

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Державний реєстраційний номер: 0122U000524

КАРПИШИН ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 631.5/631.8:633.1"324"(477.42)

ДИСЕРТАЦІЯ

**ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОЩУВАННЯ СПЕЛЬТИ В УМОВАХ ПОЛІССЯ**

Спеціальність 201 Агрономія

Галузь знань 20 – Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ **О. В. Карпишин**

Науковий керівник: **Мойсієнко Віра Василівна,**

доктор сільськогосподарських наук, професор,

заслужений працівник сільського господарства України

Житомир – 2025

АНОТАЦІЯ

Карпишин О. В. Оптимізація елементів органічної технології вирощування спельти в умовах Полісся. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агрономія, галузі знань 20 – Аграрні науки та продовольство. – Поліський національний університет, Міністерство освіти і науки України, Житомир, 2025.

У дисертаційній роботі проаналізовано і теоретично обґрунтовано інноваційні елементи вирішення наукового завдання щодо встановлення біологічних особливостей індивідуального розвитку рослин спельти озимої за Міжнародною шкалою ВВСН та пошуку шляхів оптимізації елементів органічної технології вирощування і підвищення її насіннєвої продуктивності в умовах Полісся.

Метою проведених польових і лабораторних досліджень було дослідити особливості формування врожайності та якості зерна сортів спельти озимої за органічного вирощування в умовах Полісся України. Згідно передбачених програмою завдань було сформовано тему наукової дисертаційної роботи, розроблено робочу гіпотезу та визначено фактори досліджень.

Польові дослідження щодо вивчення врожайності і якості зерна сортів спельти озимої, їх основного удобрення та позакореневого підживлення гуміновими препаратами проводили впродовж 2022–2024 рр. на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах ПП «Галекс Агро» с. Стрієва Звягельського району Житомирської області. Гідротермічний коефіцієнт впродовж вирощування спельти знаходився у широких межах – 0,72–1,66, тобто показник зволоження був від посушливого до помірної вологості. Впродовж вегетаційного періоду спельти озимої спостерігали відхилення показників температури повітря і кількості опадів від середніх багаторічних даних.

За даними листової діагностики рослини сорту Аттергауер Дінкель відчували більшу нестачу мікроелементів порівняно з вітчизняним сортом

Зоря України. За внесення добрива Physio Natur PKS 47 Bio, яке дозволено для застосування в органічному землеробстві, сорт Аттергауер Дінкель відчував дефіцит лише сірки, а сорт Зоря України – цинку і кобальту.

Фенологічні спостереження показали, що сходи спельти озимої сорту Зоря України з'являлися на 8–9 добу, а сорту Аттергауер Дінкель – на 9–10 добу після сівби. Тривалість вегетаційного періоду рослин сорту Зоря України становив 150 діб (2022 р.), 147 діб (2023 р.) і 152 доби (2024 р.), а у сорту Аттергауер Дінкель був коротшим і становив відповідно за роками досліджень 141 добу, 141 і 139 діб.

Виявлено, що інтенсивний ріст рослин спельти відбувався у період від весняного кущення до фази молочної стиглості зерна. Спостереження за динамікою росту рослин сорту Зоря України у період весняного кущення свідчать, що висота рослин коливалася в межах від 25,5 см до 26,9 см. У фазі виходу рослин в трубку на варіанті без добрив висота спельти становила 36,4 см, а за внесення добрива – 37,0 см. У період колосіння на удобреному варіанті висота рослин становила 115,9–120,1 см. У фазі молочної стиглості зерна найбільша висота рослин була на варіанті основного внесення добрива Physio Natur PKS 47 Bio з поєднанням позакореневого підживлення рослин препаратами Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га (двічі) і становила 122,6 см, що на 7,7 см більше порівняно з варіантом без добрив. Стеблостій рослин сорту Аттергауер Дінкель відрізнявся більш інтенсивним ростом, особливо у другій половині вегетаційного періоду. Висота рослин у фазі кущення на варіанті без внесення добрив становила 26,8–27,0 см, а в період виходу в трубку зростала до 37,6–37,9 см. Внесення мінерального добрива і обприскування посівів гуміновими препаратами сприяло збільшенню висоти рослин у фазі виходу в трубку до 38,3–38,6 см. Інтенсивний ріст рослин спельти озимої сорту Аттергауер Дінкель спостерігався до фази колосіння, висота рослин при цьому становила на ділянках без добрив 124,1–130,1 см. За внесення мінерального добрива і позакореневого обприскування гуміновими препаратами висота травостою

підвищувалася до 132,7 см. Установлено, що висота рослин спелости озимої дещо збільшувалася і після колосіння до фази молочної стиглості зерна і становила у рослин сорту Аттергауер Дінкель на варіанті комбінованого внесення добрив і гумінових препаратів – 132,0–136,6 см.

Максимальна площа листкової поверхні рослин озимої спелости обох сортів відмічена на варіанті комплексного поєднання гранульованого добрива Physio Natur PKS 47 Біо з високим вмістом фосфору (13%), калію (15%) і сірки (19%) та позакореневого внесення Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га (ВВСН 25) + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі у фази ВВСН 25 та ВВСН 41. Вона становила у сорту Зоря України – 45,1 тис. м²/га, у сорту Аттергауер Дінкель – 46,4 тис. м²/га.

Установлено, що густина рослин на період збирання у сорту Зоря України на варіанті без добрив (контроль) становила 265,9 шт./м², а за проведення позакореневого підживлення гуміновими препаратами підвищилася і становила 265,8–271,4 шт./м². У фазі молочної стиглості густина рослин сорту Аттергауер Дінкель на контрольному варіанті (без добрив) становила 265,7 шт./м², а на варіанті з добривом Physio Natur PKS 47 Біо цей показник був нижчий – 259,5 шт./м².

Найбільша довжина колоса відмічена у сорту Аттергауер Дінкель на варіанті комбінованого внесення гумінових препаратів і мінерального добрива, яка становила 17,3 см, а сорту Зоря України – 16,8 см. Відповідно у рослин сорту Зоря України збільшувалася кількість колосків до 19 штук, кількість зерен у колосі – 22 штуки і маса зерна з одного колоса – 1,54 г.

Показники індивідуальної продуктивності рослин сорту Аттергауер Дінкель за поєднання факторів, що вивчалися в досліді, були найвищими. Кількість колосків у колосі зростала до 20 штук, кількість зерен у колосі – 23 штуки і маса зерна з одного колоса – 1,84 г. На оптимальному варіанті, який поєднував внесення добрива і гумінових препаратів, збільшувалася маса 1000 зерен спелости порівняно до контролю у сорту Зоря України на 2,3 г, а в сорту Аттергауер Дінкель на 3,3 г і становила відповідно 70,0 та 75,0 г.

Установлено, що за умов органічного вирощування спельта озима забезпечила високу урожайність зерна. Так, максимальна врожайність зерна сорту Зоря України отримана на варіанті комплексного застосування гумінових препаратів і добрива Physio Natur PKS 47 Bio, яка становила 4,96 т/га. Сорт Аттергауер Дінкель був більш продуктивним і за даних умов забезпечив найвищий середній показник врожайності зерна – 5,44 т/га.

Результати досліджень свідчать, що зерно спельти озимої характеризується високими якісними показниками. Уміст білка в зерні сорту Зоря України на удобрених ділянках і посівах, оброблених гуміновими препаратами, становив 14,4–14,5%, що на 0,8–0,9% більше порівняно з контролем (без добрив і обробки посівів гуміновими препаратами). Максимальний уміст білка отримали у зерні сорту Аттергауер Дінкель за використання елементів органічної технології вирощування – 15,4%. Застосування гранульованого мінерального добрива Physio Natur PKS 47 Bio в рядки і гумінових препаратів у позакореневе підживлення рослин істотно впливає на підвищення натури зерна у сорту Зоря України – 755,5 г/л і сорту Аттергауер Дінкель – 758,9 г/л, що на 28,3 і 28,9 г/л більше порівняно з контролем. Найбільша масова частка клейковини у зерні сортів Аттергауер Дінкель і Зоря України відмічена за поєднання основного і позакореневого внесення добрив і гумінових препаратів – 28,2% та 27,6%.

Сорт спельти Аттергауер Дінкель за внесення мінерального гранульованого добрива Physio Natur PKS 47 Bio + гумінові препарати показав найбільший чистий прибуток (68 959 грн/га) та найнижчу собівартість зерна (3223,3 грн/т). У сорту Зоря України максимальний умовно чистий прибуток становив відповідно 68477 грн. і собівартість 1 т зерна – 3394,2 грн.

Виробниче впровадження і перевірку кращих варіантів досліджень було проведено в органічних аграрних підприємствах Житомирщини на площі 40 га. Установлено, що при підборі сорту спельти для подальшого вирощування за органічної технології слід вирощувати сорт спельти озимої Аттергауер Дінкель. Він виявився більш пристосованим до умов вирощування і мав

більшу врожайність порівняно з вітчизняним сортом Зоря України. Однак, враховуючи продуктивність і економічні показники, сорт спельти Зоря України може вирощуватися в господарствах різних форм власності. При розробці і удосконаленні технологічного процесу вирощування спельти доцільно використовувати мінеральне добриво, що рекомендоване для використання в органічному виробництві – Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19), яке вносили в рядок одночасно з сівбою у нормі 100 кг/га. З метою отримання максимально високого рівня урожайності органічної спельти озимої доцільно використовувати комбіновану систему підживлення, а саме Physio Natur PKS 47 Bio (основне внесення в рядок) і листкове підживлення Гуміфілд ВР-18 + Гумісол-плюс 01 зернові.

***Ключові слова:** органічна технологія, функціональна листкова діагностика, удобрення, сорти, гумінові препарати, фази вегетації за BBCH, вегетаційний і міжфазні періоди, польова схожість, збереженість і густина рослин, площа листкової поверхні, урожайність, якість, білок, сира клейковина, енергетична та економічна ефективність*

ABSTRACT

Karpyshyn O. V. Optimization of elements of organic technology of spelta cultivation in Polissya. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 201 Agronomy, branch of knowledge 20 – Agricultural Sciences and Food – Polissya National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Zhytomyr, 2025.

The thesis theoretically substantiates and analyzes innovative elements of solving the scientific task of establishing the biological characteristics of the individual development of winter spelt plants according to the International BBCH scale and finding ways to optimize the elements of organic cultivation technology and increase its seed productivity in Polissya.

The purpose of the field and laboratory studies was to investigate the peculiarities of the formation of yield and grain quality of winter spelt varieties under organic cultivation in Polissya of Ukraine. According to the tasks provided in the program, the topic of the scientific dissertation was formed, a working hypothesis was developed and research factors were determined.

Field research to study the yield and grain quality of winter spelt varieties, their main fertilizer and foliar feeding with humic preparations was conducted during 2022–2024 on sod-podzolic sandy loam soils of PE “Galeks Agro” in the village of Striieva, Zvyagel district, Zhytomyr region. The hydrothermal coefficient during the spelt cultivation was in wide range – 0.72–1.66, i.e. the moisture index was from arid to moderate humidity. During the growing season of winter spelt, deviations of air temperature and precipitation from the average long-term data were observed.

According to leaf diagnostics, plants of the Attergauer Dinkel variety had a greater lack of microelements compared to the domestic variety Zorya Ukrainy. When applying the fertilizer Physio Natur PKS 47 Bio, which is approved for use in organic farming, Attergauer Dinkel was deficient only in sulfur, and Zorya Ukrainy was deficient in zinc and cobalt.

Sprouting of spelt wheat of the Zorya Ukrainy variety was noted by years at 8–9 days, and of the Attergauer Dinkel variety – at 9–10 days after sowing. The growing season of plants of Zorya Ukrainy variety lasted 150 days (2021–2022), 147 days (2022–2023) and 152 days (2023–2024). The growing season of spelt plants of the Attergauer Dinkel variety was much shorter and lasted 141 days (2021–2022), 141 days (2022–2023) and 139 days (2023–2024).

It was found that the intensive growth of spelt plants was observed from spring tillering to milky ripeness of grain. The height of plants of the variety Zorya Ukrainy during the spring tillering period ranged from 25.5 cm to 26.9 cm. In the phase of plant emergence into the tube in the variant without fertilizers, the height of the spelt was 36.4 cm, and when fertilizer Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) was applied, it was 37.0 cm. During the earing period, the height of the plants was 115.9–120.1

cm when the fertilizer Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) was applied. In the phase of milk ripeness of grain, the highest plant height was in the fertilized variant with treatment with Humifield BP-18, 0.4 l/ha + Humisol-plus 01 grain, 0.5 l/ha (twice) – 122.6 cm compared to the variant without fertilizers – 114.9 cm.

Plants of the Attergauer Dinkel variety were taller than those of the Zorya Ukrainy variety, especially in the second half of the growing season. Thus, in the tillering phase, the height of plants in the variant without fertilizers was 26.8-27.0 cm, and during the period of tube formation – 37.6-37.9 cm. With fertilization and treatment with humic preparations, the height of plants in the phase of tube emergence increased to 38.3-38.6 cm. During the spelt earing period, the height of the plants in the plots without fertilization was 124.1-130.1 cm. With the application of Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) fertilizer and spraying with humic preparations, the height of the herbage increased to 132.7 cm. During the period of milky ripeness of winter spelt grain, the highest plant height of Attergauer Dinkel variety was observed – 132.0-136.6 cm in the variant with fertilization and treatment with humic preparations.

The area of the leaf surface of winter spelt plants reached its maximum size in the variety Zorya Ukrainy – 45.1 thousand m²/ha, in the variety Attergauer Dinkel – 46.4 thousand. m²/ha under the combined application of fertilizer Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) in the rows simultaneously with sowing and humic preparations Humifield BP-18, 0.4 l/ha (BBCH 25) + Humisol-plus 01 grain, 0.5 l/ha – twice in the phases BBCH 25 and BBCH 41.

It was found that the number of plants preserved before harvesting in the variety Zorya Ukrainy in the variant without fertilizers (control) was 265.9 pcs./m², and after foliar fertilization with humic preparations it increased and amounted to 265.8-271.4 pcs./m². In the phase of milk ripeness, the density of plants of the Attergauer Dinkel variety in the control variant without fertilizers was 265.7 pcs./m², while in the variant with Physio Natur PKS 47 Bio fertilizer this figure was lower – 259.5 pcs./m².

The largest ear length was observed in the variety Attergauer Dinkel on the variant of combined application of Humifield BP-18, 0.4 l/ha + Humisol-plus 01 grain, 0.5 l/ha and fertilizer Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) – 17.3 cm, and the variety Zorya Ukrainy – 16.8 cm. Accordingly, in the variety Zorya Ukrainy the number of ears increased to 19 pieces, the number of grains in an ear – 22 pieces and the weight of grain per ear – 1.54 g.

Indicators of grain yield structure of Attergauer Dinkel variety under the combination of factors studied were the highest and the number of spikelets in the ear increased to 20 pieces, the number of grains in the ear – 23 pieces and the weight of grain per ear – 1.84 g. The optimal variant, which combined the application of fertilizer and humic preparations, increased the weight of 1000 grains of spelt compared to the control in the variety Zorya Ukrainy by 2.3 g, and in the variety Attergauer Dinkel by 3.3 g and amounted to 70.0 and 75.0 g, respectively.

The maximum grain yield of spelt variety Zorya Ukrainy – 4.96 t/ha was obtained in the variant with the complex application of humic preparations Humifield BP-18, 0.4 l/ha + Humisol-plus 01 grain, 0.5 l/ha and fertilizer Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19). Spelt wheat of the Attergauer Dinkel variety was more productive under these conditions and provided the highest average yield of 5.44 t/ha.

The protein content in the grain of Zorya Ukrainy in fertilized areas and treated with humic preparations was 14.4–14.5%, which is 0.8–0.9% more than in the control (without fertilizers and treatment of crops with humic preparations). The maximum protein content was obtained in the grain of the Attergauer Dinkel variety with the combination of Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) and Humifield BP-18, 0.4 l/ha + Humisol-plus 01 grain, 0.5 l/ha – 15.4%. The introduction of the granular mineral fertilizer Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) in the rows and humic preparations in the foliar feeding of winter spelt plants significantly affects the increase in grain nature in the variety Zorya Ukrainy – 755.5 g/l and the variety Attergauer Dinkel – 758.9 g/l, which is 28.3 and 28.9 g/l more than in the control. The highest mass fraction of gluten in the grain of Attergauer Dinkel and Zorya

Ukrainy varieties was observed when the crops were treated with Humifield BP-18, 0.4 l/ha + Humisol-plus 01 grain, 0.5 l/ha on the background of Physio Natur PKS 47 Bio fertilizer (13-15-19), which was 28.2% and 27.6%, respectively.

The spelt variety Attergauer Dinkel showed the highest net profit (68959 UAH/ha) and the lowest cost of grain (3223.3 UAH/t) when Physio Natur PKS 47 Bio + humic preparations were applied. In the Zorya Ukrainy variety, the maximum conditional net profit was 68477 UAH and the cost of 1 ton of grain was 3394.2 UAH, respectively.

The obtained research results were implemented for sowing winter spelt in agricultural formations of Zhytomyr region on an area of 40 hectares, where as a result of the analysis of the conducted research and phenological observations it was found that when selecting a winter spelt variety for further cultivation using organic technology, the winter spelt variety Attergauer Dinkel should be grown. It turned out to be more adapted to the growing conditions and had a higher yield compared to the domestic variety Zorya Ukrainy. However, taking into account productivity and economic indicators, the variety Zorya Ukrainy can be grown in farms of various forms of ownership. In the development and improvement of the technological process of growing spelt, it is advisable to use a mineral fertilizer recommended for use in organic production – Physio Natur PKS 47 Bio, which was applied to the row simultaneously with sowing at a rate of 100 kg/ha. In order to obtain the highest possible yield of organic winter spelt, it is advisable to use a combined fertilization system, namely Physio Natur PKS 47 Bio (main application in the row) and foliar fertilization Humifield BP-18 + Humisol-plus 01 cereals.

Keywords: *organic technology, functional leaf diagnostics, fertilizers, varieties, humic preparations, vegetation phases according to BBCH, vegetation and interphase periods, field germination, plant survival and density, leaf surface area, yield, quality, protein, crude gluten, energy and economic efficiency*

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

1. Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Карпишин О.В., Мойсієнко В.В. Листкова діагностика для оптимізації живлення рослин спельти озимої в умовах Полісся. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 11. С. 143–151. DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.15>
2. Карпишин О.В., Мойсієнко В.В. Ріст і розвиток рослин спельти озимої залежно від елементів органічної технології вирощування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2025. Вип. 77 (1). С. 77–90. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2025-\(77\)-1-7](https://doi.org/10.32636/01308521.2025-(77)-1-7)
3. Карпишин О.В., Мойсієнко В.В. Урожайність і якість зерна спельти озимої за органічного вирощування в умовах Полісся. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2025. Випуск 1 (15). С. 72–81. DOI: <https://doi.org/10.54651/agri.2025.01.09>
4. Мойсієнко В.В., Карпишин О.В. Оптимізація елементів органічної технології вирощування спельти в умовах Полісся. *Вісник аграрної науки*. 2025. 103 № 3. С. 35–44. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202503-04>

2. Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. Карпишин О. В., Мойсієнко В. В. Урожайність спельти за використання гумінових препаратів в умовах Полісся. *Інноваційні технології у рослинництві: проблеми та їх вирішення* : зб. праць учасників III Міжнар. наук.-практ. конференції, присвяч. 100-річчю агрономічного факультету Поліського нац. ун-ту. (2–3 червня 2022 р.). Житомир : Поліський національний університет. С. 80–85.

6. Карпишин О. В., Мойсієнко В. В. Продуктивність пшениці спельти за позакореневого підживлення гуміновими препаратами. *Корми і кормовий білок* : матеріали XIV Міжнар. наук. конференції (12 жовтня 2022 р.) / Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця, 2022. С. 80–83.
7. Карпишин О. В. Структурний аналіз рослин сортів спельти озимої за органічної технології вирощування. *Інноваційні технології в рослинництві і землеробстві* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конференції (03–04 квітня 2025 р.). Житомир : Поліський національний університет. С. 151–155.
8. Карпишин О. В., Мойсієнко В. В. Економічна оцінка спельти озимої за органічного вирощування на Поліссі. *Органічне виробництво і продовольча безпека* : зб. праць учасників XII Міжнар. наук.-практ. конференції (15–16 травня 2025 року). Житомир : Поліський національний університет, 2025. С. 88–91.

ЗМІСТ

| | |
|--|-----------|
| ВСТУП..... | 15 |
| РОЗДІЛ I. ІННОВАЦІЇ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ОРГАНІЧНОГО ВИРОЩУВАННЯ СПЕЛЬТИ ЗА РІЗНИХ ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ (огляд літератури)..... | 22 |
| 1.1. Стан вирощування і ринок спельти озимої в Україні та світі..... | 22 |
| 1.2. Роль сорту у підвищенні врожайності та покращенні якості зерна спельти озимої | 26 |
| 1.3. Формування врожайності зерна спельти озимої залежно від застосування добрив і гумінових препаратів..... | 35 |
| 1.4. Урожайність і якість зерна спельти залежно від гідротермічних умов та агротехнологічних прийомів вирощування..... | 38 |
| 1.5. Органічне вирощування спельти в Україні та світі..... | 42 |
| Висновки до розділу 1..... | 46 |
| Список посилань на літературу до розділу 1..... | 47 |
| РОЗДІЛ II. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ... | 48 |
| 2.1. Місце проведення досліджень та ґрунтово-кліматичні умови..... | 48 |
| 2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень..... | 51 |
| 2.3. Схема досліду і методика проведення досліджень..... | 59 |
| Висновки до розділу 2..... | 66 |
| Список посилань на літературу до розділу 2..... | 66 |
| РОЗДІЛ III. РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН СПЕЛЬТИ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ, УДОБРЕННЯ ТА СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ..... | 67 |
| 3.1. Листкова діагностика для оптимізації живлення рослин спельти озимої в умовах Полісся..... | 67 |
| 3.2. Ріст і розвиток рослин спельти озимої за факторами досліджень..... | 78 |
| 3.2.1. Формування густоти стояння рослин залежно від сорту, удобрення та стимуляторів росту..... | 86 |

| | |
|---|------------|
| 3.2.2. Динаміка росту рослин спельти та формування листкової поверхні посівів залежно від сорту, удобрення та стимулятора росту..... | 94 |
| Висновки до розділу 3..... | 99 |
| Список посилань на літературу до розділу 3..... | 100 |
| РОЗДІЛ IV. УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА СПЕЛЬТИ ЗАЛЕЖНО ВІД ОПТИМІЗАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПОЛІССЯ..... | 101 |
| 4.1. Формування врожайності зерна спельти озимої залежно від сорту, удобрення і гумінових препаратів..... | 101 |
| 4.2. Якісні показники зерна спельти залежно від сорту, удобрення і гумінових препаратів..... | 109 |
| Висновки до розділу 4..... | 120 |
| Список посилань на літературу до розділу 4..... | 121 |
| РОЗДІЛ V. БІОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СПЕЛЬТИ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ПОЛІССЯ..... | 122 |
| 5.1. Енергетична оцінка вирощування спельти озимої залежно від елементів органічної технології вирощування..... | 122 |
| 5.2. Економічна ефективність органічного вирощування і виробництва зерна спельти залежно від сорту, удобрення і гумінових препаратів..... | 127 |
| Висновки до розділу 5..... | 134 |
| Список посилань на літературу до розділу 5..... | 135 |
| ВИСНОВКИ..... | 136 |
| РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ..... | 139 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 140 |
| ДОДАТКИ..... | 162 |

ВСТУП

Актуальність теми. Найбільший інтерес серед старовинних плівчастих видів пшениці має спельта (*Triticum spelta* L.). У країнах Європейського Союзу і Україні пшениця спельта є важливою культурою для використання в органічному землеробстві. Основний чинник криється у якісних показниках зерна, за органічного вирощування якого спельта більш ефективна, ніж м'яка пшениця [12, 94, 177]. Установлено, що зерно цієї пшениці містить більше білка (на 8–10%), а також клейковини (на 16–20%) порівняно з пшеницею м'якою. За даними Інституту аграрної економіки, останніми роками посівні площі спельти озимої у нашій країні незначні, позаяк ця злакова рослина у якості нішевої культури знаходиться у полі зору фермерів і господарств, що орієнтовані на експорт продукції [19, 73].

