліджень; проаналізувати ознаки вегетативних частин дослідних сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за строками сівби; зробити висновки щодо мінливості проаналізованих вегетативних ознак в залежності від строку сівби.

## Матеріали і методи

Дослідження проводилися впродовж 2019–2021 років на території НВЦ селекції та насінництва польових культур ПДАУ, дослідні поля якого розташовані у селі Бречківка Полтавського району. Господарство розміщено на території східно-степової зони Полтавської області, що включена до Південно-східної частини Сумсько-Миргородського агро-ґрунтового району лівобережної Лісостепової ґрунтово-кліматичної зони України. За рельєфом місцевість відноситься до рівнинно ґрунтового плато з балками. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем опідзолений на карбонатному лесі. Орний шар ґрунту характеризується: рН – 5,7–6,8; гумус – 3,07–3,23 %; рухомий фосфор – 7–10 мг, калій – 12–18 мг на 100 г ґрунту.

Матеріалом дослідження обрано 75 зразків сортів та селекційних ліній пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) озимої селекції ПДАУ й інших селекційних установ. Закладка дослідів, оцінка й аналіз отриманих результатів проведено відповідно до методики Державного сортовипробування сільськогосподарських культур [33] і «Методики польового дослідів» [34]. Посів культури проводився касетною сівалкою на ділянках площею 1,6 м<sup>2</sup> рядковим способом з шириною міжрядь 42 см у такі строки: 1 вересня (ранній), 15 вересня (оптимальний), 1 жовтня (пізній). Сорт-стандарт висівали через 15 номерів. Для проведення структурного аналізу в лабораторних умовах перед збиранням вирізували 25 рослин з кожної ділянки відповідно до строку сівби. Для польових дослідів використана загальноприйнята агротехніка для сівби пшениці м'якої озимої в умовах даної агрокліматичної зони.

Структурний аналіз вегетативних частин проводився за допомогою програми Statistica 10.0 за такими

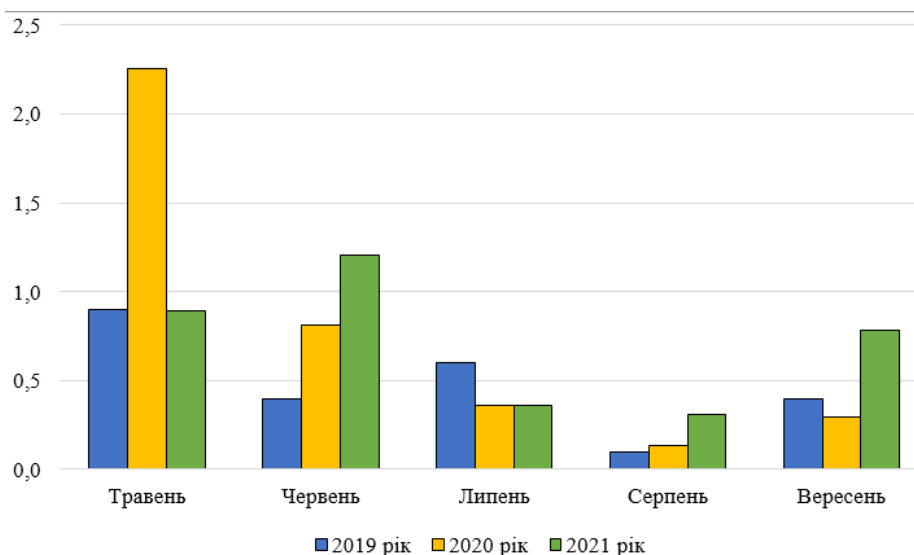
ознаками: висота рослин; товщина соломини другого міжвузля; кількість міжвузлів; довжина верхнього та нижнього міжвузлів; довжина колоса; маса рослини і стебла.

### Результати та їх обговорення

Вивчення рівня формування переліку ознак, які входять до вегетативної частини рослини пшениці озимої, обумовлено виконанням ними величезної ролі

у формотворчих процесах культури. Отримані результати дозволяють визначити найбільш сприятливі терміни сівби пшениці м'якої озимої, котрі дозволяють рослині адаптуватися до стресових умов середовища (недостатність вологи, високі температури).