Відродження органічного землеробства, виробництво натуральних продуктів і їх поява на ринку з часом буде зростати. Наприклад, дагестанці плов готують не з рису, а з пшениці полби. Швейцарці вирощують і використовують зерно виключно для лікувальних цілей, оскільки продукти переробки (хліб, крупи, макарони) забезпечують зміцнення організму, при цьому зменшується сприйнятливість його до алергічних хвороб. Тому, в першу чергу, ці продукти надходять в дитячі установи, санаторії та лікарні, а уже потім в продаж. Досліджено, що з борошна пшениці спельти краще виготовляти бісквіт і кекси [104]. Хлібобулочні вироби та інші продукти переробки зі спельти і полби приблизно в 3–5 разів дорожчі від аналогічних виробів із звичайної пшениці. У країнах Північної Америки вироби із спельти займають нішу дорогих дієтичних продуктів. З неї виготовляють макарони, каші, супи, млинці, котлети, креми, десерти тощо. Італійці із спельти готують ризотто, а в Туреччині, Індії та Ірані готують гарніри до птиці і риби.

Розуміння взаємозв'язку між харчуванням і здоров'ям людини історично сприяло підвищеному інтересу до споживання альтернативних зернових

культур, що забезпечують вищу харчову цінність. На хлібопекарські властивості зерна пшениці спельти озимої впливають сорти, лінії та погодні умови вирощування [102, 151]. Якісні показники зерна спельти озимої (*Triticum spelta* L.) є індивідуальною і комплексною ознакою, на яку значною мірою впливають погодні умови вирощування, сортові особливості, добрива, стимулятори росту, збирання і переробка зерна. Останнім часом зростає інтерес до органічного виробництва спельти, як важливого джерела здорової їжі [129]. Окрім чудових поживних властивостей, приємного смаку та аромату, борошно та хлібобулочні вироби зі спельти набувають все більшої популярності завдяки високій засвоюваності [141, 144, 155].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукове дослідження за темою дисертаційної роботи було проведено згідно науково-тематичних планів Поліського національного університету на кафедрі технологій у рослинництві за наступними темами: «Оптимізація елементів органічної технології вирощування спельти в умовах Полісся» (2022–2025 рр.), державний реєстраційний № 0122U000524); «Оцінка інноваційних елементів технології вирощування польових та кормових культур в агрофітоценозах Полісся» (2022–2026 рр.), державний реєстраційний номер 0122U000242).

Мета і завдання досліджень. Метою проведених досліджень було дослідити особливості формування врожайності та якості зерна спельти за елементів органічної технології вирощування в умовах Полісся України.

Для досягнення цієї мети програмою наукових досліджень були передбачені основні завдання:

- установити особливості росту і розвитку рослин спельти озимої та тривалість міжфазних періодів за стадіями ВВСН залежно від біологічного потенціалу досліджуваних сортів спельти, удобрення і стимуляторів росту;
- виявити вплив елементів технології вирощування на асиміляційну листову поверхню рослин спельти озимої;

- з'ясувати залежність формування показників індивідуальної продуктивності рослин спельти озимої від сорту, удобрення та дії гумінових препаратів;
- дослідити урожайність зерна спельти озимої залежно від біологічних особливостей сорту, основного удобрення і позакореневого внесення гумінових препаратів;
- визначити вплив досліджуваних факторів на якісні показники зерна спельти озимої;
- дати економічну і біоенергетичну оцінку ефективності досліджуваних елементів сортової технології вирощування спельти озимої у зоні Полісся.

Об'єкт дослідження – процес формування врожайності зерна спельти озимої залежно від елементів органічної технології вирощування.

Предмет дослідження – сорти Зоря України і Аттергауер Дінкель, добриво Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19), стимулятори росту (гумінові препарати Гуміфілд ВР-18 і Гумісол-плюс 01 Зернові), урожайність, якість.

Методи досліджень. У дисертації використані загальнонаукові методи досліджень (гіпотеза, індукція і дедукція, теорія, узагальнення), спеціальні агрономічні (польовий, лабораторний, вимірювальний, фізіологічний, ваговий, виробничий), статистичні (кореляційний, регресійний для визначення вірогідності експериментальних даних і залежностей між ними).

Наукова новизна одержаних результатів полягає в науковому і теоретичному обґрунтуванні елементів органічної технології вирощування сортів спельти озимої, що мають адаптивні особливості і забезпечують найбільшу реалізацію генетичного потенціалу з урахуванням ґрунтових і погодних умов.

Уперше:

- встановлено особливості росту і розвитку рослин спельти озимої за міжнародною шкалою ВВСН залежно від досліджуваних сортів Зоря України і Аттергауер Дінкель, удобрення і стимуляторів росту;

- виявлено вплив елементів органічної технології вирощування на формування площі асиміляційної листкової поверхні та показників індивідуальної продуктивності рослин спельти озимої;
- досліджено урожайність зерна спельти озимої залежно від біологічних особливостей сорту, основного удобрення і позакореневого внесення гумінових препаратів Гуміфілд ВР-18 і Гумісол-плюс 01 Зернові;
- досліджені якісні показники зерна спельти озимої залежно від сорту, удобрення та застосування гумінових препаратів;
- проаналізовано економічну і біоенергетичну оцінку ефективності елементів органічної технології вирощування спельти озимої у зоні Полісся.

удосконалено:

- особливості мінерального живлення рослин на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся за внесення добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19), яке дозволено для органічного вирощування спельти озимої.

набули подальшого розвитку:

- наукові положення щодо зміни продукційного процесу спельти озимої під впливом досліджуваних агротехнічних чинників і умов навколишнього середовища;
- наукові рекомендації щодо пошуку шляхів підвищення врожайності, поліпшення якості та отримання високого економічного ефекту при вирощуванні спельти озимої на зерно.

Практичне значення одержаних результатів. Удосконалено елементи органічної технології вирощування спельти озимої в умовах Полісся. Розроблені і впроваджені фактори передбачали вивчення врожайності сортів спельти озимої залежно від удобрення і гумінових препаратів, які забезпечили у дослідях одержання 4,96–5,44 т/га зерна.

Виробниче впровадження кращих варіантів наукового дослідження під посів спельти озимої проводили в агроформуваннях Житомирської області на площі 40 га, де в результаті аналізу проведених досліджень і фенологічних

спостережень виявлено, що при підборі сорту спельти озимої для подальшого вирощування за органічної технології слід вирощувати сорт Attergauer Dinkel. Він виявився більш пристосованим до умов вирощування і мав більшу врожайність порівняно з вітчизняним сортом Зоря України. При розробці та удосконаленні технологічного процесу вирощування спельти доцільно використовувати мінеральне добриво, що рекомендоване для використання в органічному виробництві – Physio Natur PKS 47 Bio, яке вносили в рядок одночасно з сівбою у нормі 100 кг/га. З метою отримання максимально високого рівня урожайності органічної спельти озимої доцільно використовувати комбіновану систему підживлення, а саме Physio Natur PKS 47 Bio (основне внесення в рядок) і листкове підживлення Гуміфілд ВР-18 + Гумісол-плюс 01 зернові (дод. А1–3).

Удосконалена органічна технологія вирощування спельти озимої для умов Полісся впроваджена в освітній процес Поліського національного університету при викладанні навчальних дисциплін «Рослинництво», «Інноваційні технології в рослинництві» (дод. А–4).

Кращі варіанти наукових досліджень були впроваджені:

- ТОВ «Агровест Груп» Звягельського району, с. Смолдирів. В умовах дерново-підзолистих ґрунтів на площі 15 га впроваджено посів перспективних високопродуктивних сортів спельти вітчизняної та закордонної селекції Зоря України, Attergauer Dinkel. Згідно проведених спостережень та інтерпретації даного дослідження отримано 4,6 т/га спельти озимої сорту Attergauer Dinkel, що на 0,9 т/га більше, ніж спельти озимої сорту Зоря України, врожайність якої становила 3,7 т/га.
- ФГ «Домашня Курочка» Звягельського району, с. Острожок. В умовах дерново-підзолистих ґрунтів даного господарства на площі 15 га було впроваджено варіант з внесенням мінерального добрива рекомендованого для використання в органічному виробництві, а саме Physio Natur PKS 47 Bio (основне удобрення в рядок) у нормі 100 кг/га. Згідно проведених спостережень та інтерпретації даного дослідження отримано 4,7 т/га зерна

спельти озимої, де застосовували добриво Physio Natur PKS 47 Bio у нормі 100 кг/га в рядок, що на 1,6 т/га більше, ніж без удобрення. Врожайність становила 3,1 т/га.

– ТОВ «БІО ФАРМІНГ» Звягельського району, с. Броники. У даному господарстві на площі 10 га був впроваджений варіант з внесенням мінерального добрива Physio Natur PKS 47 Bio (основне в рядок) + Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Гумісол-плюс 01 зернові 0,5 л/га – двічі (позакореневе підживлення). Облік урожайності показав значну перевагу комбінованого використання мінерального добрива, а саме Physio Natur PKS 47 Bio (основне в рядок) та листкове підживлення Гуміфілд ВР-18 + Гумісол-плюс 01 зернові. Урожайність становила 5,6 т/га і перевищила контроль (без добрив) на 1,4 т/га.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійною і завершеною науковою працею. Під керівництвом наукового керівника здобувачем розроблена програма досліджень на період навчання в аспірантурі, теоретично обґрунтована методологія постановки польових і лабораторних досліджень. Автор самостійно сформулював робочу гіпотезу, наукову концепцію, провів трифакторний експеримент із сортами спельти озимої, інтерпретував одержані результати досліджень, готував і оформлював щорічні наукові звіти, фахові статті, дисертаційну роботу. Результати досліджень пройшли апробацію на Міжнародних науково-практичних конференціях, впроваджені у виробництво і освітній процес. Публікації здійснено здобувачем самостійно та у співавторстві з науковим керівником.

Апробація результатів дисертації. Матеріали та основні положення дисертації оприлюднено і обговорено на щорічних засіданнях випускової кафедри технологій у рослинництві, НДІ агротехнологій та землеустрою (2021–2025 рр.). Результати досліджень отримали схвалення та визнання на науково-практичних конференціях: III Міжнародна наук.-практ. конференція, присвячена 100-річчю агрономічного факультету Поліського університету. Житомир: Поліський національний університет (2–3 червня 2022 р.); XIV Міжнародна наукова конференція «Корми і кормовий білок» (12 жовтня 2022

року). Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця. 2022; Міжнародна наук.-практ. конференція Поліського національного університету. *Інноваційні технології в рослинництві і землеробстві*. Житомир: Поліський національний університет (03–04 квітня 2025 р.); XII Міжнародна науково-практична конференція *Органічне виробництво і продовольча безпека* (15–16 травня 2025 року). Житомир: Поліський національний університет.

Публікації: За темою дисертації опубліковано 8 наукових праць, з яких 4 статті у наукових фахових виданнях України, 4 – у матеріалах наукових конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота викладена на 207 сторінках комп'ютерного тексту, містить анотацію, вступ, 5 розділів, висновки, рекомендації виробництву, список використаних джерел та додатки на 45 сторінках. Робота містить значну кількість табличного матеріалу – 26 шт., ілюстрована рисунками та графіками в обсязі 24 шт. Список використаних джерел налічує 182 найменування, з них 72 латиницею.

У вступі дисертаційної роботи використано наступні наукові джерела зі списку літератури: [12, 19, 73, 94, 102, 104, 129, 141, 144, 151, 155, 177].

РОЗДІЛ І. ІННОВАЦІЇ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ОРГАНІЧНОГО ВИРОЩУВАННЯ СПЕЛЬТИ ЗА РІЗНИХ ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ (огляд літератури)

1.1. Стан вирощування і ринок спельти озимої в Україні та світі

Пшениця спельта (*Triticum spelta* L.) серед зернових культур органічного виробництва має найбільше значення і поширення. З давніх-давен її шанували за цілющі оздоровчі властивості та надання пирогам, хлібові і випічці приємного горіхового смаку, що урізноманітнює щоденний раціон [4, 88, 158].

У зв'язку із зацікавленістю якості продукції, що спостерігається на ринку останніми роками, намітились і нові тенденції у покращенні виробництва звичайної пшениці. Поряд із високою продуктивністю зерна агровиробників все більше цікавить якість одержаної продукції [107, 180].

Сучасний рівень знань і минулий досвід сприяють забезпеченню основних технологічних прийомів вирощування спельти, які надають отриманій продукції якісних природних показників.

Виробничий і науковий досвід свідчить, що врожайність зерна спельти становить 70–80% від урожаю звичайної пшениці в аналогічних умовах. Зерно має високий вміст протеїну і клейковини, що дає змогу використовувати борошно для виготовлення різноманітних хлібобулочних й макаронних виробів, а також у якості поліпшувача низькоякісного борошна. Уміст калію у зерні спельти на 10–15% більший порівняно із звичайною пшеницею, фосфору на 60,0%, сірки на 70,0%, магнію на 35,0%, кальцію – однакова кількість. Уміст цинку вищий на 25–30%, міді на 15%, селену на 100–200%, заліза на 5–10%, марганцю на 15–20%. Амінокислотний склад спельти на 50% вищий, ніж у м'якої пшениці. Частка незамінних амінокислот від загальної кількості становить 30–33% [7]. Кращі показники якості зерна відмічені у сорту спельти озимої Зоря України [13, 19, 46]. Установлено, що у сортів

пшениці м'якої озимої формується вища урожайність зерна (5,72–6,27 т/га), а кращі показники якості зерна виявлені у сортів спельти [64, 65]. Основними факторами ефективного вирощування спельти в Україні є сприятливі кліматичні умови, перенасичення ринку борошном з неорганічної пшениці, покращення здорового харчування населення завдяки хімічному складу зерна спельти. Хоча український ринок спельти залишається незначним, однак рівень світового споживання спельти і сформовані ціни на реалізацію у нашій країні свідчать про економічну доцільність та перспективність подальшого вітчизняного ринку спельтового борошна [1].

Спельта озима має і окремі недоліки, до яких слід віднести утруднену сівбу і обмолот зерна через плівчастість насіння. Високий травостій спельти провокує вилягання. Позаяк колос у спельти не осипається, то немає значних втрат врожаю при збиранні [97]. Основним завданням селекціонерів за останнє століття було покращення стійкості проти вилягання. Тому у сучасніших сортів ця стійкість спирається на варіативність інших генів. За останнє десятиліття середню врожайність зерна у колосках селекціонери змогли збільшити на 30–40%. Активна селекція спельти нині проводиться в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, у Всеукраїнському науковому інституті селекції, а також в країнах Центральної Європи, Сербії, Канаді, США тощо.

У Німеччині спельту вирощують приблизно на 90 тис. гектарів. Особливо варто відзначити стабільний потенціал урожайності на бідних ґрунтах. У той час як м'яка пшениця має вищу врожайність на родючих ґрунтах, спельта зберігає свій рівень урожайності майже на всіх ґрунтах. Однак сильної посухи слід уникати. Випробування в Університеті Гогенхайма показали середню продуктивність приблизно 50 ц/га для спельти, близько 45 ц/га для емеру та близько 25 ц/га для однозернянки.

У той час як тверда і м'яка пшениця виходять із комбайна як зерно після обмолоту, однозернянка, емер та спельта виходять у вигляді так званих «fehse», тобто двох-трьох зерен разом із лускою. Це вимагає додаткового кроку, а отже, дорожчає зерно. Однак завдяки додатковому захисту луски

вміст забруднюючих речовин у зерні помітно нижчий. Існує думка, що нижча врожайність і додаткові затрати праці, порівняно з пшеницею, мають бути компенсовані вищими цінами. Спельта добре підходить для органічного землеробства. Незважаючи на свою репутацію невибагливої культури, спельта потребує адаптивних сортів та оптимальних умов вирощування.

У 2021 році в Австрії на органічних і традиційних сільськогосподарських угіддях вирощували полбу на загальній площі 20 335 га. На органічне землеробство припадало 12 756 га або 63% від цієї загальної площі. У 2020 році органічні сільськогосподарські угіддя становили 21% від загальної площі ріллі в Австрії (Зелений звіт 2021). Важливість полби в органічному землеробстві стає ще більш зрозумілою, якщо врахувати її частку у вирощуванні хлібного зерна (рис. 1.1).

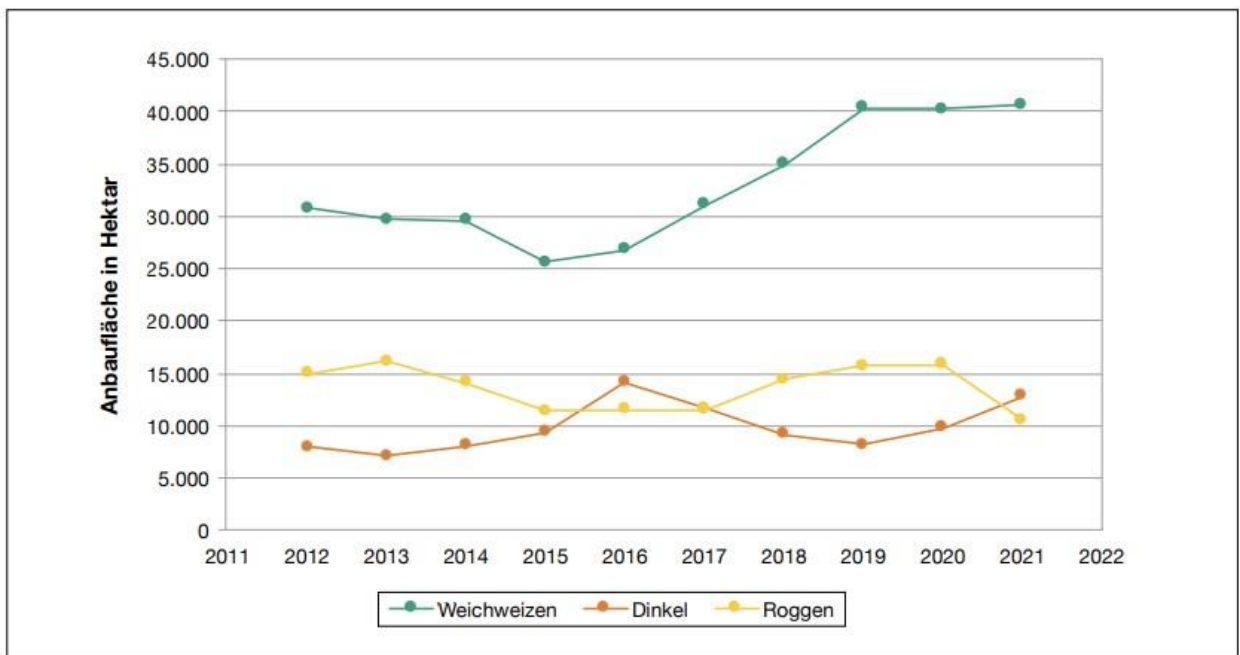


Рис. 1.1. Органічна посівна площа пшениці м'якої, спельти і жита за останні 10 років в Австрії. Джерело: AMA, 2021 [113]:

<https://ama.at/marktinformationen/getreide-und-olsaaten/aktuelle-informationen>

Найважливішою органічною хлібною зерновою культурою зі значним збільшенням посівних площ в останні роки є пшениця звичайна, під якою у 2021 році було зайнято близько 40 000 га. Жито і спельта змагаються за друге місце, причому обидві культури демонструють коливання в обсягах

виращування. Зміни посівних площ під спельтою супроводжуються сильними коливаннями цін на ринку. Після високих цін виробників у 2016 році, ціни різко впали в наступні роки і лише в останні два роки знову значно зросли. Пропозиція і ціна взаємозалежні. Високі темпи зростання посівних площ тиснуть на ціну спельти, тоді як низька пропозиція високоякісної спельти призводить до зростання цін. Цей взаємозв'язок і пов'язаний з ним невизначений розвиток ринку для альтернативних культур, що вирощуються на менших площах, таких як полба, необхідно враховувати при прийнятті рішення щодо вирощування полби вперше чи розширення посівних площ.

Сучасні дослідження свідчать, що використання геоінформаційних технологій у рослинництві дає змогу ефективно проводити збір, аналіз та відображення просторової інформації. На основі змодельованої карти поширення спельти в Україні виявлено, що даний вид пшениці зможе себе проявити в окремих регіонах Західного Лісостепу [68].

Спельта відноситься до великої родини пшеничних, яка об'єднана під загальною назвою «*Triticum*». Рід складається з великої кількості різних підвидів, які розвинулися в процесі еволюції пшениці. До них відносяться пшениця звичайна, пшениця тверда, хоросан, полба, еммер і айнкорн. Згідно з новими даними, відомо, що полба європейська (*Triticum aestivum spelta*) є результатом схрещування пшениці м'якої та пшениці полби. Спельта належить до родини полбових пшениць; зерна вкриті твердою лускою. Вона захищає зерно (наприклад, від хвороб і шкідників, проростання, захист під час сівби), але не може бути видалена під час обмолоту. Аналіз варіацій ліній пшениці виявив більшу відмінність у фенотипових ознаках реліктових пшениць, які мають більший генофонд. Зерно давніх видів пшениці характеризувалося низькою округлістю та відносно низькою твердістю [115].

1.2. Роль сорту у підвищенні врожайності та покращенні якості зерна спельти озимої

Кількість і якість отриманого врожаю спельти (*Triticum spelta* L.) значною мірою залежить від свідомого вибору сорту, застосування необхідних елементів живлення в оптимальних кількостях у критичні фази розвитку рослин для конкретних ґрунтово-кліматичних умов [89].

Таблиця 1.1

Державний реєстр сортів пшениці спельта в Україні станом на 03.2023 р.

(<https://agrarii-razom.com.ua/list-culture-varieties?culture=1406>)

| Назва сорту | Країна походження | Рік реєстрації | Потенціал урожайності, т/га | Стійкість до | | | |
|--------------------------|-------------------|----------------|-----------------------------|--------------|----------|-----------|--------|
| | | | | холоду | осипання | вилягання | посухи |
| Європа | Україна | 2015 | 6,5–7,0 | 9 | 8 | 9 | 9 |
| Аттергауер Дінкель | Австрія | 2019 | 5,5–6,5 | 8 | 8–9 | 6–8 | 7–8 |
| Вишиванка білоцерківська | Україна | 2020 | 4,5–5,5 | 7–8 | 7 | 5–6 | 6–7 |
| Евріка | Україна | 2020 | 4,5–5,5 | 8–9 | 8–9 | 8 | 7–8 |
| Золлернспелз | Німеччина | 2017 | 7,5 | 8 | 8 | 8 | 7 |
| Зоря України | Україна | 2012 | 6,2–6,5 | 8–9 | 8–9 | 8 | 8 |
| Мв Мартонголд | Угорщина | 2022 | 5,5–6,5 | 7–8 | 9 | 5–6 | 6–7 |

Рекомендована зона вирощування усіх сортів – Полісся, Лісостеп, Степ.

В аграрному секторі України наразі на сорти пшениці озимої вітчизняної селекції припадає 81% загального обсягу сортових ресурсів. Однак питома вага спельти, полби та інших видів пшениць досить мала і займає незначну долю.

Ученими виявлено, що на вміст у зерні пшениці спельти озимої азотовмісних сполук значно впливає лінія, сорт та погодні умови

вегетаційного періоду вирощування. Залежно від сорту і лінії ці сполуки змінюються у широких межах: протеїн від 13,2 до 23,9%, вільні амінокислоти від 0,18 до 3,72%, а білок від 12,0 до 21,1. У зерні пшениці спельти сорту Зоря України вміст протеїну був найвищим і становив 23,9% [90]. Підтверджено реальність взаємної передачі білкових фракцій (гліадинів і глютенінів) на основі екстракції Осборна для оцінки рівня поліморфізму трьох сортів пшениці спельти – Hercule, Altgold і Rouquin, трьох нових селекційних ліній спельти – H92. 27, H92.28 та M92.20 [131]. Іншими дослідниками також встановлено, що у сортів спельти краща кушистість, кількість продуктивних стебел перед збиранням, висота стеблостою, маа зерна з 1 колоса і 1000 зерен. Однак у пшениці м'якої більша кількість колосків у колосі та озерненість колоса.

Біологічні ознаки сорту впливають на продуктивність спельти. У дослідях отримали врожайність зерна сорту Зоря України – 5,66 т/га, у сорту Європа – 5,89 т/га і сорту Аттергауер Дінкель – 4,85 т/га. Найбільш сприятливі погодні умови відмічені у 2021 році (5,95 т/га), а найменш сприятливі у 2020 році (5,07 т/га). Комбіноване внесення Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння і повторно у фазу молочної стиглості та Agriflex Amino у фазу колосіння забезпечили максимальну врожайність зерна спельти: сорту Зоря України – 5,90 т/га, сорт Європа – 6,43 т/га, сорт Аттергауер Дінкель – 5,17 т/га. Натура зерна спельти відповідно становила 663 г/л, 680 г/л, 758 г/л, вміст білка був 18,55; 18,27 та 14,70 %, сирої клейковини 48,8; 41,6 та 33,0% відповідно [46].

Дослідження, проведені в Чорногорії, підтверджують наявність і значення генетичного потенціалу сортів. Так, сорт Нірвана мав у дослідях значно вищі рослини (150,7 см), довший колос (8,4 см) і вищу масу 1000 зерен (46,4 г), ніж сорт Еке-10, у якого відмічені нижчі показники індивідуальної продуктивності рослин у період досліджень [158].

Універсальні переваги роблять спельту привабливою для фермерів, селекціонерів, харчових технологів і споживачів. Дослідження впливу різних систем захисту рослин та густоти посіву на врожайність, забур'яненість та

якість зерна пшениці спельти сортів Рокош та Швабеншпельц показали, що вони по-різному реагували на інтенсифікацію виробництва. Застосування хімічних засобів захисту рослин у посівах сорту Рокош призвело до зниження забур'яненості посівів і отримання вищих врожаїв. Сорт Швабеншпельц слід вирощувати в господарствах з екстенсивними методами ведення сільського господарства, наприклад, в органічних господарствах Польщі. У обох сортів збільшення густоти посіву і хімічний захист рослин фунгіцидом спричинили зниження забруднення зерна мікотоксинами, а вміст окремих мікотоксинів не перевищував максимальних рівнів для зерна, призначеного для продовольчих і кормових цілей [140].

Вивчення впливу рівня хімічного захисту: А) контроль, Б) Мустанг 306 SE, Стабілан 750 SL, В) Мустанг 306 SE, Атрибут 70 WG, Стабілан 750 SL, Г) Mustang 306 SE, Attribute 70 WG, Alert 375 SC, Stabilan 750 SL) на врожайність сортів спельти озимої на чорноземі опідзоленому показало, що достовірно вищу врожайність зерна отримано у сорту Спельта І.Н.З. порівняно із сортом Швабенкорн. В умовах проведеного експерименту урожайність пшениці спельти була на рівні від 4,07 до 4,45 т/га. Незалежно від сорту та рівня мінерального удобрення, хімічний захист рослин збільшував кількість колосків на одиниці площі порівняно з контрольним об'єктом, хоча і не диференціював інші компоненти врожайності пшениці спельти [181].

Порівняльна оцінка агрономічних ознак і якості зерна 14 сортів пшениці спельти зі звичайним сортом пшениці (*T. aestivum* L. ssp. *vulgare* сорт Türkis) свідчить, що сорти спельти Ceralio та Schwabenspelz характеризувалися високою врожайністю, вищим вмістом білка і високими хлібопекарськими властивостями. Для оцінки хлібопекарської якості цільнозернового борошна використовували швидкий тест на заміс, а також визначали вміст білка та клейковини, седиментацію та індекс твердості. Якість зерна сортів пшениці спельти, тобто якість білків і потенціал до бродіння в тісті, ефективність помелу, хлібопекарські властивості, наявність білка і клейковини, перевищувала якісні показники зерна звичайних сортів пшениці м'якої [112].

Фахівці вважають, що борошно спельти найбільш годиться для кексів та бісквітів, позаяк індекс деформації клейковини є слабким, а крупка з неї має середні макаронні ознаки (6–7 балів). Колір макаронів залежить від кількості каротиноподібних пігментів. Найкращі макаронні властивості у крупки із зерна пшениці інтрогресивної лінії NAK34/12–2 [104].

Дослідження свідчать, що геометричні параметри зернівок спельти змінювалися залежно від сорту та лінії спельти озимої. Лінійні розміри зернівок спельти знаходилися в межах: ширина – 2,3–3,3, довжина – 6,8–8,1 мм, товщина – 2,4–3,1 мм. Зернівка сорту Швецька 1 і лінії Р 3 мала найменшу ширину і глибину петлі борозенки. Виявлена низька вирівняність зерна сортів і ліній спельти. Крупну фракцію зерна спостерігали у ліній – LPP 1197, LPP 3132 і LPP 1221 [11].

З метою визначення мінливості хімічного складу зерна спельти в умовах комерційних господарств Підкарпатського воєводства (Польща) науковці досліджували три сорти зерна спельти (Ceralio, Franckenkorn, Schwabenkorn). Після збору врожаю в зерні спельти озимої визначали вміст білка, золи, калію, фосфору, кальцію і магнію. Ранжувальний ряд виглядав наступним чином: $K > P > Mg > Ca$. У сорту Франкенкорн виявлено найбільший вміст загального білка. Установлено позитивний зв'язок між вмістом загального білка і сирої золи, а також вмістом магнію і фосфору, і негативний зв'язок між вмістом кальцію і концентрацією азоту і фосфору в зерні [154].

Виявлено, що вміст фенольних кислот у спельті суттєво відрізнявся між сортами і коливався від 507 до 1257 мкг/г сирої речовини. Загальний вміст ферулової кислоти коливався від 144 до 692 мкг/г сирої речовини. Для усіх досліджуваних сортів спельти характерний високий антиоксидантний потенціал, який був упорядкований наступним чином: Ceralio > Spelt INZ \approx Ostro > Oberkulmer Rotkorn > Schwabenspelz > Schwabenkorn [147].

Насіння різноманітних сортів, адаптованих до умов вирощування та агротехнологій, сприяє отриманню високих врожаїв зерна пшениці озимої.

Якісний насіннєвий матеріал сучасних сортів пшениці забезпечує збільшення урожайності на 15–20 % порівняно з вирощуванням старих сортів.

Досліджено, що максимальна маса 1000 насінин пшениці формується у фазі воскової стиглості зерна і залежить від сорту: Апогей Луганський – 43,7 г, у сорту Золотоколоса – 41,7 г. Після повного досягання зерна, синтез білкових сполук продовжується ще 5–10 діб. Виявлено, що через 10 діб після повної стиглості уміст білка у зерні сортів Апогей Луганський і Землячка одеська становив 13,3 і 12,3%, а у сорту Золотоколоса був незмінним [63].

Результати досліджень свідчать, що на круп'яні властивості зерна спельти також впливають сорти і лінії. У сорту спельти Зоря України, лінії НАК 22/12 зерно плівкове, у сорту Швецька 1, лінії LPP 3117, Р 3, LPP 1221 зерно безплівкове, а напівплівкове зерно у решти форм спельти. Вміст плівок залежно від сорту і лінії знаходиться в межах від 30,4 до 64,8 %. Вихід круп'яних продуктів залежить від вмісту ендосперму в зерні спельти. Найкращі круп'яні властивості виявлено у сортів Швецька 1, Зоря України і Schwabenkorn, ліній Р 3, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3117 і LPP 3373 [67, 72, 74]. Найбільший вміст білка виявлено у сортів спельти Зоря України, Schwabenkorn, NSS 6/01, Австралійська 1 і лінія LPP 3218. Загальна кулінарна оцінка каші з плющеного зерна спельти становила від 6,8 до 9,0 балів. На поверхню скоринки хліба і крупність пор мав вплив індекс деформації клейковини [74, 75].

Сучасні сорти пшениці спельта проявляють адаптивність у різних регіонах за різних ґрунтових і погодних умов. Популяція спельти демонструє значну генетичну варіативність численних агрономічних ознак і ознак стійкості до хвороб [168]. Вважають, що полба походить від гексаплоїдної пшениці вільного обмолоту в результаті гібридизації з полбою обрушеною. Припускається, що тетраплоїдним батьком гексаплоїдної пшениці була не обмолочена м'яка пшениця, а тетраплоїдна форма пшениці, що обмолочується вільно [173].

У результаті гібридизації пшениці м'якої з пшеницею спельта отримано ряд нових форм, які відрізняються за морфобіологічними та господарсько-цінними ознаками. Удосконалено селекційну технологію створення високоврожайних форм пшениці м'якої озимої шляхом міжвидової гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. Встановлено, що висота рослини і довжина колоса у гібридів успадковуються за типом проміжного успадкування або негативного домінування, кількість зерен у колосі – за типом проміжного успадкування або позитивного домінування; маса зерна з колоса – за типом наддомінування або позитивного домінування. У гібридів F₂ спостерігається дигібридне розщеплення на форми зі спельтоїдним, остистим і типовим колосом. Виділено високоврожайні (5,75–5,79 т/га) короткостеблові (h = 78-89 см) зразки пшениці спельти 1817 і 1559 з високими показниками якості зерна (маса 1000 зерен 64,4 г, вміст білка – 21,0%, клейковини – 43,7%). [114, 122, 123].

Науковці вважають, що сорти відіграють важливу роль у формуванні врожаю пшениці. За останні 30 років питома вага сорту у формуванні врожаю становить від 45% до 50%. Тому добір сортів для конкретних ґрунтово-кліматичних умов має важливе значення. Установлено, що висока температура повітря і нестача вологи в ґрунті забезпечують вищий вміст білка в зерні, який становить у сорту Білоцерківська напівкарликова – 17,9%, у сорту Донецька 48 – 16,6 і сорту Харус – 15,7%. Максимальний умовний вихід борошна виявлено у сортів Золотоколоса, Вдала і Донецька 48, який становив 73,3–74,6% [93].

Вчені відмічають, що зерно пшениці спельта озима містить значну кількість білка і клейковини. За вмістом цих показників гібриди F₃–5 займають проміжне положення порівняно з вихідними батьківськими формами. Схрещування *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. підвищує вміст білка в зерні з 13,0% до 17,6%, клейковини з 29,0% до 39,1% [110].

Сорти пшениці спельти Hercule, Rouquin та Ostro, вирощені в альпійському регіоні Італії, порівнювали з пшеницею м'якою і твердою.

Досліджувані сорти пшениці спельти мали вищий вміст розчинних харчових волокон і білка, ніж стандартна або тверда пшениця. У хлібі з пшениці спельта (cv. Hercule) було більше швидкозасвоюваного крохмалю (RDS) і вищий індекс перетравлення крохмалю (SDI) порівняно з пшеничним хлібом. У макаронних виробках і екструдованих продуктах з цільного борошна спельти було виявлено більше білка, золи та харчових волокон порівняно з аналогічними продуктами з борошна білої спельти [124].

На дослідному полі Університету природничих наук (Люблін) вивчали вплив хімічного захисту рослин на вміст N, P, K, Mg, Zn, Cu, Mn та Fe у зерні 8-ми сортів пшениці спельти (Franckenkorn, Badengold, Schwabenspelz, Oberkulmer Rotkorn, Ostro, Ceralio, Schwa-benkorn та Spelt I.N.Z.). Хімічний захист включав застосування фунгіциду, двох гербіцидів і ретарданту. У контрольному варіанті не застосовували жодних засобів захисту рослин. Виявлено, що зерно сорту Ostro характеризувалося найвищим вмістом азоту, фосфору і марганцю, тоді як зерно сорту Franc-kenkorn містило найбільше азоту, фосфору і марганцю. Даний сорт містив найбільшу кількість калію та магнію. Незалежно від сорту, хімічний захист рослин суттєво підвищував вміст міді в зерні спельти і одночасно знижував вміст магнію. Вміст N, Mg, Zn, Cu та Mn у зерні зменшувався у наступні роки досліджень [132]. Оцінка технологічної цінності сортів спельти порівняно з пшеницею м'якою свідчить, що деякі сорти борошна з полби характеризуються вищим вмістом загального білка і виходом сирої клейковини порівняно зі звичайним пшеничним борошном. Рівень активності α -амілази в борошні з полби коливався від середнього до низького значення. Тісто, отримане з борошна спельти, характеризувалося більш тривалим періодом розвитку і стабільності, тому його слід вистоювати довше, ніж тісто зі звичайного пшеничного борошна [153]. Вміст загального білка був значно вищим у спельти, ніж у м'якої пшениці, а також в умовах традиційного виробництва, ніж в умовах органічного [130]. Спельта має вищий вміст білка і клейковини, але слабшу силу і стабільність тіста, ніж звичайна хлібна пшениця. Температура

клейстеризації крохмалю також була вищою у спельти, але пошкодження крохмалю було нижчим, що призвело до нижчого водопоглинання [125]. Тісто зі старих сортів спельти було більш стійким до розтягування, ніж тісто, виготовлене з борошна нових ліній [139].

Установлено, що борошно сортів пшениці спельти: Ceralio, Schwabenkorn, Frankenkorn, Holstenkorn, Schwabenspelz, Ostro та Oberkulmer Rothkorn характеризувалося достовірно вищим вмістом сирої клейковини (інтервал 27,3–45,6%) порівняно з борошном пшениці спельти сорту Корвета – 22,5% [156, 157, 167, 174]. Більшість досліджуваних сортів пшениці спельти продемонстрували хороші борошномельні властивості і високу хлібопекарську якість. Однак, щоб рекомендувати хлібобулочні вироби на основі спельти в харчуванні людини, необхідно описати антиоксидантні властивості хліба з полбою, а потім порівняти їх із широким спектром продуктів на основі злаків [182].

Сорти спельти з високим вмістом білка дали хороші показники м'якушки, деякі з них перевершили контроль випікання (HRW). Об'єм хліба корелювався з білком і всі сорти спельти були принаймні на 9–51% нижчими, ніж контроль (HRW). Ізольовані властивості крохмалю показали збільшення амілози в крохмалі спельти на 2–21% порівняно з контрольною твердою червоною озимою пшеницею (HRW). Вплив навколишнього середовища на властивості спельти мав більший вплив, ніж генетичний контроль [121].

У гібридних ліній урожайність зерна була приблизно на 18% нижчою, ніж у хлібної пшениці. Вміст клейковини був достовірно вищим у зерні гібридних ліній (34,0 проти 27,5 г/100 г), і суттєво не відрізнявся від зазначеного в зерні спельти (36,1 г/100 г). Індекс клейковини суттєво не відрізнявся між гібридними лініями та сортами м'якої пшениці (77 проти 85), і був значно вищим, ніж у спельти (43) [166, 179].

Результати показали, що в цільозерновому борошні і фракціях помелу полби вміст ліпідів і ненасичених жирних кислот був вищим порівняно з пшеницею, тоді як вміст токоферолу в полбі був нижчим. Вміст ліпідів у полбі

може бути не пов'язаний з вищою часткою зародків. Хоча в результаті фракціонування борошна було отримано подібні пропорції борошна та висівок у спельти та пшениці. Виявлено, що вміст золи, міді, заліза, цинку, магнію і фосфору був вищим у зразках спельти, особливо у висівках, багатих на алейрон та у висівках грубого помелу. Незважаючи на те, що вміст фосфору був вищим у висівках спельти, ніж у пшеничних, вміст фітинової кислоти мав протилежну тенденцію і був на 40% нижчим у висівках спельти, що може свідчити про те, що спельта має або вищу ендогенну фітазну активність, або низьку активність фітазних ферментів [169]. Досліджувані види *Triticum* значно відрізнялися за вмістом P, Mg, Zn, Fe, Mn, Na, Cu, Sr, Rb і Mo. Зерно всіх голозерних пшениць, порівняно зі звичайною пшеницею, містило значно більше Zn (від 34% до 54%), Fe (від 31% до 33%) і Cu (від 3% до 28%) [111].

1.3. Формування врожайності зерна спельти озимої залежно від застосування добрив і гумінових препаратів

Пшениця спельта – одна з найдавніших пшениць, яку вирощують люди [134, 161, 162]. З метою сприяння сталому розвитку та збереженню біорізноманіття зростає інтерес до деяких старих видів пшениці, які можуть давати кращі врожаї зерна, ніж нові сорти, на маргінальних ґрунтах і в умовах господарювання. Незважаючи на ризик вилягання, який зростає разом з рівнем внесення азотних добрив, спельта є реальною альтернативою пшениці м'якій для виробництва продукції з низьким рівнем внесення азоту як на малородючих, так і на родючих ґрунтах [171, 175].

Спельта озима менш вибаглива до поживних елементів ґрунту, ніж пшениця звичайна. Це холодостійка культура, що має широкий діапазон для сівби, добре реагує на підживлення, особливо за дрібного внесення азоту і достатнього вмісту фосфору в ґрунті. Врожайність зерна становить біля 70–80% від звичайної пшениці в ідентичних умовах [92]. Вона характеризується високою поживною цінністю і користується попитом серед споживачів. Крім того, вона не має високих вимог до середовища існування та удобрення, а також стійка до хвороб [44]. У сучасних агротехнологіях вирощування пшениць нині активно поширюється позакореневе удобрення, застосування стимуляторів росту й мікродобрив.

Достатня забезпеченість ґрунтів азотом сприятливо впливає на вміст азоту в зерні спельти, водночас зменшуючи вміст калію та магнію і без змін у вмісті Р, Са та Мп [116].

Застосування сульфату амонію та аміачної селітри істотно впливає на вміст білка і клейковини в зерні спельти озимої. Так, на варіанті фон + Nс.а.60 + N₆₀ вміст білка становив 24,4%. Перше підживлення рослин сульфатом амонію забезпечило 53,7% клейковини, що на 3,0% більше, ніж за внесення аміачної селітри. Однак вміст крохмалю (як сировини для бродіння) за поліпшення азотного живлення знижувався до 57,0–59,0% [105].

Установлено, що за внесення 130 кг/га азоту у зерні пшениці спельти озимої накопичується більше клейковини, білка, розчинної і нерозчинної харчової клітковини та жиру. При цьому збільшується вміст амінокислот у зерні. Завдяки сприятливій реакції спельти сорту Рокош на внесення азотних добрив і посилений фунгіцидний захист, її можна вирощувати в інтегрованих технологіях [133].

Енергія проростання пшениці спельти залежить від застосування азотних добрив та тривалості зберігання зерна (протягом 30 і 90 діб зберігання енергія проростання становила 98–99%). За зберігання понад 360 діб, вона знижувалася до 87–91%. Лабораторна схожість зерна спельти за зберігання впродовж 180 діб становила 97–99%. Зберігання зерна у герметичних умовах без контролю температури знижувало цей показник залежно від удобрення і тривалого зберігання (360 діб) до 81–84% [77].