Погодні умови за роками досліджень відрізнялися як за температурним режимом, так і за вологістю, що в результаті відобразилося у розрахованому гідротермічному коефіцієнту зволоження (рис. 1).



**Рис. 1.** Динаміка гідротермічного коефіцієнта зволоження в Полтавській області, 2019–2021 роки

Джерело: розраховано за [35–37].

Отже, у 2019 і 2021 роках травень характеризувався слабкою посушливістю, тоді як у 2020 році – була надмірна волога. Вже у червні мала місце сильна посуха (2019 рік), слабка посуха (2020 рік) і достатня зволоженість (2021 рік). Липень 2019 року був середньо посушливим, тоді як у 2020–2021 роках – дуже сильно посушливим, що продовжилося у серпні-вересні місяці кожного року (окрім 2021 року). Таким чином, кліматичні умови років досліджень

відрізнялися за метеорологічними умовами, що безпосередньо впливало на вегетацію рослин пшениці м'якої озимої.

Результати проведених досліджень щодо формування ознак вегетативних органів дослідних сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої залежно від терміну відновлення весняної вегетації за строками сівби наведені в таблиці 1.

### Таблиця 2

Рівень формування ознак вегетативних органів сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за різних строків сівби, середнє за 2019–2021 рр.

Ознаки	2019 рік			2020 рік			2021 рік*
	1.09	15.09	1.10	1.09	15.09	1.10	1.10
Висота рослини, см	99,8	92,6	84,3	89,8	89,8	90,4	80,5
Товщина соломини другого міжвузля, мм	4,0	4,0	4,1	3,9	3,9	3,9	3,7
Кількість міжвузлів, шт.	5,0	4,7	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Довжина верхнього міжвузля, см	35,7	35,3	34,6	36,6	36,3	36,8	32,6
Довжина нижнього міжвузля, см	4,7	3,9	4,0	3,7	3,7	3,7	3,5
Довжина колоса, см	9,8	10,0	10,2	8,9	9,1	9,2	9,3
Маса рослини, г	4,4	4,3	4,5	4,3	4,5	4,5	4,6
Маса стебла, г	1,6	1,5	1,4	1,2	1,2	1,2	1,4

\*Примітка. У 2021 році наведені дані тільки за пізній строк сівби пшениці озимої, оскільки отримані дані за ранній і оптимальний строки – вибракувані.

Оцінюючи результати, доцільно відзначити, що виконання важливих господарсько-біологічних функцій в онтогенезі рослин належить висоті рослин, котра має щільний зв'язок з іншими властивостями й ознаками, а також характеризується генетичною основою та високою спадковістю [38]. Відомо, що

висота й анатомічні особливості стебла впливають на стійкість рослини до вилягання, виконує надважливу роль у формуванні врожаю [39].

За раннього строку посіву рівень формування середньої висоти рослин був найбільшим у 2019 році, та поступово знижувався за термінами – з 99,8 см до

84,3 см (таблиця 1). Взагалі за ранніми строками сівби середнє значення цієї ознаки формувалося на рівні 89,8–99,8 см. За оптимальних строків сівби у 2019–2020 роках середня висота рослин перебувала у діапазоні 89,8–92,6 см, при чому у 2020 році за перших двох строків сівби ознака була однаковою. Середня висота рослини за пізнього строку сівби мала значення від 80,5 см (2021 рік) до 90,4 см (2020 рік).

У результаті досліджень [40] зроблені припущення, що ознака товщина соломини другого міжвузля є генетично обумовленою та може використовуватись, як маркерна ознака при відборах на продуктивність.

За отриманими результатами, товщина соломини другого міжвузля за середнім значенням не мала суттєвої різниці між строками сівби впродовж року та незначно відрізнялась за роками досліджень. Так, саме за пізніх строків сівби формувалося як найменше значення цієї ознаки у 3,7 мм (2021 рік), так і найбільше – 4,1 мм (2019 рік).

Кількість міжвузлів – це ознака, яка формується залежно від генотипу пшениці озимої та погоднокліматичних умов за роками вирощування. Згідно з даними досліджень [41] ця ознака не має суттєвого впливу на формування продуктивності колоса.

За нашими дослідженнями кількість міжвузлів формувалася з незначною різницею за строками сівби та роками досліджень і мала середнє значення 4,4–5,0 шт. При цьому, лише у 2019 році ця ознака змінювалася за строками сівби у сторону зменшення відповідно відкладання термінів.