Окремі науковці стверджують, що полба погано реагує на високі дози азоту (130 кг/га), при цьому врожайність не збільшується. Однак збільшення дози азоту призвело до покращення більшості якісних показників зерна пшениці спельти. При збільшенні дози азоту з 50 до 80 кг/га підвищувався вміст білка в зерні на 2,3% [127]. За вмістом загального білка в зерні пшениці спельти спостерігали істотні відмінності між контролем і варіантом з найменшою дозою азотних добрив (50 кг/га) та дозою добрив (120 кг/га). При цьому вміст білка в зерні збільшувався до 13,9% [159]. Дослідниками підтверджено реальність взаємної передачі білкових фракцій (гліадинів і глютенінів) на основі екстракції для оцінки рівня поліморфізму трьох сортів пшениці спельти – Hercule, Altgold та Rouquin і трьох нових селекційних ліній спельти – Н92. 27, Н92.28 та М92.20 [131].

Покращення азотного живлення посівів пшениці спельта забезпечує підвищення вмісту білка і клейковини в зерні на 30–70%. Внесення 120–150 кг/га діючої речовини азотних добрив на фоні фосфорно-калійних добрив ($P_{60}K_{60}$) збільшує збір білка з одиниці площі у 2–2,5 рази [100].

За одноразового і роздільного внесення азотних добрив натура зерна спельти зменшувалася незначно з 739 до 731 г. За внесення високих доз азотних добрив Фон + N₆₀ + N₆₀ + (N₃₀ позакоренево) і Фон + N₆₀ + N₃₀ + N₃₀ + (N₃₀ позакоренево) даний показник становив 726–724 г. Склоподібність зерна при цьому може сягати до 90%. Залежно від норми і строків внесення азотних добрив вміст білка у зерні спельти може зростати на 1,5–4,8% [14]. Підживлення рослин сорту Nirvana органічними добривами позитивно вплинуло на врожайність лущеного зерна спельти тільки в посушливий 2016/2017 р. [163].

Використання гумінових препаратів у якості позакореневих обробок сільськогосподарських культур полегшує транспортування і кругообіг поживних речовин у рослинах; покращує дихання рослин; прискорює біосинтез; знижує вміст нітратів у рослинах; підвищує якісні показники продукції; збільшує коефіцієнт використання добрив рослинами і оздоровлює рослини [16].

Вчені виявили захисну і регулятивну активність гумінових препаратів. За обробки насіння пшениці озимої препаратами Гуміфілд ВР-18 та Фульвітал Плюс підвищувалася схожість рослин, пришвидшувався розвиток рослин за фазами вегетації. Ці препарати сприяли активізації захисних механізмів рослин і підвищенню урожайності [6].

Позакореневе підживлення спельти озимої Гумат калію ГК-17 у фазах колосіння і молочної стиглості в сорту Зоря України забезпечило масу насіння з рослини на рівні 1,28–1,29 г. За поєднання гуматів і обробки рослин регулятором росту Agriflex Amino у фазі колосіння маса насіння у сортів Європа і Аттергауер Дінкель збільшувалася до 1,36 г та 1,42 г [45].

Внесення гуматів разом з гербіцидами скорочує пригнічення культурних рослин. При цьому посіви не втрачають 3–7 днів вегетації на вихід із стресового стану [61]. Дослідженнями Д. О. Козаренка виявлено високу ефективність використання фунгіцидно-гуматних сумішей на посівах сої сорту Кордоба з мінімально допустимою нормою хімічного препарату [62].

Виявлено, що серед грибних хвороб на рослинах спельти озимої сорту Зоря України переважав септоріоз листя (10,7 % на контролі). Обприскування посівів спельти препаратом Грейнактив-С і біодобривами Гумісол плюс і Д - 2 М, Українські гумати сприяли отриманню врожайності зерна на рівні 2,2–2,3 т/га за рентабельності 210–231%. Біопрепарат Біокомплекс БТУ регулював розвиток грибних хвороб на рослинах і сприяв підвищенню білка в зерні спельти до 17,1 і 16,5% [9].

1.4. Урожайність і якість зерна спельти залежно від гідротермічних умов та агротехнологічних прийомів вирощування

Потепління клімату спричиняє загрозу озимим зерновим культурам, оскільки відбувається скорочення тривалості зим. Прогнозовані зміни гідротермічних показників передбачають зростання суми активних температур на 350–400°C; подовження тривалості вегетаційного і безморозного періодів на 10–20 діб, що потребує перегляду строків сівби озимих зернових культур та створення адаптивних сортів [96].

Основні фази розвитку у рослин спельти озимої порівняно з пшеницею м'якою настають в середньому на 10–15 діб пізніше. Досліджено також, що спельта формує значно вищий стеблостій, який у фазу колосіння становить понад 100 см. Рослини пшениці спельти мають високий індекс стабільності формування сухої маси (період колосіння-повна стиглість зерна) і врожайності зерна [49, 73]. Після припинення осінньої вегетації за раннього строку сівби (10 вересня) рослини пшениці озимої утворили до чотирьох пагонів і 10 листків із надземною масою до 166 г. За пізнього терміну сівби (10 жовтня) висота рослин пшениці озимої зменшилася у 1,8 раза, кількість листків на одній рослині – у 4,9, надземна маса – у 13,9 раза порівняно з ранньою сівбою (10 вересня). Рання сівба сприяла кращому нагромадженню цукру в рослинах і формуванню врожайності – 3,56 т/га, що на 28,7 % більше порівняно з пізнім строком сівби [101].

У маргінальних агрокліматичних зонах на врожайність часто впливає затоплення, але для озимої спельти (*Triticum spelta* L.) цей вплив набагато менший, ніж для озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.). Толерантність до 48-годинного затоплення через чотири дні після посіву найкраще корелювала з середнім часом проростання ($r = 0,8$), що вказує на те, що рослини з швидким колеоптильним ростом менш сприйнятливі до затоплення. Для індексу росту проростків після затоплення було виявлено десять QTL, які пояснюють 35,5% фенотипової дисперсії. Стандартні сорти полби та пшениці показали однакові характеристики толерантності. Обговорюється можливість використання маркерної селекції на стійкість до затоплення [143].

Установлено, що за традиційної технології вирощування в умовах південного Степу дослідні зразки спельти озимої пройшли всі фенологічні фази і мали насіннєву продуктивність на 31–57% менше, ніж у сортів м'якої пшениці. У рослин спельти спостерігали більшу висоту і масу вегетативної частини, площу і масу листя з однієї рослини тощо. Зерно спельти містило більше білка [97]. Занадто пізня сівба спельти озимої знижує врожайність. Виявлено, що ширина міжрядь на 15–20 см позитивно впливає на якість зерна спельти. Збільшувати ширину міжрядь на посівах доцільно лише на чистих від бур'янів полях [106].

Приріст площі листкової поверхні пшениці озимої під впливом сорту, способу обробки та внесення препарату коливався від 0,6 до 5,5 тис. м²/га. Максимальне збільшення листкової поверхні було у сорту Аріївка за дворазової обробки препаратами Агат 25К та ПМК-ЗР, що на 5,4 та 5,5 тис. м²/га більше порівняно з контролем [108].

За даними науковців погодні умови 2010 і 2012 рр. були сприятливими для росту і розвитку рослин спельти, особливо у період перезимівлі. Врожайність зерна пшениці м'якої була на 27,6% і 30,1% вищою, ніж у спельти. Контрастні зимові умови 2011 р. характеризувалися високими температурами в січні та різким зниженням температури до -25°C, що призвело до зниження врожайності зерна пшениці м'якої. Внесення

екологічного добрива Екоплант окремо, а також у поєднанні з Біокалом 01 та Терра Сорб Фоліар сприяло збільшенню маси стебла, довжини і маси колоса, кількості зерен у колосі [149].

У Загребі вчені досліджували продуктивність сортів спельти (Нірвана і Остро) за трьох норм висіву (200, 300 та 400 схожих насінин/м²) та обприскування посівів фунгіцидом (тебуконазол). Сорт Нірвана був більш урожайним, а зерно сорту Остро містило більше сирого протеїну і вищу масу 1000 насінин. Норми висіву істотно не впливали на продуктивність спельти, а обробка фунгіцидами була ефективною за умов сприятливого теплового режиму [148]. У інших дослідженнях маса 1000 зерен у сорту Остро варіювала, залежно від умов року від 53 до 57,7 г. Середній вміст сирого протеїну у зерні сорту Остро становив 173,5 г/кг, а сорту Нірвана – 153,5 г/кг [160]. Шведські сорти пшениці (*Triticum aestivum* L.) різнилися між собою за вмістом білка і міцністю клейковини. Збільшення норми азотних добрив до 140 кг/га позитивно впливало на вміст білка і знижувало силу клейковини. Термін внесення добрив не впливав на вміст білка у зерні пшениці [150]. Вміст і склад загального білка в зерні залежав також від генетичних особливостей досліджуваних сортів. Максимальний вміст білка виявлено у сорту Франкенкорн [154]. Якість зерна сортів спельти озимої за такими показниками як: вміст білка і клейковини, потенціал до бродіння в тісті, ефективність помелу, хлібопекарські властивості перевищувала звичайні сорти пшениці м'якої [112].

Спельта озима високі врожаї формує в усіх зонах вирощування після попередників, які рано звільняють поле і на час її сівби містять не менше 20 мм доступної вологи в орному шарі, достатню кількість доступних елементів живлення та залишають поле чистим від бур'янів, збудників хвороб і шкідників. Результати досліджень щодо вивчення впливу попередників на елементи структури врожайності різних сортів пшениці озимої свідчать, що найбільш ефективними за формуванням показників індивідуальної продуктивності рослин виявилися сорти Землячка, Добірна та Володарка.

Автори рекомендують висівати пшеницю озиму після кращих попередників – гороху та однорічних бобових трав [43].

У дослідях виявлено, що урожайність зерна спельти була більш ніж на 20% нижчою, ніж зерна м'якої пшениці. Його зерно містило більше білка, вологої клейковини, Ca, Mg і Zn і менше крохмалю K і Fe. На врожайність зерна обох зернових позитивно вплинув озимий ріпак як попередник. Культивування після гороху значно підвищило вміст білка в зерні, а також вміст вологої клейковини у зерні пшениці спельти. Зерно пшениці спельти з ділянки після гороху мало більший вміст Mn, а пшениці спельти із сукцесії – менше Fe [176].

Правильно складена сівозміна сприяє рівновазі агроєкосистеми, об'єму і якості врожаю. Вирощування спельти в сівозмінах збагачує її біорізноманіття та забезпечує зерновим багатство різних типів харчової цінності. Показано, що вирощування спельти в усіх чотирьох сівозмінах після ріпаку озимого та після гороху польового характеризується вищим вмістом протеїну та вологої клейковини, числом падіння, більшою масою 1000 зерен, вищим вмістом N, P, Fe та Zn та більшою врожайністю зерна, ніж у сівозмінах CR3 та CR4 після полби і ячменю [170].

Для рослин спельти озимої найбільш небезпечними грибними хворобами є бура листкова іржа, борошниста роса, септоріоз листя, кореневі гнилі. Установлено, що позакоренева обробка посіву спельти фунгіцидом Грінфорт ФФ 250 КС (0,5 л/га) сприяє регулюванню розвитку мікозів на рівні 90,4–98,3% [58]. Установлено, що питома частка септоріозу листя та борошнистої роси у рослин спельти становила 52,0 і 36,0%. Автори відмічають, що вперше для умов Полісся України виявлено несистематичне ураження рослин спельти піренофорозом (*P. tritici-repentis*), або жовтою плямистістю [95].

Протруювання зерна спельти озимої від хвороб препаратом Джагер Плюс (0,25 л/т) сприяє на 21-му етапі онтогенезу повний контроль корневих гнилей та бурої листкової іржі. Контроль септоріозу листя і борошнистої роси

становить відповідно 86,7 та 81,8%. Використання протруйника Джагер Плюс сприяє підвищенню врожайності зерна спельти на 0,23 т/га [57].

В результаті досліджень визначена реакція сорту на погодні умови, що мало вплив на продуктивність озимої пшениці. Так, у 2020 р. найбільшу масу зерна в колосі виявлено у спельти сорту Європа – 1,21 г, але було найменше продуктивних стебел – 435 шт./м². Максимальний урожай зерна у 2021 р. забезпечив сорт Європа (*T. spelta*) – 5,75 т/га. Частка білка в зерні на варіанті з використанням «суспензії хлорели» становила у сорту спельти Зоря України – 20,2% [152, 165].

1.5. Органічне вирощування спельти озимої в Україні та світі

Зернові культури в органічному землеробстві України займають понад 70% площ, серед яких близько 50% площ під пшеницею спельтою. Головною причиною популярності пшениці спельта безумовно є її цінні харчові й технологічні якості. Зерно містить вітаміни і мікополісахариди. Білок спельти має відміни від білка пшениці м'якої і тому придатний для харчування людей з важкими спадковими хворобами [94]. Пшениця спельта має знижену вибагливість до родючості ґрунту, морозостійка, стійка до ураження борошнистою росою, твердою та летючою сажкою, різними видами іржі та кореневої гнилі.

Борошно зі спельти виготовляється шляхом подрібнення зерна органічної пшениці з полби (називають також спельтою). Зерно дуже трудомістке в обробітку і при обмолоті важко відокремити зерно від полови. Щоб зберегти поживні речовини спельти, корисну оболонку зерна і борошно з його зародків подрібнюють до крупного продукту. Саме висівки забезпечують високу біологічну цінність продукту. У них зосереджені всі унікальні властивості злаку. Існує три факти про органічне спельтове борошно: на відміну від інших культур, спельта містить усі незамінні амінокислоти. Вони допомагають організму будувати нові клітини та

відновлювати пошкоджені тканини; «повільні» вуглеводи (мукополісахариди) в спельті насичують організм енергією на тривалий час і зміцнюють імунітет. Борошно з нього має чудову харчову цінність, легше засвоюється; оскільки стародавні зерна дуже багаті білком, вони також містять високий рівень глютену. Це забезпечує спельтовому борошну відмінні хлібопекарські властивості, а вироби з нього набувають щільної структури та насиченого жовтого кольору. Органічне землеробство може сприяти сталому розвитку, демонструючи модель виробництва або будучи маяком сталого розвитку. Європейські вчені постійно вивчають зв'язок між споживанням органічної їжі і станом організму й окремих систем, виявляють вплив частого споживання органічних продуктів на здоров'я людини [117, 118, 137]. За даними Федерального інституту оцінки ризиків Німеччини, рівень знань громадськості про спельту як вид пшениці низький, адже спельта також може викликати алергію [119].

Сівозміна сільськогосподарських культур є важливою рушійною силою землекористування та ключовою стратегією фермерів для контролю екологічного стресу та продуктивності врожаю. За останні 50 років сівозміни різко спростилися. Тому органічне землеробство виступає як альтернативний спосіб виробництва, який сприяє диверсифікації культур. Щоб зрозуміти, чи призведе органічне землеробство до більш диверсифікованих і багатофункціональних ландшафтів, науковці пропонують нове систематичне порівняння сівозмін органічних і традиційних культур у глобальному масштабі на основі мета-аналізу наукової літератури у поєднанні з незалежним аналізом землекористування органічних і традиційних культур. Органічне землеробство призводить до відмінностей у землекористуванні порівняно зі звичайним, що призводить до більшої різноманітності та рівномірного розподілу видів культур. Ці зміни спричинені більшою кількістю тимчасових кормових, проміжних і покривних культур, здебільшого на шкоду зерновим. Виявлені відмінності в органічних сівозмінах між Європою та Північною Америкою, двома провідними регіонами органічного виробництва. Отримані

результати досліджень покращать надання екосистемних послуг щодо створення агроєкосистем [120].

Створення високопродуктивних органічних агроценозів у коротко- і довго ротаційних зерно-трав'яних сівозмінах є актуальним питанням у світі та Україні. Тут особливої уваги заслуговує високобілкова пшениця спельта, яку доцільно розміщувати після бобових, зернобобових, а в окремих випадках злакових зернових культур. За органічного виробництва насиченість сівозмін зерновими культурами повинна становити до 50%. При виборі попередника під пшеницю спельта варто враховувати помірну вибагливість її до азотного живлення. Повторне повернення спельти на попереднє місце залежить від зернобобових культур, які мають найдовший період повернення в сівозміні [69, 70].

За даними науковців найбільш ефективною для спельти озимої була органічна технологія вирощування, яка забезпечила 6,43 т/га зерна. Сівбу спельти проводили після гірчиці ярої на сидерат. Комплексне поєднання препаратів (БТУ-комплекс (1,5 л/т) + Біо-гель на IV і VII етапах органогенезу) на фоні сидерату сприяло отриманню 14,4% протеїну, 25,6% клейковини, 67,1 тис. грн/га прибутку за рентабельності 670% [109].

Відродження полби пов'язане з розвитком альтернативного землеробства та тенденцією до збереження біорізноманіття. Було проведено порівняння двох способів знищення бур'янів (механічного та хімічного), а також вплив сорту зернової культури на хімічний склад полби та пшениці. Для оцінки хімічного складу використовували такі зернові культури: лінії озимої спельти – STN 8 і STN 11 та озимої м'якої пшениці св. Тонача. В усіх випадках загальний вміст білка в зерні спельти був значно вищим, ніж у пшениці м'якої. Зерно спельти також багатше на жири, ніж зерно звичайної пшениці. Помітна тенденція до вищої концентрації сирової клітковини спостерігалася при застосуванні механічного прополювання. Крім того, механічна прополка, а також сорт істотно впливали на вміст β -глюкану. Вивчення впливу способу

прополювання та сорту не дає чіткого уявлення про напрямок зміни вмісту амінокислот [136].

Органічне сільське господарство пропонує багато переваг завдяки підвищенню поживної якості вирощених культур, збереженню агроєкосистем та пом'якшенню наслідків зміни клімату. В органічному виробництві впродовж п'яти років проводили дослідження у сівозміні кукурудза-спельта-соя для оцінки варіабельності органічної речовини ґрунту (ОРГ) та стану доступних елементів: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn і Si з ґрунту, а також врожайність зерна (ВЗ) і вміст білка, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn і Si у зерні спельти, кукурудзи та сої. Виявлено значні варіації вмісту мінеральних елементів у ґрунті, врожайності та складі зерна. Спельта досягла найвищого середнього показника врожайності зерна, тоді як зерно сої було найбагатшим на більшість досліджуваних поживних речовин. Було визнано, що перехресні зв'язки між ґрунтом і культурою є важливою стратегією управління макро- і мікроелементами в ґрунті та зерні органічно вирощених спельти, кукурудзи та сої. Незважаючи на те, що з часом спостерігалось зниження врожайності і концентрації білка в зерні, було встановлено, що система з низькими витратами в умовах посушливого землеробства підтримує доступність поживних речовин і їх накопичення в зерні в напівпосушливих агроєкологічних умовах центральної Сербії [172].

Дослідження свідчать, що урожайність зерна була найвищою там, де використовували звичайні методи управління родючістю та захисту рослин, вирощування пшениці після врожаю конюшини частково компенсує зниження врожайності через використання органічного управління родючістю [135].

Пшеницю м'яку і полбу досліджували у системі органічного землеробства впродовж дворічного польового досліді. Розрахунок економічної ефективності свідчить, що виробничі витрати на вирощування спельти значно перевищили витрати на виробництво пшениці м'якої. Ця різниця пояснюється прямими витратами, зокрема цінами на насіння. Спельта забезпечила дещо вищий прибуток, що також тісно пов'язано з вищими

ринковими цінами на зерно спельти. Найвищий коефіцієнт маржинального доходу 2,61 був відмічений для пізньостиглої спельти сорту Спельта Т. (Speltz T.). Коефіцієнт рентабельності був найнижчим (2,16) для ранньостиглого сорту спельти Ротер С. (Roter S.) [178].

Фахівці проводили оцінку антиоксидантних властивостей обраних трьох біопродуктів зі спельти (*Triticum spelta*), які були отримані безпосередньо з торгової мережі в Словацькій Республіці: крупа спельти, цільна крупа спельти та хліб із спельти (пропарені зерна – вироблені за допомогою пари). Виявили, що антирадикальна активність зменшувалася в тому ж порядку, що й антиоксидантна здатність: хліб із спельти > ціла крупа з полби > крупа з полби [142]. Хоча борошно зі спельти має вищий вміст білка, воно містить менше клейковини, тоді як пшеничне борошно забезпечує більш міцне та еластичне тісто з чудовими хлібопекарськими властивостями. Хліб із спельтового борошна має менший питомий об'єм, темніший колір м'якушки та скоринки та підвищену твердість скоринки та м'якушки [126, 164].

Найвищу технологічну якість серед сортів представляє сорт Швабенкорн. Жоден із аналізованих сортів пшениці спельти не був однорідним за показником глютеніну [146].

Використання різних систем удобрення, допустимих за органічного вирощування спельти озимої сприяє підвищенню врожайності і якості зерна [138].

Висновки до розділу 1

Детальний розгляд і інтерпретація результатів наукових досліджень, проведених ученими в Україні та за кордоном, свідчить, що спельта озима потребує розробки і удосконалення адаптивних агротехнологій вирощування, особливо за органічного землеробства. Сорти спельти, що занесені до Реєстру сортів рослин України, а також комплексне поєднання елементів агротехніки їх вирощування в умовах Полісся залишилися практично невивченими.

Спельта, як зернова озима культура, має цілий ряд цінних властивостей, однак вона потребує удосконалення елементів органічної технології вирощування, зокрема удобрення рослин та використання біологічних препаратів. Всебічний огляд наукової фахової літератури підтвердив потребу в проведенні додаткових регіональних досліджень щодо вивчення комплексного впливу основного удобрення і позакореневого підживлення рослин під час вирощування спельти озимої на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся. На основі отриманих результатів наукових досліджень сформовані аргументовані рекомендації, адаптовані саме для господарств зони Полісся.

Список посилань на літературу до розділу 1

Результати огляду літератури, представлені у розділі 1, використані у наукових працях автора: [52, 53, 84].

У розділі 1 використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела зі списку літератури: [1, 4, 6, 7, 9, 11, 13, 14, 16, 19, 43–46, 49, 57, 58, 61– 65, 67–70, 72– 75, 77, 88– 90, 92– 97, 100, 101, 104–112, 114–127, 130–140, 142, 143, 146–150, 152–154, 156–158, 160–176, 178–182].

РОЗДІЛ II. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце проведення досліджень та ґрунтово-кліматичні умови

Полеві дослідження щодо вивчення сортів спельти озимої, їх основного удобрення та впливу позакореневого підживлення гуміновими препаратами на врожайність і якість зерна проводили впродовж 2022–2024 рр. на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах ПП «Галекс Агро» с. Стрієва Звягельського району Житомирської області.