Нами визначено, що довжина верхнього міжвузля різниться за строками сівби та роками досліджень. Так, за раннього строку сівби середня значення цієї ознаки перебувало в межах 35,7–36,6 см, за оптимального – 35,3–36,3 см, а за пізнього – 32,6–36,8 см. При цьому найбільший показник довжини верхнього міжвузля був за всіх строків сівби у 2020 році (з нестабільною динамікою щодо термінів), а середній – у 2019 році (зі зменшенням відносно термінів сівби). Переважно вплив на формування цієї ознаки здійснили погодні умови років дослідження.

Визначено, що довжина нижнього міжвузля дослідних сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за середнім значенням не значно різнилась за строками сівби у 2019 році (з нестабільною динамікою відносно термінів у межах 3,9–4,7 см) та була зовсім без змін у 2020 році (3,7 см). Найбільше значення цієї ознаки сформувалося за раннього строку сівби у 2019 році – 4,7 см, а найменше значення склало за пізнього строку сівби у 2021 році – 3,5 см. У цілому довжина нижнього міжвузля не спричинила суттєвого впливу на формування ознак продуктивності пшениці озимої, а більше залежала від погодних умов осені та весни.

Довжина колоса дослідних сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої різнилась за роками досліджень та строками сівби (таблиця 1). Середнє значення цієї ознаки формувалося від 8,9 см (2020 рік, ранній строк) до 10,2 см (2019 рік, пізній строк). Взагалі, за довжиною колоса простежується динаміка збільшення

відносно до відтермінування строків посіву та найбільше значення ознаки було у 2019 році (9,8–10,2 см).

Маса рослини особливо не зазнала змін за строками посіву та роками досліджень і перебувала у межах 4,3–4,6 г. Найменше середнє значення сформовано за оптимального строку сівби в 2019 і 2020 роках – 4,3 г, а найбільші – за пізніх строків сівби – 4,5–4,6 г (табл. 1).

Маса стебла характеризувалася найменшим середнім значенням у 2020 році за всіх строків сівби – 1,2 г, а найбільшим – 1,5–1,6 г за раннього й оптимального строків сівби 2019 року. У 2019 і 2021 роках за пізніх строків сівби отримано однакову середню масу стебла – 1,4 г, що на 16,7 % більше за відповідний показник у 2020 році.

## Висновки

Таким чином, за результатами проведених досліджень упродовж 2019–2021 років, із залученням великої вибірки дослідних сортів та селекційних ліній пшениці м'якої озимої, за нестабільних погодних умов, з визначення рівня формування та мінливості ознак вегетативних органів нами вивчено вісім кількісних ознак. Здійснюючи загальну характеристику властивостей щодо формування вегетативних ознак і їх мінливості, доцільно відзначити, що вони, безсумнівно, змінюються під впливом стресових кліматичних умов, однак окремі ознаки зберігають певні закономірності, котрі можна використовувати в сучасній технології селекційного процесу з метою підвищення продуктивності рослин за умов зміни клімату. Доведено, що різні строки сівби мали незначний вплив на формування товщини соломини другого міжвузля, кількості міжвузлів, довжини колоса, масу стебла. Отже, ці ознаки є генетично детермінованими та за пізнього строку сівби мають резерви щодо пошуку та добору генотипів з товщою соломини другого міжвузля, більшою довжиною колоса, оптимальною кількістю міжвузлів і масою стебла. Доведено, що довжина верхнього та нижнього міжвузля за пізнього строку сівби дещо зменшують свій рівень формування, а маса рослини, навпаки, збільшується. Отримана інформація є важливою в селекційному процесі, вивченні вихідного матеріалу та плануванні схрещувань.

*Перспективи подальших досліджень* передбачають аналіз рівня формування генеративних ознак сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за строками сівби.

## Конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

## References

1. Ben-Ari, T., & Makowski, D. (2016). Analysis of the trade-off between high crop yield and low yield instability at the global scale. *Environmental Research Letters*, 11(10), 104005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/10/104005>



2. 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>
3. 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>
4. Shewry, P. R. (2009). Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60 (6), 1537–1553. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp058>
5. Kong, L. G., Si, J. S., Zhang, B., & Feng, B. (2013). Environmental modification of wheat grain protein accumulation and associated processing quality: A case study of China. *Australian Journal of Crop Science*, 7, 173–181.
6. De Gobba, C., Olsen, K., & Skibsted, L. H. (2016). Components of wheat flour as activator of commercial enzymes for bread improvement. *European Food Research and Technology*, 242 (10), 1647–1654. <https://doi.org/10.1007/s00217-016-2663-7>
7. Cui, L. L., Shi, J., Du, H. Q., & Wen, K. M. (2017). Characteristics and trends of climatic extremes in China during 1959–2014. *Journal of Tropical Meteorology*, 23, 368–379. <https://doi.org/10.16555/j.1006-8775.2017.04.003>
8. Field, C., Barros, V., Stocker, T., & Dahe, Q. (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: Special report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
9. Jin, Z., Zhuang, Q., Tan, Z., Dukes, J. S., Zheng, B., & Melillo, J. M. (2016). Do maize models capture the impacts of heat and drought stresses on yield? Using algorithm ensembles to identify successful approaches. *Global Change Biology*, 22 (9), 3112–3126. <https://doi.org/10.1111/gcb.13376>
10. Bassu, S., Brisson, N., Durand, J., Boote, K., Lizaso, J., Jones, J. W., Rosenzweig, C., Ruane, A. C., Adam, M., Baron, C., Basso, B., Biernath, C., Boogaard, H., Conijn, S., Corbeels, M., Deryng, D., De Sanctis, G., Gayler, S., Grassini, P., & Waha, K. (2014). How do various maize crop models vary in their responses to climate change factors? *Global Change Biology*, 20 (7), 2301–2320. <https://doi.org/10.1111/gcb.12520>
11. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Pysarenko, V. V., Gorb, O. O., & Chaika, T. O. (2019). Droughts in the context of climate changes in Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 134–146. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.18>
12. Liu, J., He, Q., Zhou, G., Song, Y., Guan, Y., Xiao, X., Sun, W., Shi, Y., Zhou, K., Zhou, S., Wu, Y., Ma, S., & Wang, R. (2023). Effects of sowing date variation on winter wheat yield: conclusions for suitable sowing dates for high and stable yield. *Agronomy*, 13 (4), 991. <https://doi.org/10.3390/agronomy13040991>
13. Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rotter, R. P., Lobell, D. B., Cammarano, D., Kimball, B. A., Ottman, M. J., Wall, G. W., & White, J. W. (2015). Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature Climate Change*, 5, 143–147.
14. Lobell, D. B., & Field, C. B. (2007). Global scale climate–crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environmental Research Letters*, 2 (1), 014002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/2/1/014002>
15. Tao, F., Zhang, S., & Zhang, Z. (2012). Spatiotemporal changes of wheat phenology in China under the effects of temperature, day length and cultivar thermal characteristics. *European Journal of Agronomy*, 43, 201–212. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.07.005>
16. You, L., Rosegrant, M. W., Wood, S., & Sun, D. (2009). Impact of growing season temperature on wheat productivity in China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149 (6–7), 1009–1014. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2008.12.004>
17. Li, R., & Geng, S. (2013). Impacts of climate change on agriculture and adaptive strategies in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 12 (8), 1402–1408. [https://doi.org/10.1016/s2095-3119\(13\)60552-3](https://doi.org/10.1016/s2095-3119(13)60552-3)
18. Li, K., Yang, X., Liu, Z., Zhang, T., Lu, S., & Liu, Y. (2014). Low yield gap of winter wheat in the North China Plain. *European Journal of Agronomy*, 59, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.04.007>
19. Xiao, D. P., Tao, F. L., Liu, Y. J., Shi, W. J., Wang, M., Liu, F. S., Zhang, S., & Zhu, Z. (2013). Observed changes in winter wheat phenology in the North China Plain for 1981–2009. *International Journal of Biometeorology*, 57, 275–285.