Приватне підприємство «Галекс-Агро» – компанія, що спеціалізується на виробництві сертифікованої органічної продукції у сфері рослинництва і тваринництва. Вона здійснює повний цикл виробництва – від вирощування культур до переробки та продажу готової продукції. Продукція підприємства відповідає міжнародним стандартам та сертифікована організацією «Органік Стандарт». Вона відповідає вимогам постанов ЄС №834/2007 і №889/2008, а також стандартам Bio Suisse (Швейцарія).

Спеціалізація рослинництва: зернові та зернобобові культури у широкому асортименті, зокрема пшениця (включаючи спельту та тверду пшеницю), кукурудза, ріпак, льон.

Термін "дернові ґрунти" введений у науковий і навчальний процес В.В. Докучаєвим. Основні діагностичні властивості дернових ґрунтів це, перш за все: добре виражений гумусовий горизонт; відсутні чи дуже слабкі інші генетичні горизонти; вміст гумусу від 3 до 15%; рН ґрунтового середовища близьке до нейтрального [86].

Впродовж досліджень дерново-підзолисті супіщані ґрунти дослідних ділянок характеризувалися наступними показниками: вміст гумусу (за Тюрінім) – 1,52–1,53%; лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 54–61 мг/кг; рухомого фосфору (за Кірсановим) – 44–63 мг/кг та обмінного калію (за Кірсановим) 59–66 мг/кг, рН_{сольове} – 4,8–5,3 (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Агрохімічна характеристика дерново-підзолистого супіщаного типу ґрунту на дослідних ділянках під спельтою озимою (2022–2024 рр.)

| Рік | Кислотність (pH _{сол.}) од/pH | Гідролітична кислотність, мг-екв/100 г ґрунту | Вміст гумусу в орному шарі, % | Азот, що легко гідролізується, мг/кг ґрунту | Рухомий фосфор, мг/кг | Обмінний калій, мг/кг |
|---------|---|---|-------------------------------|---|-----------------------|-----------------------|
| 2022 | 5,1 | 1,94 | 1,52 | 58 | 63 | 59 |
| 2023 | 4,8 | 1,23 | 1,53 | 54 | 56 | 61 |
| 2024 | 5,3 | 1,36 | 1,53 | 61 | 44 | 66 |
| середнє | 5,1 | 1,51 | 1,53 | 57,7 | 54,3 | 62 |

Забезпеченість ґрунту рухомими сполуками мікроелементів, а саме міддю, марганцем, сіркою, молібденом були на низькому рівні. Вміст рухомого цинку був на дуже низькому рівні забезпеченості. Такі мікроелементи як кобальт та бор були на середньому рівні забезпеченості (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Вміст рухомих форм мікроелементів у ґрунті дослідних ділянок, мг/кг

| Елемент | Вміст рухомих сполук, мг/кг |
|----------------|-----------------------------|
| Цинк (Zn) | 0,48–0,55 |
| Мідь (Cu) | 0,108–0,119 |
| Марганець (Mn) | 5,22–5,81 |
| Кобальт (Co) | 0,113–0,126 |
| Бор (B) | 0,28–0,32 |
| Молібден (Mo) | 0,061–0,070 |
| Сірка (S) | 5,3–5,7 |
| Свинець (Pb) | 0,55–0,64 |
| Кадмій (Cd) | 0,028–0,035 |

Забруднення ґрунту рухомими сполуками важких металів (свинець, кадмій) було значно нижче ГДК і знаходилося на рівні фонових значень.

Дерново-підзолисті ґрунти мають неоднорідний профіль і гранулометричний склад. Верхні горизонти містять мало поживних речовин. Уміст валового фосфору у піщаних ґрунтах не перевищує 0,1–0,15%, а вміст валового калію становить 1%. Кількість рухомого калію у ґрунті залежить від вмісту вологи.

Характерним для дерново-підзолистих ґрунтів є низький вміст гумусу, який знаходиться в межах 0,6–1,9%. Гумус не насичений кальцієм, розчинний, легкорухомий та вимивається водою. Вимиваються також і розчинні форми макро- та мікроелементів. Дані ґрунти, зазвичай, містять переважно іони водню, кальцію, магнію та алюмінію. Наявність іонів водню та алюмінію обумовлює ненасичення цих ґрунтів основами та кислу реакцію ґрунтового розчину [8, 15].

Спельта – одна з найкращих зернових культур для дерново-підзолистих ґрунтів, особливо в органічному землеробстві. Вона витримує кислі ґрунти, низьку родючість і потребує мінімального догляду, що робить її перспективною для регіонів Полісся та Житомирщини.

Перед проведенням досліджень зробили розріз профілю поля (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

**Характеристика профілю дерново-підзолистого неоглеєного
на водно-льодовикових відкладах ґрунту**

| Будова профілю | Назва горизонту | Глибина горизонту, см |
|----------------|----------------------|-----------------------|
| HE | Гумусово-елювіальний | 0–20 |
| E | Елювіальний | 21–40 |
| I | Ілювіальний | 41–75 |
| IP | Ілювіальний | 76–150 |
| P | Порода | від 150 |

Дослідні ділянки характеризується низьким і середнім рівнем забезпечення основними елементами мінерального живлення із слабокислою реакцією ґрунтового розчину та низьким вмістом мікроелементів. Однак, такі ґрунтові умови сприятливі для росту і розвитку рослин спельти озимої, оскільки вони є відносно невибагливими до ґрунтових умов завдяки своєму походженню як дикорослої злакової рослини.

2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень

Метеорологічні умови є одним із ключових факторів, що впливає на ріст, розвиток та продуктивність спельти (*Triticum spelta*) в умовах органічного землеробства. Спельта, як культура, характеризується високою адаптивністю до різних кліматичних умов, однак для отримання високих і стабільних урожаїв необхідний оптимальний температурний режим та достатній рівень зволоження. У цьому розділі розглядається аналіз погодних умов впродовж 2021–2024 років порівняно із середньо багаторічними показниками, що дозволяє оцінити кліматичні ризики та сприятливі фактори для вирощування спельти озимої в органічному виробництві.

Згідно з агрокліматичним районуванням України, підприємство «Галекс-Агро» належить до вологої, помірно теплої природної зони. Ці кліматичні умови сприятливі для вирощування зернових культур.

Характеристика погодних умов сезонних років досліджень базується на багаторічних даних про основні метеорологічні показники, зокрема температуру і вологість повітря, а також кількість і характер атмосферних опадів. Щодо погодних умов 2021–2024 рр., то слід виділити осінь 2022 року, коли після тривалого посушливого періоду настали затяжні інтенсивні дощі, що спричинили надмірне зволоження ґрунту. Це ускладнило проведення посівних робіт, тому основний масовий посів озимих зернових під урожай 2023 року відбувся наприкінці першої декади жовтня. На той час температура ґрунту на глибині 10 см становила +8...+9°C, а запаси продуктивної вологи в

орному шарі ґрунту коливалися в межах 37–55 мм. Протягом першої декади жовтня переважала суха й тепла погода, що сприяло розвитку висіяної озимини. За таких умов сходи з’явилися через 9–10 днів після посіву, а вже через 7–10 днів після їх появи озима спельта сформувала третій листок (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Метеорологічні показники вегетаційного періоду спельти озимої в роки проведення досліджень, 2021–2024 рр.

(за даними спостережень метеостанції Звягель Житомирської області)

| Місяць | Температура повітря, °С | | | | Опади, мм | | | | СБ опади, мм | СБ температура, °С |
|---------------|-------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|
| | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | | |
| Січень | -2,4 | -1,1 | -0,9 | -2,1 | 58,0 | 57,5 | 36,1 | 64,0 | 39,0 | -3,1 |
| Лютий | -4,1 | +1,7 | -0,1 | +3,9 | 74,9 | 27,9 | 40,8 | 55,3 | 39,0 | -2,1 |
| Березень | +1,8 | +2,3 | +4,3 | +4,9 | 51,5 | 16,3 | 65,0 | 41,3 | 40,0 | +2,2 |
| Квітень | +7,1 | +7,1 | +8,5 | +11,9 | 44,3 | 68,7 | 73,7 | 66,4 | 39,0 | +9,3 |
| Травень | +13,8 | +14,1 | +14,8 | +15,7 | 95,5 | 42,5 | 5,7 | 13,5 | 58,0 | +14,8 |
| Червень | +20,2 | +20,2 | +18,6 | +20,0 | 61,4 | 50,3 | 55,1 | 65,2 | 77,0 | +18,2 |
| Липень | +23,3 | +19,7 | +20,6 | +22,5 | 98,7 | 55,8 | 86,6 | 61,6 | 89,0 | +19,8 |
| Серпень | +18,6 | +20,9 | +22,5 | +21,5 | 86,7 | 73,5 | 190 | 23,4 | 60,0 | +19,0 |
| Вересень | +12,4 | +11,8 | +17,9 | +18,6 | 52,8 | 213,7 | 7,1 | 35,9 | 53,0 | +13,8 |
| Жовтень | +7,7 | +10,1 | +11,2 | +8,7 | 3,0 | 57,5 | 61,6 | 33,1 | 44,0 | +8,1 |
| Листопад | +4,7 | +3,1 | +3,5 | +2,4 | 19,7 | 53,4 | 56,8 | 30,8 | 44,0 | +2,8 |
| Грудень | +1,9 | -0,7 | -0,7 | -0,1 | 83,1 | 65,8 | 46,6 | 44,5 | 44,0 | -1,6 |
| За рік | +8,4 | +9,1 | +10,2 | +10,7 | 729,6 | 782,9 | 554,1 | 514,9 | 626 | +8,4 |

Температура є визначальним фактором для всіх етапів росту спельти – від проростання до формування зерна. Оптимальними умовами для рівномірних і дружних сходів є температура +10...+15°С і достатнє зволоження ґрунту. Збільшення середньо зимових температур (як у 2023–2024 рр.) може спричинити нестабільність перезимівлі спельти, а також збільшення ризику розвитку грибових захворювань. Ранньовесняна температура впливає на інтенсивність відновлення вегетації та тривалість фази кущіння. Критичний період для врожайності – фаза колосіння і цвітіння

(червень). Температурні умови впливають на процеси запилення та запліднення, що визначає кількість і масу зерен у колосі.

Проведений аналіз гідротермічних показників дозволяє оцінити динаміку змін температури повітря за роками досліджень, виявити аномальні відхилення та простежити можливі кліматичні тенденції (рис. 2.1).

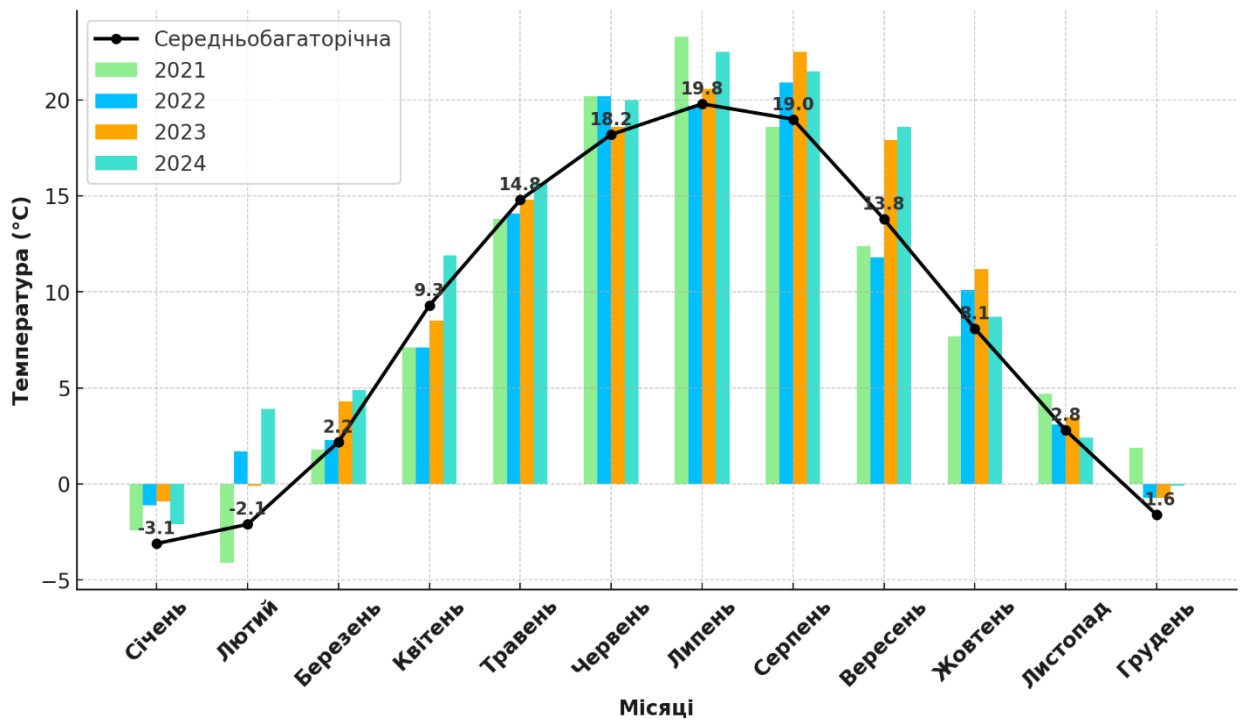


Рис. 2.1. Температура повітря впродовж вегетаційного періоду спельти озимої, °C (2021–2022; 2022–2023 і 2023–2024 рр.)

Температура у вересні (+13,8°C) та жовтні (+8,1°C) 2021 року була оптимальною для рівномірного проростання зерна та подальшого формування кореневої системи рослин спельти. У зимові місяці грудень +1,9°C, січень -1,1°C, лютий +1,7°C – температури не досягали критичних значень, що ніяк не вплинуло на добру перезимівлю рослин спельти. Весняні місяці 2022 року, а саме березень +2,3°C, квітень +7,1°C, травень +14,1°C характеризувалися поступовим наростанням тепла, що сприяло ефективному виходу в трубку та стеблунню рослин. У червні +20,2°C, липні +19,7°C, серпні +20,9°C 2022 року – температура дещо перевищувала середньо річний показник: червень і

серпень були теплішими на $+2^{\circ}\text{C}$ та $+1,9^{\circ}\text{C}$ відповідно, що негативно вплинуло на формування зерна на контрольних варіантах. Загалом 2021–2022 рік був сприятливим для посіву спелти озимої – стабільні температури, відсутність сильної посухи і екстремальних морозів дали гарний результат врожайності зерна та високих якісних показників культури. Осінь 2022 року була досить теплою – у жовтні середня температура становила $+10,1^{\circ}\text{C}$, а у листопаді $+3,1^{\circ}\text{C}$, що в свою чергу перевищувало середню багаторічну норму і це викликало надмірне осіннє кушіння рослин. Лютий місяць 2023 року показав відхилення у бік потепління на $+2^{\circ}\text{C}$, раннє пробудження рослин значно збільшило ризик пошкодження весняними заморозками. Однак весна 2023 року була досить теплою, в результаті чого відбулося скорочення періоду наливу зерна, але натомість особливо не вплинуло на урожай і якість продукції. Загалом 2022–2023 вегетаційний рік характеризувався теплими зимами та жарким літом. Температурні умови осені 2023 року були надмірно теплими, а саме температура у жовтні становила $+11,2^{\circ}\text{C}$, листопад $+3,5^{\circ}\text{C}$, таке затяжне тепло спричинило надмірний ріст молодих рослин.

Зимові місяці 2023–2024 років були також досить теплі, найтеплішим за весь період спостережень став лютий місяць $+3,9^{\circ}\text{C}$, що значно перевищує середню багаторічну норму. У такі періоди рослини могли відновити вегетацію вже у лютому, що є дуже ризикованим для врожайності. Однак весна 2024 року була аномально тепла. Так, у березні температура була $+4,9^{\circ}\text{C}$, квітні $+11,9^{\circ}\text{C}$, травні $+15,7^{\circ}\text{C}$ що в середньому перевищувало середню багаторічний показник температури за цей період на $+2,1^{\circ}\text{C}$. Значне підвищення температури прискорило всі фази розвитку спелти озимої, що в свою чергу пришвидшило дозрівання зерна. Аналізуючи температурні умови з 2021 року слід відзначити, що температура зазнала суттєвих змін (2023 рік став найтеплішим – на $+2,3^{\circ}\text{C}$ від норми, 2024 рік також був теплішим за середній показник) і це вплинуло на всі фази розвитку спелти. Для стабільного вирощування в органічному виробництві потрібні адаптаційні

заходи, що дозволять компенсувати кліматичні ризики та зберегти високу продуктивність культури (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Аналіз середньорічної температури повітря за роками досліджень

| Рік | Середня температура, (°C) | Відхилення від середньо багаторічного показника (8,4°C) |
|------|---------------------------|---|
| 2021 | +8,4 | Норма |
| 2022 | +9,1 | +0,7°C вище норми |
| 2023 | +10,7 | +2,3°C вище норми |
| 2024 | +9,4 | +1°C вище норми |

Опади є важливим фактором, що впливає на ріст, розвиток та врожайність озимої спельти. Їх вплив залежить від кількості, інтенсивності та рівномірності розподілу протягом вегетаційного періоду. Опади також є ключовим фактором, що визначає вологозабезпеченість ґрунту. Однак підвищення температури впливає на кількість, інтенсивність і характер опадів через зміни в атмосферній циркуляції, випаровуванні та вологості повітря. збільшенню випаровування, що утворює інтенсивні зливи. Тепле повітря утримує більше вологи, що призводить до сильніших опадів (рис. 2.2).

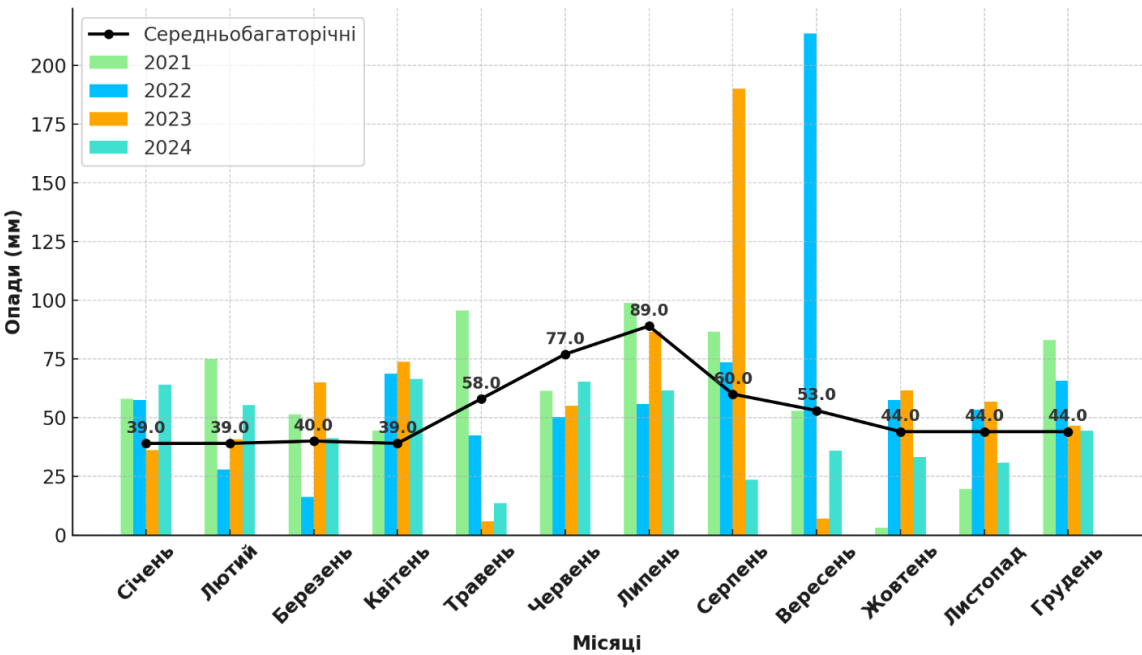


Рис. 2.2. Кількість опадів впродовж вегетаційного періоду спельти озимої, мм (2021–2022; 2022–2023 і 2023–2024 рр.)

Аналіз динаміки опадів впродовж років вирощування органічної спельти свідчить, що вони розподілялася нерівномірно. Восени 2021 (вересень-листопад) в цілому склалися оптимальні умови для сівби спельти озимої. Так, у вересні випала достатня кількість опадів для отримання дружніх сходів – 52,8 мм, а у жовтні лише 3 мм, тобто вже спостерігався дефіцит вологи, що уповільнювало укорінення. За листопад місяць опадів випало 19,7 мм – в половину менше від середньо багаторічної місячної норми. Опади взимку 2021–2022 рр. (грудень-лютий) були стабільними. Саме у грудні випало 65,8 мм, у січні 57,5 мм і це було хороше зволоження ґрунту за ці місяці, а от у лютому випало лише 27,9 мм – низька кількість опадів для цього місяця, що негативно вплинуло на запаси вологи перед весною. Дефіцит опадів також спостерігався і в березні 16,3 мм, але в подальшому ситуація змінилася. Так, за квітень випало 68,7 мм, а у травні 42,5 мм, що сприяло ростовим процесам спельти, а саме виходу рослин в трубку та наливу зерна. Літо 2022 року було із стабільними опадами у вигляді дощів які, позитивно вплинули на формування зерна озимої спельти. Загалом сезон 2021–2022 рр. мав оптимальні умови для вирощування спельти, дефіцит вологи восени не вплинув на кушіння, а весняні та літні опади сприяли високій продуктивності культури. Осінні опади в 2022 році були надлишкові, у вересні випало 213,7 мм, що на 160,7 мм більше за середньо багаторічний показник цього місяця, що могло навіть призвести до ризику загнивання насіння. У подальшому спостерігалось рівномірне накопичення вологи, перед зимівлею у жовтні випало 57,5 мм, а в листопаді 53,4 мм. У весняний період критичним став травень місяць – опадів було вкрай мало (5,7 мм), що привело до погіршення ростових процесів на контрольних варіантах двох сортів спельти. Літо 2023 року було зі стабільними опадами – у червні випало 55,1 мм, у липні 86,6 мм. Ця кількість позитивно вплинула на формування зерна озимої спельти. За кількістю і якістю випадання опадів 2023 рік був екстремальним для вирощування спельти через критичну посуху у травні. Погодні умови осені 2023 року в цілому були сприятливими для посіву спельти. Лише у вересні опадів було критично мало – 7,1 мм, в інші місяці дефіциту не спостерігалось (у жовтні випало 61,6 мм, а у листопаді 56,8 мм). Зима 2023–2024 років

(грудень-лютий) була малосніжна, але з досить високою кількістю опадів 165,9 мм за три місяці. Навесні 2024 року (березень-травень) спостерігався помірний дефіцит вологи, оскільки опади випадали нерівномірно – за березень 41,3 мм, квітень 66,4 мм, а в травні 13,5 мм – недостатньо. Опади у літні місяці 2024 року (червень-липень) за кількістю були менші на 11,8–27,4 мм порівняно із середньо багаторічним показником цих місяців, що негативно вплинуло на формування врожаю спельти, яка була нижча від попередніх років. В цілому 2024 рік мав низьку кількість опадів на всіх етапах розвитку рослин, що значно знизило врожайність спельти.

Визначення гідротермічного коефіцієнта (ГТК) за вегетаційний період вирощування спельти озимої свідчить, що він знаходився у широких межах 0,72–1,66, тобто показник зволоження був від дуже посушливого до помірної вологості. У 2022 році була помірна вологість території, але це лише за рахунок того, що у вересні місяці випала велика кількість опадів, показник ГТК становив 6,03, що вплинуло на річний показник ГТК. Нестача вологи спостерігалася при вирощуванні органічної спельти впродовж усіх років проведення досліджень. Територія була забезпечена недостатньою вологістю і показник ГТК становив 1,13. Дуже посушливою була територія у 2023–2024 роках із показниками ГТК 0,72 та 0,79 відповідно, що значно вплинуло на ріст, розвиток та урожай спельти (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Абіотичні фактори за вегетаційний період органічної спельти

| Місяць | Рік | Σ опадів, мм | $\Sigma t > 10^\circ\text{C}$ | ГТК | Показник |
|--------|-----------|------------------------|-------------------------------|------|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| IV | 2024 | 66,4 | 357 | 1,85 | надмірна вологість |
| V | 2021 | 95,5 | 428 | 2,2 | істотно надмірна |
| | 2022 | 42,5 | 434 | 0,98 | недостатня вологість |
| | 2023 | 5,7 | 459 | 0,12 | сильна посуха |
| | 2024 | 13,5 | 471 | 0,29 | сильна посуха |
| | 2021-2024 | 157,2 | 1792 | 0,88 | посушливо |
| | | | | | |
| VI | 2021 | 61,4 | 606 | 1,01 | недостатня вологість |
| | 2022 | 50,3 | 606 | 0,83 | посушливо |
| | 2023 | 55,1 | 558 | 0,99 | недостатня вологість |
| | 2024 | 65,1 | 600 | 1,08 | недостатня вологість |
| | 2021-2024 | 231,9 | 2370 | 0,98 | недостатня вологість |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------|-----------|-------|------|------|----------------------|
| VII | 2021 | 98,7 | 722 | 1,36 | помірна вологість |
| | 2022 | 55,8 | 611 | 0,91 | недостатня вологість |
| | 2023 | 86,6 | 632 | 1,37 | помірна вологість |
| | 2024 | 61,6 | 697 | 0,88 | посушливо |
| | 2021-2024 | 302,7 | 2662 | 1,14 | недостатня вологість |
| VIII | 2021 | 86,7 | 577 | 1,50 | помірна вологість |
| | 2022 | 73,4 | 648 | 1,13 | недостатня вологість |
| | 2023 | 19,0 | 697 | 0,27 | сильна посуха |
| | 2024 | 23,4 | 666 | 0,35 | сильна посуха |
| | 2021-2024 | 202,5 | 2588 | 0,78 | дуже посушливо |
| IX | 2021 | 52,8 | 372 | 1,41 | помірна вологість |
| | 2022 | 213,7 | 354 | 6,03 | істотно надмірна |
| | 2023 | 7,1 | 537 | 0,13 | сильна посуха |
| | 2024 | 35,9 | 558 | 0,64 | дуже посушливо |
| | 2021-2024 | 309,5 | 1821 | 1,70 | помірна вологість |
| X | 2022 | 57,5 | 313 | 1,83 | надмірна вологість |
| | 2023 | 61,6 | 347 | 1,77 | надмірна вологість |
| Σ 2021 | | 395,1 | 2705 | 1,06 | недостатня вологість |
| Σ 2022 | | 493,2 | 2966 | 1,66 | помірна вологість |
| Σ 2023 | | 235,1 | 3230 | 0,72 | дуже посушливо |
| Σ 2024 | | 265,9 | 3350 | 0,79 | дуже посушливо |
| середнє 2021–2024 | | 347,3 | 3062 | 1,13 | недостатня вологість |

Що стосується ГТК за місяцями вегетації спельти, то встановлено, що помірна вологість території при вирощуванні органічної спельти була у липні 2022 року. Надмірна вологість із показниками ГТК 1,77–1,85 спостерігалася у жовтні 2022–2023 років та у квітні 2024 року. Істотно надмірна вологість території була у травні 2022 року (ГТК 2,2) та у вересні 2022 року (ГТК 6,03). Помірна вологість території була у липні–вересні 2021 року. Решта періодів проведення досліджень були посушливими. Таким чином найбільш оптимальна вологість ґрунту і температура повітря для вирощування спельти була у 2021–2022 роках. Такі погодні умови сприяли ростовим процесам органічної спельти.

2.3. Схема досліду і методика проведення досліджень

У дослідженні вивчали адаптацію сортів спельти озимої до природної зони Полісся, вплив основного удобрення та позакореневого підживлення гуміновими препаратами на продуктивність органічної спельти. Дослід проводився за наступною схемою (табл. 2.7).

Схема досліду з вирощування та оптимізації елементів органічної технології вирощування спельти озимої в умовах Полісся включала наступні варіанти.

Фактор А – сорти спельти:

1. Зоря України;
2. Аттергауер Дінкель.

Фактор В – використання мінерального добрива, яке дозволене в органічному виробництві:

1. Без добрив (контроль);
2. Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) – 100 кг/га

Фактор С – позакореневе підживлення (обробка посівів гуміновими препаратами):

1. Контроль;
2. Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га;
3. Гумісол-плюс 01 зернові, по 0,5 л/га двічі;
4. Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5л/га – двічі + Гуміфілд ВР-18, 0,4 г/л.

Підживлення рослин спельти проводили двічі: 1 – фаза весняного кушення; 2 – фаза появи прапорцевого листка.

Облікова площа ділянки 100 м², повторність триразова, розміщення ділянок у досліді систематичне. Попередник спельти озимої – горох посівний на зерно.

Таблиця 2.7

Схема досліду

| Сорт (фактор А) | Удобрення (фактор В) | Позакореневе удобрення (фактор С) |
|--------------------|---------------------------------------|--|
| Зоря України | без добрив | контроль |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі |
| Attergauer Dinkel | без добрив | контроль |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі |

У досліді спельту вирощували за загальноприйнятою агротехнікою для зони Полісся. Система обробітку ґрунту включає оранку плугами MULTI-

LEADER X на глибину 18–20 см. Передпосівний обробіток виконували агрегатом *Kompaktomat PS* відповідно до глибини загортання насіння. Озиму спельту висівали у рекомендовані для цієї зони строки: 4 жовтня 2021 року, 7 жовтня 2022 року та 2 жовтня 2023 року. Норма висіву становила 2,9 млн схожих насінин на гектар, а сівбу здійснювали посівним комплексом *AMAZONE Cirrus 6001*. Позакореневе підживлення виконувалося причіпним обприскувачем *Титан-3000* у рекомендованих виробником дозах застосування. Витрата води під час обробки становила 200 л/га. Збирання врожаю здійснювали комбайном *Claas Tiscano 320* методом прямого комбайнування у терміни: 10.07.2022 р., 18.07.2023 р. та 14.07.2024 р. Урожайність визначали шляхом поділянкового зважування, з подальшим коригуванням на 100% чистоту зерна та базову вологість 14%. Мінеральне добриво вносили восени під час сівби.

У досліді вивчали два сорти спельти, які вирощували за органічною технологією.



Рис. 2.3. Сорти спельти озимої на дослідних ділянках

Сорт Зоря України був створений українськими селекціонерами (Всеукраїнський науковий інститут селекції (ВНІС)) і внесений до Державного

реєстру сортів України у 2012 році. Розроблений для вирощування в різних кліматичних умовах і має високу продуктивність. Сорт характеризується невибагливістю до умов вирощування, характерною рисою є те, що зерно легко обмолочується. Сорт є толерантним до борошнистої роси, септоріозу, бурої іржі, фузаріозу колосу та кореневих гнилей. Рослини сорту стійкі до посухи, вилягання та осипання. Рекомендований для виробництва хліба, макаронних виробів та круп, оскільки має високий вміст білка і клейковини

Сорт Аттергауер Дінкель походить із регіону Аттергау в Австрії (селекція Пробстдорфер Заатцухт Гез.м.б.Х. енд КоКГ), реєстрований з 2019 р. Цей сорт є класичним сортом, без схрещування із озимою м'якою пшеницею [17]. Належить до старовинних різновидів полби (*Triticum spelta*), що культивується протягом століть і має високу генетичну стійкість. Висока стійкість до посухи і надмірної вологості, середня до вилягання. На відміну від інших сортів спельти Аттергауер Дінкель характеризується високою толерантністю до жовтої іржі. Окрім того, він характеризується покращеними показниками числа падіння зерна.

Для отримання високоякісного врожаю спельти озимої з високим вмістом білка необхідно забезпечити ґрунт збалансованими макро- та мікроелементами, особливо фосфором, калієм, кальцієм і сіркою. Основним удобренням спельти у досліді було добриво Physio Natur PKS 47 Bio, яке добре підходить для цієї культури, оскільки в своєму складі містить фосфор (P_2O_5), калій (K_2O), кальцій (CaO), сірку (SO_3) та магній (MgO), ці елементи вкрай важливі для росту та розвитку спельти озимої.

Добриво Physio Natur PKS 47 Bio – це гранульоване мінеральне добриво, що містить природні мінеральні компоненти, а саме 13% фосфору (P_2O_5), 15% калію (K_2O), 30% кальцію (CaO), 19% сірки (SO_3) та 2% магнію (Mg) та сертифіковане для використання в органічному виробництві. Це добриво розроблено з акцентом на покращення кореневої системи та ефективне засвоєння поживних речовин. Головна особливість добрива – це допоміжний комплекс PHYSIO+, що включає амінопурини – природні сигнальні молекули,

які стимулюють розвиток кореневої системи, зокрема ріст корневих волосків. Це суттєва перевага, адже розвинена коренева система допомагає рослині краще використовувати вологу та поживні елементи навіть у стресових умовах. Що стосується складу, фосфор і калій у комбінації з кальцієм, сіркою та магнієм утворюють збалансоване живлення для рослин. Особливо варто відзначити високий вміст сірки, яка відіграє ключову роль у білковому обміні та підвищує ефективність використання азоту, а присутність магнію допомагає рослині поглинати азот із ґрунту. Це вкрай необхідно для культур, які потребують збільшеного азотного живлення, до прикладу злакові зернові. Рекомендації щодо застосування: норма внесення: 70–120 кг/га під час сівби або 100–300 кг/га під час культивування чи оранки. З практичної точки зору добриво Physio Natur PKS 47 Bio – найкращий варіант для органічного виробництва, його варто розглядати як універсальне рішення для основного внесення або припосівного удобрення, особливо для покращення укорінення рослин і підвищення їх стійкості до несприятливих умов.

Гумінові препарати активізують ріст і розвиток рослин, підвищують їх стійкість до сольового стресу та низьких температур, покращують засвоєння поживних речовин при позакореновому підживленні. Усі ці ефекти можна досягти завдяки використанню одного препарату.

Гумінові речовини – це високомолекулярні природні сполуки, що утворилися у процесі гуміфікації рослинних решток за вологого середовища і недостатнього доступу повітря. Різні за хімічним складом і містять багато макро- і мікроелементів. Гуміфілд ВР-18 – це універсальний антистресант для обробки насіння та позакоренового внесення. Сертифікований для органічного виробництва продукції. Впливає на ріст кореневої системи рослин, зменшує дію різних стресів. У зернових колосових культур цей препарат сприяє збільшенню врожаю і покращенню якісних показників зерна. Антистресант складається із солей фульво- (20 г/л) і гумінових кислот (180 г/л), K_2O (30 г/л) та мікроелементів (5 г/л).

Гумісол-плюс 01 Зернові являє собою рідкий препарат гумінової природи, оскільки вироблений на основі вермікомпосту. Цей препарат містить фізіологічно активні гумінові речовини; макро- та мікроелементи у легкодоступній органічно зв'язаній формі; фітогормони (ауксини, гібереліни, цитокініни, абсцизова кислота); амінокислоти, вітаміни, ферменти; має агрономічно корисну мікрофлору. Гумісол-плюс 01 Зернові містить комплекс біогенних мікроелементів (Fe, Zn, Cu, Mo, Co, Mn, B). Цей стимулятор сприяє підвищенню енергії проростання і схожості насіння, розвитку потужної кореневої системи, активізації ферментів, синтезу білків та вуглеводів, покращанню засвоєння рослинами азоту [2].

У дослідження були використані загальноприйняті агрономічні методи і методики, а також прикладні комп'ютерні програми для оброблення і інтерпретації отриманих результатів [71, 81, 82, 83, 87].

Ґрунтові зразки відбирали для проведення агрохімічних аналізів за ДСТУ4287:2004 [24]. Ґрунтові зразки аналізували за такими показниками:

- ✓ обмінна кислотність за ДСТУ ISO 10390:2007 [41];
- ✓ рухомі сполуки фосфору і обмінного калію за Кірсановим [26];
- ✓ гідролітична кислотність за методом Каппена рН-метричний [34];
- ✓ лужногідролізований азот за Корнфілдом [35];
- ✓ вміст органічної речовини за Тюріним [25];

У зразках ґрунту визначали уміст солей важких металів і мікроелементів відповідно до чинних нормативних документів: залізо [29]; марганець [31]; мідь [32]; кобальт [30]; цинк [27]; свинець [33]; кадмій [28]; сірка [36].

Для проведення листкової діагностики рослин спельти використовували розроблену лабораторію функціональної листової діагностики «Агровектор ПФ-014» (Компанія «АПК груп», Україна). Ця міні-лабораторія дозволяє проводити діагностику автономно, у будь-якому місці, у тому числі і в польових умовах, що важливо для різних культур у відкритому ґрунті. Показує вона потребу рослин у 14 основних елементах живлення на певному етапі їх розвитку та у відповідних ґрунтово-кліматичних умовах (шкала потреби від 0

до 400%). Завдання виконували за методикою ґрунтової і листкової агрохімічної діагностики живлення рослин [80]. Відбирали зразки листя на діагностику у період початку виходу рослин у трубку (фаза BBCH 31–32).

Для оцінки якості зерна сортів спельти визначали вміст білка за ДСТУ 4117:2007 [22], вміст клейковини у зерні за ДСТУ ISO 21415-1:2009 [37]; ДСТУ ISO 21415-1:2009 [38], натури зерна – за ДСТУ 10840:2019 [21], масу 1000 насінин за ДСТУ ISO 520:2015 [39], вологість за ДСТУ ISO 712:2015 [40], енергію проростання і лабораторну схожість за ДСТУ 4138:2002 [23]. Лабораторні дослідження агрохімічних, фізико-хімічних показників ґрунтів, якісних показників зерна спельти проводили у вимірювальній лабораторії агрохімічних досліджень, екологічної безпеки земель та якості продукції Інституту сільського господарства Полісся НААН України.

Аналіз економічної ефективності елементів органічної технології вирощування спельти здійснювали з використанням технологічних карт та відповідних рекомендацій за цінами 2024 року.

Розрахунки енергетичної ефективності елементів органічної технології вирощування спельти проводили за технологічними картами з врахуванням фактичних виробничих витрат [79].

Математичну обробку експериментальних даних здійснювали методом дисперсійного аналізу трифакторного польового дослідження з використанням сучасних комп'ютерних технологій (MS Office Excel, ПІК «Agrostat», Statistica-10) [18].

У період вегетації спельти проводили фенологічні спостереження з фіксацією послідовності проходження основних фаз росту і розвитку рослин. Густоту продуктивного стеблостою визначали перед збиранням урожайності зерна у 3-х повтореннях кожного варіанту. У результаті аналізу відібраних снопів визначали коефіцієнт продуктивного кущення за співвідношенням кількості продуктивних стебел і загальної кількості рослин. Облік урожайності зерна проводили поділяючно шляхом прямого комбайнування і перерахунком на стандартну вологість.

Висновки до розділу 2

1. Ґрунтові і погодні умови конкретного регіону Полісся, в основному, були сприятливими для вирощування спельти озимої.

2. Гідротермічний коефіцієнт за період вирощування спельти знаходився у широких межах 0,72–1,66, тобто показник зволоження був від дуже посушливого до помірної вологості. У різні періоди вегетації спельти спостерігали відхилення показників температури повітря і кількості опадів від середніх багаторічних даних.

Список посилань на літературу до розділу 2

Результати дослідження, що представлені у розділі 2, опубліковано у наукових працях автора: [53, 55].

У розділі 2 використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела зі списку літератури: [3, 8, 15, 17, 18, 21–41, 71, 79–83, 86, 87].

РОЗДІЛ III. РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН СПЕЛЬТИ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ, УДОБРЕННЯ ТА СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ

3.1. Листкова діагностика для оптимізації живлення рослин спельти озимої в умовах Полісся

Спельта (*Triticum spelta* L.) – один з найдавніших підвидів пшениці, що використовується в харчуванні людини. Вперше її почали вирощувати як хлібний злак у восьмому столітті до нашої ери і зараз вона повертає собі заслужену увагу. Відомо, що формування урожаю у зернових культур є результатом взаємодії біолого-генетичних особливостей рослин з умовами вирощування. Екологічні чинники істотно впливають на ростові процеси, фотосинтетичну активність, а отже і на репродукційні процеси [103].

Використання поживних елементів рослинами засновані на тісних взаємозв'язках між рослиною, ґрунтом і усією сукупністю елементів зовнішнього середовища. Тому технологія вирощування будь-якої польової культури повинна забезпечувати створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин протягом всього вегетаційного періоду.

Одним із найдоступніших чинників регулювання росту й розвитку рослин спельти є зміна їх мінерального живлення. Це можливо лише за належної діагностики живлення рослин, тобто завчасного виявлення нестачі чи надлишку елементів живлення. Листкова діагностика рослин являє собою хімічний аналіз рослинної тканини для визначення поточного вмісту (концентрації) поживних речовин у рослині. Особливо листкова діагностика важлива під час вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями [59]. Результати функціональної листкової діагностики спельти озимої, яку проводили мобільною лабораторією «Агровектор® ПФ-014» до внесення добрив показали дефіцит у тканинах рослин N, K, S, Ca, Mg, B, Cu,

Zn, Mn і Fe. Застосування рідких комплексних добрив сприяло оптимізації вмісту ряду макро- і мікроелементів [20]. Проведена листкова діагностика живлення соняшнику свідчить, що в рослинах спостерігали найменшу забезпеченість азотом у фазі 5–7 листків і цвітіння, фосфору було найменше внизу схилу, а нестача калію виявлена на водорозділі та у верхній частині схилу на 100%. На всіх варіантах досліду у цей період спостерігали нестачу (від 45 до 100%) бору, кобальту, цинку, марганцю, заліза [98]. Науковці відмічають, що листкова діагностика застосовується для моніторингу рівня забезпеченості рослин поживними елементами і діагностики існуючих проблем живлення [59].

Листя, як первинний фотосинтетичний орган рослин, безпосередньо відповідає за поглинання поживних речовин із ґрунту та перетворення їх в енергію для росту і розвитку. Правильне і збалансоване мінеральне живлення в кожен період процесу формування врожаю в конкретних умовах дає змогу отримати максимально можливу його кількість. Тому так важливо контролювати стан рослини в усі періоди її життєдіяльності (особливо в критичні фази розвитку). Використання ґрунтово-рослинної діагностики сприяє вчасно вносити зміни в технологію застосування добрив: дозування, строки, способи їх внесення, що дає можливість значно підвищити окупність і ефективність агрономічних заходів [60, 48]. Отже, аналіз рослинних тканин у поєднанні з інформацією про тестування ґрунту є рекомендованим підходом для діагностики дефіциту поживних речовин. Позакореневе тестування також допомагає діагностувати такі проблеми, як зміна кольору листя або повільний ріст рослин, що можуть бути пов'язані з дефіцитом мікроелементів. Так, найкращий момент для проведення позакореневих проб ожини для оцінки поживності сортів «Brazos», «Guarani», «Tupy» та «BRS Xavante» – початок цвітіння. Запропоновані критичні рівні для макроелементів (г/кг) становлять 25,5 для N; 2,0 для P; 11,2 для K; 2,9 для Ca; 0,3 для Mg і 2,1 для S, а для мікроелементів (мг/кг), 15,5 для B; 9,7 для Cu; 79,6 для Fe; 116,4 для Mn і 22,9

для Zn. Ці рівні P, K, Ca, Mg, S і B нижчі за діапазони, які вважаються придатними для ожини [145].

Метою досліджень було провести моніторинг листкової діагностики сортів пшениці спельта за варіантами дослідів і виявити рівень забезпечення рослин макро- і мікроелементами.

Аналіз листя спельти озимої дає змогу точно діагностувати дефіцит поживних речовин, який важко визначити за допомогою аналізу ґрунту чи візуальної діагностики. Нестача мікроелементів призводить не тільки до зниження урожаю, а й викликає ряд захворювань у рослин, знижує якість продуктів харчування. Вони стимулюють ріст рослин і прискорюють їх розвиток, позитивно впливають на стійкість рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища (рис. 3.1).