20. Zhang, X., Chen, S., Sun, H., Wang, Y., & Shao, L. (2010). Water use efficiency and associated traits in winter wheat cultivars in the North China Plain. *Agricultural Water Management*, 97 (8), 1117–1125. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.06.003>
21. Ma, S.-C., Wang, T.-C., Guan, X.-K., & Zhang, X. (2018). Effect of sowing time and seeding rate on yield components and water use efficiency of winter wheat by regulating the growth redundancy and physiological traits of root and shoot. *Field Crops Research*, 221, 166–174. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.02.028>
22. Yan, C. P., Zhang, Y. Q., Zhang, D. Y., & Dang, J. Y. (2008). Effects of sowing date and planting density on the grain's protein component and quality of strong and medium gluten winter wheat cultivars. *Journal of Applied Ecology*, 19 (8), 1733–1740.
23. Shah, W. A., Jehan, B., Tehseen, U., Abdul, W. Kh., Muhammad, Z., & Abdul, A. Kh. (2005). Effect of sowing dates on the yield and yield components of different wheat varieties. *Journal of Agronomy*, 5 (1), 106–110. <https://doi.org/10.3923/ja.2006.106.110>
24. Asgar, Sh., Hossein, H. Sh. A., Ghorban, N., Eslam, M. H., & Hamid, M. (2017). Effect of planting date on growth periods, yield, and yield components of some bread wheat cultivars in Parsabad Moghan. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 6 (4), 109–119.
25. Vahid, Kh., Gholamraza, Kh. N., Ghasem, M. N., & Khaton, Y. (2010). The effect of different sowing dates on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 1 (3), 77–82.
26. Podolska, G., & Wzyńska, M. (2011). The response of new winter wheat cultivars to density and sowing date. *Polish Journal of Agronomy*, 6, 44–51.
27. Oleksiak, T. (2014). Effect of sowing date on winter wheat yields in Poland. *Journal of Central European Agriculture*, 15 (4), 83–99. <https://doi.org/10.5513/jcea01/15.4.1513>
28. Gandjaeva, L. (2019). Effect of sowing date on yield of winter wheat cultivars Grom, Asr and Kuma in Khorezm region. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (3), 474–479.
29. Muhammad, T., Asghar, A., Muhammad, A. N., Akhtar, H., & Farhan, Kh. (2009). Effect of different sowing dates on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties in District Jhang. *Pakistan Journal of Life and Natural Sciences*, 7 (1), 66–69.
30. Baloch, M. S., Shah, I. T. H., Nadim, M. A., Khan, M. I., & Khakwani, A. A. (2010). Effect of seeding density and planting time on growth and yield attributes of wheat. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 20 (4), 239–240.
31. Fazal, M., Muhammad, A., Jan, M. T., Kawsar, A., & Khan, M. J. (2015). Influence of sowing dates on phenological development and yield of dual purpose wheat cultivars. *Pakistan Journal of Botany*, 47 (1), 83–88.
32. Kobylinska, O. M. (2023). The effect of photosynthesis on wheat yield capacity under stress conditions. *Taurian Scientific Herald*, 131, 112–118. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.13>
33. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzы sortiv roslyn hrupy zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini*. Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]
34. Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P., & Korkovikhin, S. V. (2020). *Metodyka polovoho doslidu*. Odesa: Oldi+ [in Ukrainian]
35. Posukhy, zlyvy, vitry: pohodni pidsumky 2019. Retrieved from: <https://superagronom.com/articles/324-posuhi-zlyvi-vitri-pogodni-pidsumki-2019> [in Ukrainian]
36. 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]
37. 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]
38. Orliuk, A. P., Honchar, O. M., & Usyk, L. O. (2006). *Henetychni markery pshenytsi*. Kyiv: Alefa [in Ukrainian]
39. Ulich, L. I., & Ulich, O. L. (2006). *Vplyv vysoty roslyn sortiv pshenytsi ozymoi na stikist do vyliahannia i produktyvnist posiviv. Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*. Kyiv: Alefa. [in Ukrainian]
40. Tishchenko, V. N. (2012). Genetic correlations of the trait straw thickness of the second internode in varieties and lines of winter wheat. *Breeding and Seed Production*, 101, 13–19.
41. Husenkova, O. V. (2021). *Morfo-henetychnyi proiav kilkisnykh oznak pshenytsi ozymoi v umovakh Lisostepu Ukrainy. Candidate's thesis*. Kharkiv [in Ukrainian].

## ORCID

O. Kobylinska  <https://orcid.org/0000-0001-8419-708X>



2023 Kobylinska O. 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.