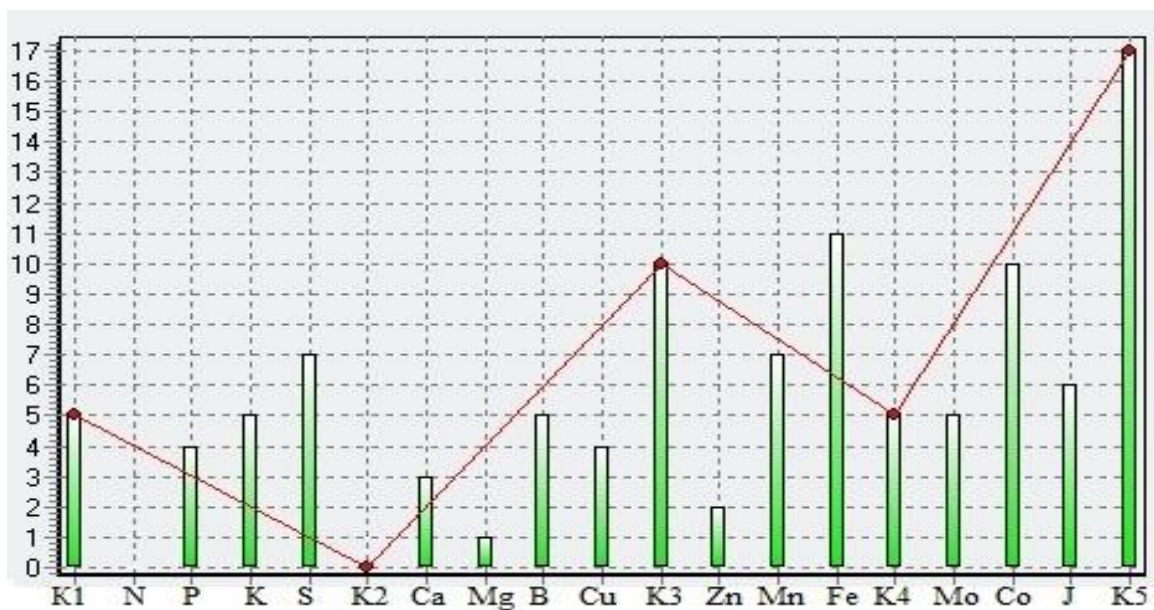


Рис. 3.1. Графік листкової діагностики спельти сорту Зоря України на варіанті без добрив, 2022 р.

Установлено, що на варіанті без добрив рослини спельти сорту Зоря України були забезпечені основними елементами живлення, але спостерігали також незначну нестачу окремих елементів живлення. Виявлено середнє забезпечення рослин спельти калієм, що потребує внесення 30 кг/га діючої

речовини. Аналіз листя показав, що в рослинах висока нестача сірки і потрібно провести підживлення посівів (24 кг/га).

За внесення мікродобрива Physio Natur PKS 47 Біо посіви спельти сорту Зоря України повністю були забезпечені елементами живлення, про що свідчать дані листкової діагностики (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Графік листкової діагностики спельти сорту Зоря України на варіанті з внесенням добрива Physio Natur PKS 47 Біо, 2022 р.

Незначна нестача таких елементів, як цинк і кобальт, яких потрібно внести у малих кількостях – 58,7 г/га та 0,1 г/га відповідно, не вплине на подальший ріст і розвиток рослин спельти.

Макро- і мезоеlementи необхідні рослинам в найбільшій кількості, оскільки вони є складовими багатьох компонентів рослин, включаючи білки, нуклеїнові кислоти і хлорофіл, які важливі для таких фізіологічних процесів, як дихання, підтримка осмотичного тиску тощо. На варіанті досліджень спельти сорту Attergau Dinkel без застосування добрив рослини певною мірою не забезпечені елементами живлення. Спостерігається значна потреба у таких макроелементах як фосфор і калій, яких потрібно внести по 18,5 кг/га та 46,7 кг/га відповідно. Забезпеченість азотом знаходиться на середньому рівні, його потрібно додатково внести у кількості 15,3 кг/га (рис. 3.3).

На неудобрених ділянках виявлена дуже висока нестача таких елементів як сірка, кальцій та цинк. Тому саме оцінка рівня поживних речовин у листі дозволяє безпосередньо оцінити стан живлення рослин.

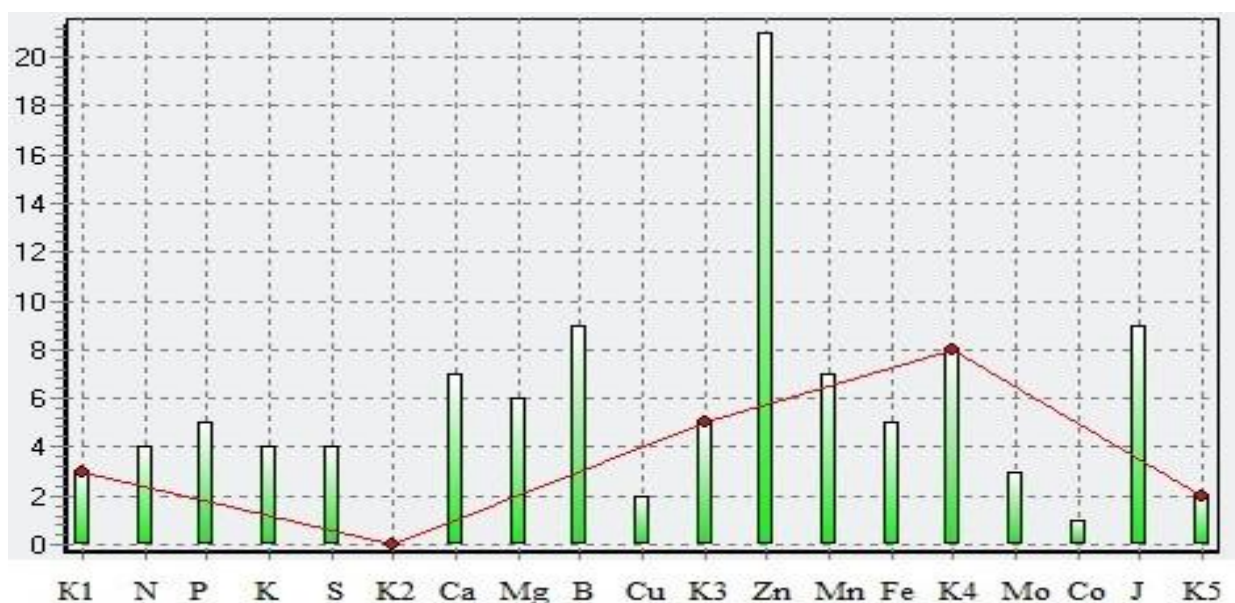


Рис. 3.3. Графік листкової діагностики спельти сорту Attergauer Dinkel на варіанті без добрив, 2022 р.

Результати проведених досліджень свідчать, що правильно розроблена оптимальна система удобрення органічного вирощування спельти впливає на ріст рослин і формування якісного врожаю (рис. 3.4).

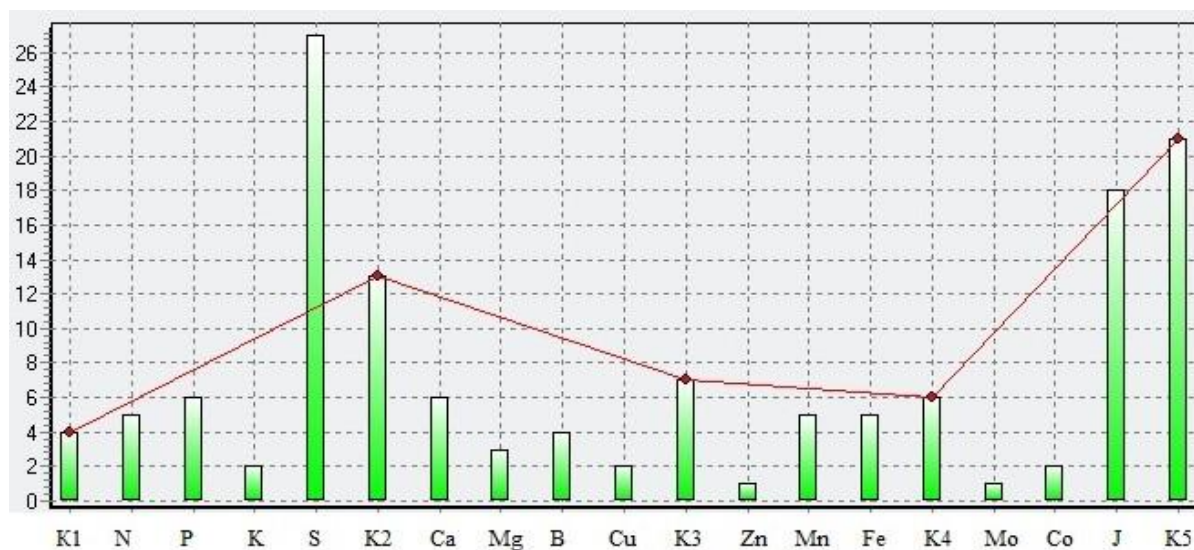


Рис. 3.4. Графік листкової діагностики спельти сорту Attergauer Dinkel на варіанті з внесенням добрива Physio Natur PKS 47 Bio, 2022 р.

Аналіз листкової діагностики проводили у період початку виходу рослин у трубку (фаза BBCH 31–32), який свідчить, що на варіанті досліджень спельти сорту Attergauer Dinkel з внесенням добрива Physio Natur PKS 47 Bio рослини повністю забезпечені елементами живлення. Спостерігається лише критична нестача сірки, якої потрібно внести 8,5 кг /га.

При внесенні у ґрунт добрива Physio Natur PKS 47 Bio спостерігалось максимальне використання рослиною елементів живлення з ґрунту. На цьому варіанті рослини повністю забезпечені елементами живлення, лише спостерігається нестача кобальту, якого потрібно внести 15 г/га (рис. 3.5).

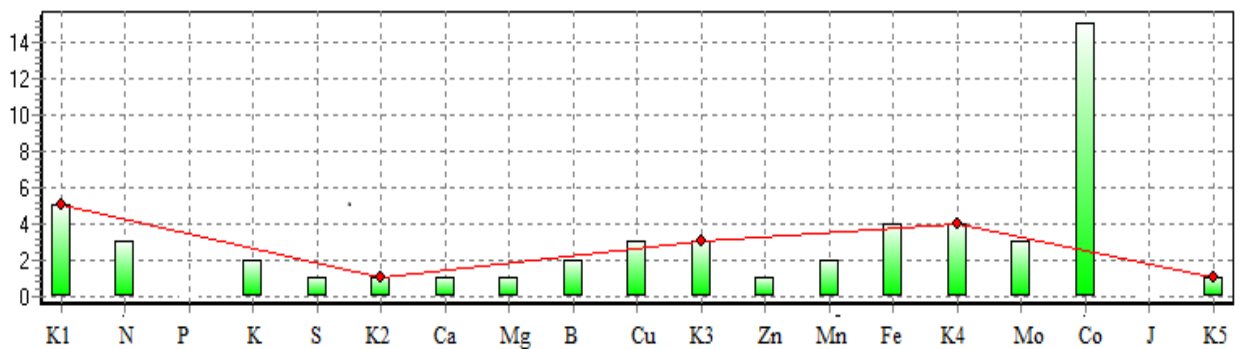


Рис. 3.5. Графік листкової діагностики спельти сорту Зоря України на варіанті з внесенням добрива Physio Natur PKS 47 Bio, 2023 р.

На варіанті досліджень без добрив рослини забезпечені елементами живлення і лише спостерігається незначна потреба у таких мікроелементах як марганець і залізо. Для кращого росту рослин їх потрібно довести у кількості 168 г/га для марганцю та 140 г/га для заліза (рис. 3.6).

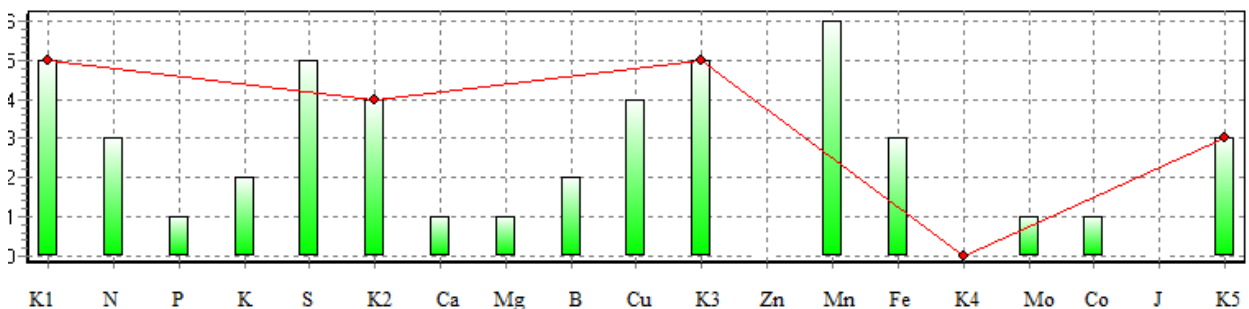


Рис. 3.6. Графік листкової діагностики спельти сорту Зоря України на варіанті без добрив, 2023 р.

За вирощування спельти сорту Attergauer Dinkel на варіанті з внесенням добрива Physio Natur PKS 47 Bio аналіз листкової діагностики показав, що рослини забезпечені основними макро- і мезоелементами, але спостерігається висока нестача деяких мікроелементів, таких як бор, мідь та цинк (рис. 3.7).

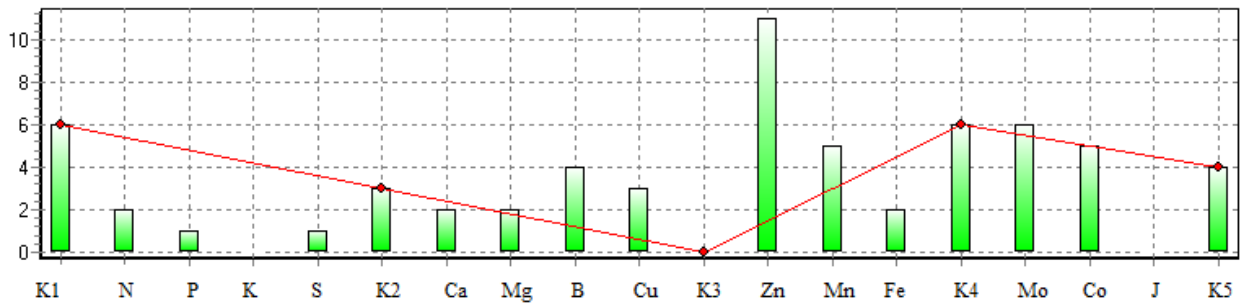


Рис. 3.7. Графік листкової діагностики спельти сорту Attergauer Dinkel на варіанті з внесенням добрива Physio Natur PKS 47 Bio, 2023р.

За вирощування спельти сорту Attergauer Dinkel на варіанті без добрив рослини забезпечені основними елементами живлення, але разом з тим спостерігається нестача мезо- та мікроелементів. Тобто рослини забезпечені на середньому рівні сіркою, бором. Однак, рослини цього сорту не забезпечені такими елементами як магній, цинк, марганець, залізо. Для забезпечення потреб рослин їх потрібно до внести: сірки 9 кг/га, магнію – 0,9 кг/га, бору 220 г/га, цинку та заліза по 400 г/га, а марганцю – 360 г/га (рис. 3.8).

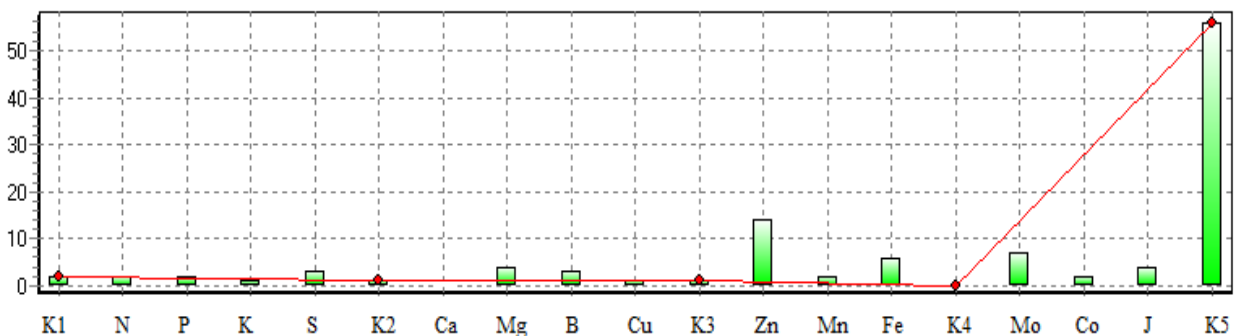


Рис. 3.8. Графік листкової діагностики спельти сорту Attergauer Dinkel на варіанті без добрив, 2023 р.

Інтерпретацію результатів листового аналізу сортів спельти проводили згідно шкали, у відсотках (%): 50–74 = оптимальний рівень елемента для

повноцінного росту; < 25 = дефіцит елемента; < 50 = низький вміст елемента; > 74 = високий вміст елемента; > 99 = надлишок елемента, за якої можлива токсична дія [59].

Для нормального розвитку рослин спелти озимої поживні речовини необхідні протягом всього вегетаційного періоду. Добрива залишаються одним із найбільш дієвих інструментів підвищення врожайності та якості сільськогосподарських культур. Через їх високу вартість актуальним є завдання оптимізації їх використання та зменшення непродуктивних втрат елементів живлення. Ефективним рішенням є проведення позакоренових підживлень, що підвищують доступність поживних речовин і стимулюють їх краще засвоєння з ґрунту. Хоч такий метод живлення відомий давно, значного поширення він набув лише в останні роки, зокрема завдяки ефективності листового внесення мікроелементів.

В останні роки при вирощуванні зернових культур інтенсивно впроваджуються агротехнічні прийоми із використанням гумінових препаратів. У більшості розвинених країн світу останнім часом зросла увага до впровадження таких добрив і позакоренового підживлення.

За проведення позакоренового підживлення у 2022 році спостерігали підвищення життєздатності прапорцевого листка. На ділянках, де застосовували препарати Гумісол-плюс 01 зернові (0,5 л/га, двічі) у поєднанні з Гуміфілд ВР-18 (0,4 г/л), листок залишався зеленим на 7 днів довше, а при внесенні лише Гумісол-плюс 01 зернові (0,5 л/га, двічі) – на 3 дні довше порівняно з контролем. Це позитивно впливало на продуктивність озимої спелти, оскільки продовжується період накопичення органічних речовин у зерні. У 2023 році така тенденція не спостерігалася через посушливі умови, що спричинили передчасне висихання рослин. У 2024 році додатково проводили листову діагностику спелти (двічі) після позакоренового підживлення: перший раз – у фазі виходу в трубку, другий – у фазі колосіння. За результатами дослідження було визначено потребу рослин в елементах живлення після застосування досліджуваних препаратів.

Комплексна функціональна експрес-діагностика забезпеченості рослин макро- і мікроелементами була проведена у свіжих листках спельти озимої за допомогою лабораторії «Агровектор ПФ-014».

Окрім традиційних агрохімічних методів аналізу, важливу роль в оптимізації живлення рослин відіграє функціональна діагностика. Цей якісний метод дозволяє впродовж однієї години оцінити потребу рослин у 12–14 макро- і мікроелементах і надати рекомендації щодо проведення позакореневого підживлення. Основою функціональної листкової діагностики є концепція британського вченого Роберта Хіла (реакція Хіла), яка описує фотохімічні процеси в хлоропластах, виділених із рослинної тканини. Вчений встановив, що процес фотодисоціації води з утворенням вільного кисню в освітленому денним світлом розчині хлоропластів майже не відрізняється від природного фотосинтезу. Інтенсивність виділення кисню з розчину хлоропластів може вказувати на певні біохімічні та фізико-хімічні процеси й залежності.

Закон Бугера-Ламберта-Бера пояснює, що інтенсивність світла зменшується експоненційно при проходженні через середовище, яке поглинає світло. Це явище використовується в спектрофотометрії для кількісного аналізу речовин у розчинах, зокрема при визначенні концентрації певних сполук. На основі цього визначається рівень потреби рослини в певному елементі живлення: що більше кисню виділяється, то активніше працюють хлоропласти, а отже, вищий рівень потреби в цьому елементі. І навпаки, низьке виділення кисню свідчить про меншу потребу або недостатню активність хлоропластів.

Проведення листкової діагностики показало, що на варіанті без внесення добрив у фазу виходу в трубку підвищилася потреба у таких елементах живлення рослин спельти озимої як сірки – 400%, калію – 150% і заліза – 76%. На варіанті з внесенням мінеральних добрив рослини спельти озимої сорту Зоря України були забезпечені елементами живлення. Лише спостерігалася незначна потреба у цинку (Zn) – 58,7 % та кобальту (Co) – до 26,7% (рис. 3.9).

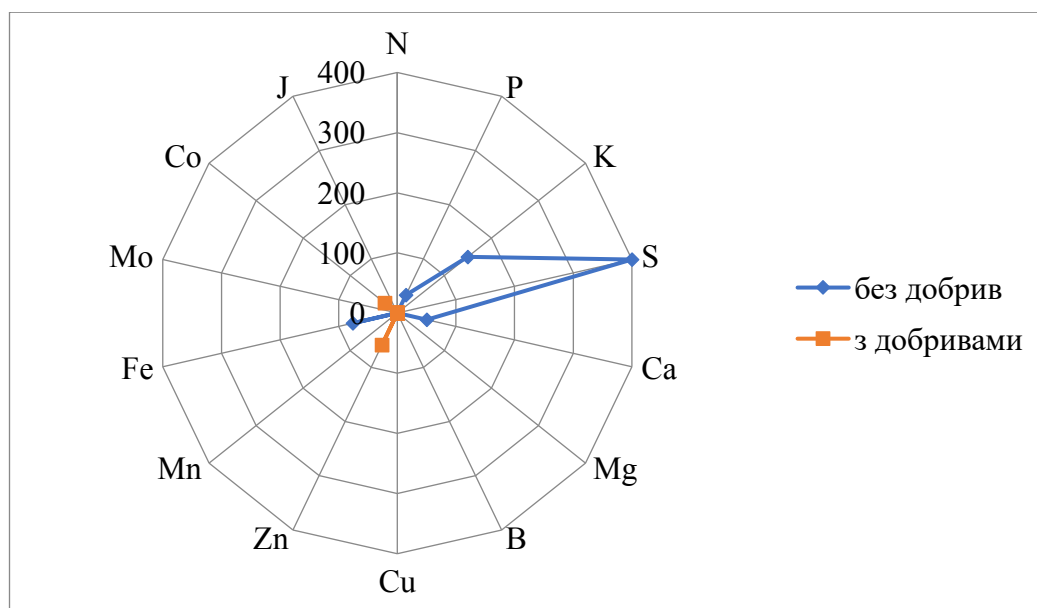


Рис. 3.9. Потреба рослин спельти озимої сорту Зоря України в елементах живлення у період початку виходу в трубку (фаза BBCH 31–32) залежно від удобрення, середнє за 2022-2024 рр.

Щодо потреби рослин спельти озимої сорту Attergauer Dinkel у різних елементах живлення у фазі виходу в трубку було виявлено, що на варіанті без добрив найбільша потреба спостерігалася в сірці (S) та кальції (Ca) – по 400%. Висока потреба була у таких елементах як: фосфор (P) – 177,8%, калій (K) – 233,3%, цинк (Zn) – 265,2%, йод (J) – 157,1%, магній (Mg) та бор (B) – по 200% (рис. 3.10) .

За внесення добрив рослини спельти озимої були забезпечені елементами живлення. Лише спостерігалася незначна потреба у сірці (S) – 141,1%. Отримані результати вказують на те, що внесення добрив значно знижує потребу рослин у більшості елементах, залишаючи значення майже на нульовому рівні, окрім сірки і йоду.

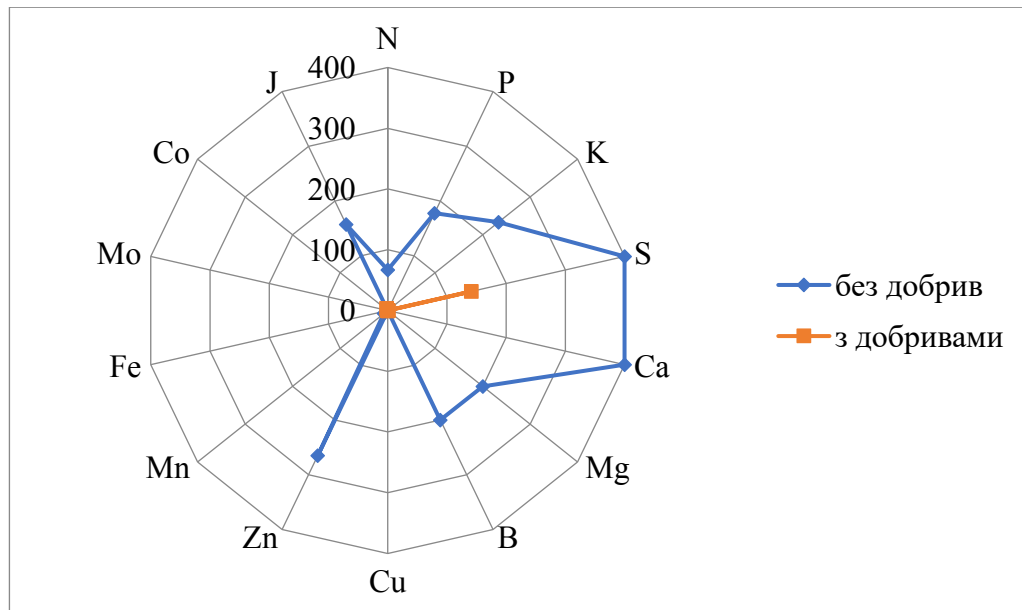


Рис. 3.10. Потреба рослин спельти озимої сорту Attergauer Dinkel в елементах живлення у період початку виходу у трубку (фаза BBCH 31–32) залежно від удобрення, середнє за 2022–2024 рр.

Аналізуючи отримані дані можна зробити попередні висновки, що внесення комплексних мінеральних добрив значно знижує потребу спельти озимої в основних елементах живлення, забезпечуючи її всіма необхідними макро- та мікроелементами. Без внесення необхідних добрив спостерігається критичний дефіцит сірки, калію, заліза та інших елементів, що може негативно вплинути на ріст, розвиток і продуктивність спельти озимої. Отримані результати підтверджують, що раціональне використання добрив дозволяє значно знизити дефіцит основних елементів живлення, що сприяє підвищенню врожайності та стійкості спельти озимої до стресових умов. Загалом, внесення мінеральних добрив є ключовим фактором у забезпеченні живлення спельти озимої, а для досягнення оптимального балансу елементів живлення слід враховувати особливості конкретного сорту та проводити регулярну листкову діагностику.

3.2. Ріст і розвиток рослин спельти озимої за факторами досліджень

Процеси росту і розвитку рослин є ключовими при формуванні врожаю спельти озимої. Певною мірою вони залежать від елементів органічної технології вирощування. Так, від правильно підібраного сорту пшениці спельти рівень врожайності може зрости наполовину. Внесення гранульованого мінерального добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19), що рекомендовано для використання під зернові в органічному землеробстві, забезпечує рослини необхідними поживними елементами й підвищує стійкість до стресових умов, покращує загальну продуктивність і має позитивний вплив на якість врожаю. Гуміновий препарат Гуміфілд ВР-18 сприяє збільшенню врожаю і покращенню якісних показників зерна спельти. Установлено також, що погодні умови значною мірою впливають на тривалість вегетаційного і міжфазних періодів росту і розвитку рослин пшениці спельти сортів Зоря України і Аттергауер Дінкель. Період сівба-сходи (ВВСН 00–09) у сорту Зоря України тривав за роками досліджень 8–9 діб (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Вегетаційний період і тривалість міжфазних періодів спельти озимої сорту Зоря України

| Міжфазний період | 2021–2022 рр. | | | 2022–2023 рр. | | | 2023–2024 рр. | | |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|----------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|
| | Тривалість, діб | сума опадів, мм | середня температура, °С | Тривалість діб | сума опадів, мм | середня температура, °С | Тривалість, діб | сума опадів, мм | середня температура, °С |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Сівба-сходи (ВВСН 00–09) | 9 | 10,7 | +12,4 | 9 | 37,0 | +11,8 | 8 | 6,6 | +17,4 |
| Сходи (ВВСН 09–19) | 22 | 40,9 | +9,3 | 23 | 149,6 | +10,1 | 23 | 20,5 | +11,2 |
| Осіньне кущення (ВВСН 20–25) | 25 | 22,7 | +13,8 | 26 | 84,2 | +12,9 | 27 | 97,9 | +16,3 |
| Період зимового спокою | 123 | 186,4 | +1,2 | 124 | 234,4 | -1,0 | 124 | 221,9 | -1,7 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|-----|-------|-------|-----|-------|-------|-----|-------|-------|
| Весняне відновлення вегетації-весняне кушення (ВВСН 25–28) | 18 | 31,4 | +11,7 | 18 | 56,5 | +9,2 | 19 | 44,1 | +10,9 |
| Кушення-трубкування (ВВСН 29–37) | 25 | 23,1 | +14,6 | 24 | 17,2 | +14,9 | 26 | 43,2 | +16,4 |
| Трубкування-колосіння (ВВСН 39–57) | 18 | 32,5 | +20,3 | 17 | 12,5 | +18,6 | 17 | 26,6 | +20,3 |
| Колосіння-налив зерна (ВВСН 58–83) | 24 | 64,2 | +22,9 | 22 | 48,3 | +21,5 | 23 | 34,9 | +20,2 |
| Налив зерна-повна стиглість (ВВСН 85–97) | 18 | 25,7 | +19,8 | 17 | 12,3 | +21,6 | 17 | 47,2 | +22,5 |
| Весняно-літня вегетація | 103 | 176,9 | +17,9 | 98 | 146,8 | +17,2 | 102 | 96,0 | +18,1 |
| Веgetаційний період, діб | 150 | 240,5 | +13,6 | 147 | 38,6 | +13,4 | 152 | 314,4 | +15,2 |
| Сівба-збирання, діб, мм, °C | 282 | 437,6 | +9,1 | 280 | 652 | +8,1 | 284 | 542,9 | +10,3 |

У період осіннього кушення для рослин спельти склалися оптимальні гідротермічні умови, які сприяли незначні розбіжності тривалості цієї фази у різні вегетаційні періоди – 25 діб (2021–2022 рр.), 26 діб (2022–2023 рр.) 27 діб (2023–2024 рр.). Період зимового спокою відповідно становив 123–124 доби.

Міжфазний період весняне відновлення вегетації-весняне кушення (ВВСН 25–28) тривав у рослин спельти сорту Зоря України 18–19 діб. Період кушення-трубкування проходив за міжнародною шкалою у фази ВВСН 29–37 і становив 24–26 діб. Міжфазний період трубкування-колосіння спостерігали за ВВСН 39–57, який тривав 17–18 діб. Тривалість періоду колосіння-налив зерна (ВВСН 58–83) становила 22–24 доби, а період налив зерна-повна стиглість проходив за фазами ВВСН 85–97 і становив 17–18 діб.

Весняно-літня вегетація рослин спельти сорту Зоря України тривала 103 доби (2022 р.), 98 діб (2023 р.) і 96 діб (2024 р.). Веgetаційний період 2021–2022 рр. тривав 150 діб, 2022–2023 рр. – 147 діб, а в 2023–2024 рр. становив 152 доби. Тривалість періоду від сівби до збирання у рослин сорту Зоря

України становила 280–284 доби. Сходи рослин сорту Аттергауер Дінкель з’явилися за роками на дев’яту і десятую добу. Осіннє кущення проходило за фазами ВВСН 20–25 і тривало 25–26 діб. Період зимового спокою тривав 123–125 діб (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Вегетаційний період і тривалість міжфазних періодів озимої спельти
сорту Аттергауер Дінкель

| Міжфазний період | 2021–2022 рр. | | | 2022–2023 рр. | | | 2023–2024 рр. | | |
|--|-----------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|
| | Тривалість, діб | сума опадів, мм | середня температура, °C | Тривалість, діб | сума опадів, мм | середня температура, °C | Тривалість, діб | сума опадів, мм | середня температура, °C |
| Сівба-сходи (ВВСН 00–09) | 9 | 10,7 | +12,4 | 10 | 37,0 | +11,8 | 10 | 6,6 | +17,9 |
| Сходи (ВВСН 09–19) | 22 | 40,9 | +9,3 | 23 | 149,6 | +10,1 | 22 | 20,5 | +11,2 |
| Осіннє кущення (ВВСН 20–25) | 25 | 22,7 | +13,8 | 26 | 84,2 | +12,9 | 26 | 97,9 | +16,5 |
| Період зимового спокою | 123 | 186,4 | +1,2 | 125 | 234,4 | -0,9 | 125 | 221,9 | -1,6 |
| Весняне відновлення вегетації-весняне кущення (ВВСН 25–28) | 15 | 31,4 | +11,5 | 16 | 56,5 | +8,5 | 16 | 44,1 | +10,1 |
| Кущення-трубкування (ВВСН 29–37) | 23 | 23,1 | +14,1 | 21 | 17,2 | +14,8 | 20 | 43,2 | +15,7 |
| Трубкування-колосіння (ВВСН 39–57) | 17 | 32,5 | +20,2 | 16 | 12,5 | +18,6 | 15 | 26,6 | +20,0 |
| Колосіння-налив зерна (ВВСН 58–83) | 22 | 64,2 | +22,5 | 23 | 48,3 | +21,7 | 23 | 34,9 | +20,2 |
| Налив зерна-повна стиглість (ВВСН 85–97) | 17 | 25,7 | +19,7 | 16 | 12,3 | +21,4 | 17 | 47,2 | +22,5 |
| Весняно-літня вегетація | 94 | 176,9 | +17,6 | 92 | 146,8 | +17,0 | 91 | 96,0 | +17,7 |
| Вегетаційний період, діб | 141 | 240,5 | +13,5 | 141 | 38,6 | +13,3 | 139 | 314,4 | +15,1 |
| Сівба-збирання, діб, мм, °C | 273 | 437,6 | +8,2 | 276 | 652 | +8,1 | 274 | 542,9 | +9,8 |






Міжфазний період весняне відновлення вегетації-весняне кущення (ВВСН 25–28) тривав у рослин спельти сорту Аттергауер Дінкель 15–16 діб, що на 3 доби раніше порівняно із сортом Зоря України. Період кущення-трубкування проходив за міжнародною шкалою у фази ВВСН 29–37 і становив 20–23 доби. Міжфазний період трубкування-колосіння у рослин сорту Аттергауер Дінкель проходив у фази ВВСН 39–57, які тривали 15–17 діб. Тривалість періоду колосіння-налив зерна (ВВСН 58–83) становила 22–23 доби, а період наливу зерна-повна стиглість проходив за фазами ВВСН 85–97 і становив 16–17 діб. Весняно-літня вегетація рослин спельти сорту Аттергауер Дінкель тривала 94 доби (2022 р.), 92 доби (2023 р.) і 91 доба (2024 р.). Вегетаційний період рослин даного сорту у 2021–2022 рр. тривав 141 добу, 2022–2023 рр. – 141 добу, а в 2023–2024 рр. був найкоротшим – 139 діб. Тривалість періоду від сівби до збирання у рослин сорту Аттергауер Дінкель становила 273–276 діб.






Вчасне проведення окремих агротехнічних заходів вирощування спельти озимої певною мірою залежить від фенологічної фази росту і розвитку рослин. У світі існує декілька методів розподілу етапів онтогенезу. У нашій країні, останнім часом, використовують найбільш поширену міжнародну і загальноприйнятну шкалу ВВСН, яка розроблена в Німеччині. За цією системою вегетаційний період зернових культур поділяється на 10 фаз і 10 підфаз (100 фаз розвитку рослини), де 0 – це насінина, а 99 – зерно дозріло, спельта готова до збирання.

Згідно цієї шкали саме у період кущення (ВВСН 21–29) починає формуватися майбутній урожай насіння. На початку фази утворюються продуктивні пагони, а в кінці кущення закладається зачаток колосу. Найбільш критична фаза, що істотно впливає на продуктивність спельти – це період від виходу рослин в трубку і до появи прапорцевого листка. Науковий і виробничий досвід свідчить, що забезпечення рослин у фазу кущення азотом, фосфором і калієм впливає на густоту травостою, у період виходу в трубку – на кількість зерен в колосі, а у більш пізні фази – на якість зерна (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Фази вегетації спелти озимої за міжнародною шкалою BBCH

| Фаза вегетації, світлина | Код BBCH | Фаза розвитку | Короткий опис фази |
|---|----------|-----------------------|--|
|  | BBCH 00 | Проростання | Сухе насіння |
|  | BBCH 12 | Сходи | Стадія 2-го листка. Другий листок розгорнутий |
|  | BBCH 21 | Кущення | Завершення кущення. З'являється максимальна кількість пагонів |
|  | BBCH 37 | Вихід в трубку | Стадія 4-го вузла. Четвертий вузол видно, відстань від 3-го вузла щонайменше 2 см |
|  | BBCH 39 | Прапорцевий листок | Стадія лігули (листового язичка): Прапорцевий листок повністю розвинений, лігулу прапорцевого листка ледве видно |

| | | | |
|---|---------|-------------------|--|
|  | ВВСН 51 | Початок колосіння | Початок появи суцвіття (колоса). Верхню частину колоса видно |
|  | ВВСН 65 | Цвітіння | Середина цвітіння, 50% зрілих тичинок |
|  | ВВСН 75 | Молочна стиглість | Середня молочна стиглість. Усі зерна досягли свого остаточного розміру. Уміст зерен молочний |
|  | ВВСН 85 | Воскова стиглість | М'яка воскова стиглість. Уміст зерен ще м'який, але сухий. Вм'ятина від нігтя випрямляється |
|  | ВВСН 97 | Повна стиглість | Рослина повністю відмерла. Солома ламається |

Джерело: сформоване автором

Установлено, що кількість сходів мало відрізнялася за варіантами досліду і становила у сорту Зоря України 297,0–299,5 шт./м². Польова схожість насіння становила 77,9–78,8%. На період відновлення весняної вегетації кількість рослин знижувалася до 277,3–282,1 шт./м². Збереженість при цьому складала 92,4–94,7%. Кількість рослин перед збиранням становила за факторами, що вивчали у досліді – 262,1– 271,4 шт./м². Збереженість рослин до збирання у сорту Зоря України становила 94,8–96,4% (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Польова схожість і збереженість рослин спельти озимої сорту
Зоря України, середнє за 2022–2024 рр.**

| Удобрєння (Фактор В) | Позакорєнєвє внесєння (Фактор С) | Кількість сходів, шт./м ² | Польова схожість, % | Кількість рослин при відновленні весняної вегетації, шт./м ² | Збереженість при перезимівлі, % | Кількість рослин перед збиранням, шт./м ² | Збереженість рослин до збирання, % |
|--|--|---|---------------------|---|------------------------------------|--|---------------------------------------|
| Без добриєв | контроль | 297,0 | 78,1 | 277,3 | 93,4 | 265,9 | 95,8 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 296,1 | 77,9 | 277,8 | 93,8 | 265,8 | 95,7 |
| | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 297,2 | 78,2 | 281,4 | 94,7 | 271,4 | 96,4 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 299,2 | 78,7 | 281,2 | 94,0 | 270,2 | 96,1 |
| Physio Natur PKS 47 Bio (13- 15-19) | контроль | 297,6 | 78,3 | 278,4 | 93,6 | 265,9 | 95,5 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 298,9 | 78,6 | 278,6 | 93,2 | 265,9 | 95,4 |
| | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 298,2 | 78,5 | 282,1 | 94,6 | 267,9 | 95,0 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 299,5 | 78,8 | 276,6 | 92,4 | 262,1 | 94,8 |

*Примітка**: обробляли двічі (ранньо-весняне кушення і поява прапорцеєвого листка)

Кількість сходів сорту Аттергауер Дінкель становила 294,3–300,0 шт./м². Польова схожість насіння при цьому становила 77,4–78,9%. На період відновлення весняної вегетації кількість рослин знижувалася до 242,5–278,8 шт./м². Збереженість при цьому складала 82,4–91,2%. Кількість рослин перед збиранням становила за факторами, що вивчали у досліді – 228,5–263,5 шт./м². Збереженість рослин до збирання у сорту Аттергауер Дінкель становила 89,3–95,7% (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

**Польова схожість і збереженість рослин спельти озимої сорту
Аттергауер Дінкель, середнє за 2022–2024 рр.**

| Удобрєння (Фактор В) | Позакорєневе внесєння (Фактор С) | Кількість сходів, шт./м ² | Польова схожість, % | Кількість рослин при відновленні весняної вегетації, шт./м ² | Збереженість при перезимівлі, % | Кількість рослин перед збиранням, шт./м ² | Збереженість рослин до збирання, % |
|--|---|---|---------------------|---|------------------------------------|--|---------------------------------------|
| Без добрив | контроль | 294,3 | 77,4 | 278,8 | 94,7 | 263,5 | 94,5 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 294,8 | 77,6 | 268,5 | 91,1 | 256,9 | 95,7 |
| | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 294,0 | 77,4 | 268,0 | 91,2 | 253,5 | 94,6 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол- плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 294,4 | 77,5 | 242,5 | 82,4 | 228,5 | 94,2 |
| Physio Natur PKS 47 Bio (13- 15-19) | контроль | 300,0 | 78,9 | 273,0 | 91,0 | 256,3 | 93,9 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 299,7 | 78,8 | 264,0 | 88,1 | 244,8 | 92,7 |
| | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 299,8 | 78,9 | 259,2 | 86,5 | 232,0 | 89,5 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол- плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 300,0 | 78,9 | 251,3 | 83,8 | 224,5 | 89,3 |

Примітка*: обробляли двічі (ранньо-весняне кушення і поява прапорцевого листка)

3.2.1. Формування густоти стояння рослин залежно від сорту, удобрення та стимулятора росту

Одним із важливих елементів росту спельти озимої (*Triticum spelta* L.) є густота продуктивного стеблостою. Недостатня густота рослин не може бути компенсована за рахунок підвищеної продуктивності окремого колоса, тому створення оптимального стеблостою є ваговою умовою одержання високого урожаю, який на 50% формується за рахунок густоти продуктивного стеблостою, на 25% озерненості колосу і на 25% маси 1000 зерен.

Визначення густоти продуктивного стеблостою проводили за допомогою коефіцієнта кушення і кількості рослин на 1 м². Показники взаємозв'язані, позаяк збільшення одного показника призводить до зменшення іншого. Посіви, де густота рослин на 1 м² складає більше 400–500 рослин, має малий коефіцієнт кушення, який рівний 1,5. Такі посіви, мають добру густоту продуктивного стеблостою (500–700 шт./м²), формують урожай за рахунок кількості рослин. У більшості випадків рослини утворюють тільки одне стебло, тому функція коефіцієнта кушення мінімальна, але в адаптивних посівах воно відіграє головну роль. Тут розвивається біля 200–300 рослин на 1 м², але утворення продуктивного стеблостою визначається як раз коефіцієнтом кушення, рівень якого можна підняти до значення 2,0–3,0 за допомогою агротехнічних заходів.

Слід відмітити, що здатність до кушення у зернових культур різна, залежить вона також і від умов росту і розвитку рослин. Але, і загальна, і продуктивна кущистість зернових підвищується з покращенням умов їх життя до встановленої межі. Кушення буде більш інтенсивним при високому рівні родючості ґрунту або використанні високих доз добрив. Норма висіву також впливає на густоту рослин. Так, у спельти озимої вона варіює в діапазоні 2–7 млн. схожих насінин на 1 га і залежить від агротехнологій, наявності доступної ґрунтової вологи, родючості ґрунту і зони вирощування. Оскільки не все висіяне насіння дає сходи, необхідно враховувати показник польової

схожості, який має основний вплив після норми висіву на кількість рослин на одиниці площі. Рослини спельти озимої, які зійшли, знищуються негативними умовами перезимівлі, що враховується показником зимостійкості, який показує відношення кількості рослин, які збереглися до весни, до кількості рослин до входження в зиму. Основна частина загиблих рослин і окремих стебел припадає на період весняно-літньої вегетації. У певні роки в цей період може загинути близько третини рослин.

Результати проведення структурного аналізу рослин спельти свідчать, що на його показники істотно впливають вирощувані сорти, мінеральні добрива та гумінові препарати, що дозволені в органічному виробництві. За роки досліджень встановлено, що кількість рослин, яка зберіглася перед збиранням, у сорту Зоря України на варіанті без добрив (контроль) становила 265,9 шт./м², а за проведення позакореневого підживлення гуміновими препаратами підвищилась і становила 265,8–271,4 шт./м² (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Структурний аналіз рослин сортів спельти озимої за органічної технології вирощування (середнє за 2022–2024 рр.)

| Удобрення (Фактор В) | Позако- рене внесення (Фактор С) | Всього рослин, шт. | Кількість стебел, шт./м² | | | Кущистість, шт. | |
|--|---|--------------------------|--------------------------|-------------------|---------------------|-----------------|------------------|
| | | | всього | продук- тивних | непродук- тивних | загальна | продук- тивна |
| сорт Зоря України (Фактор А) | | | | | | | |
| Без добрив | 1 | 265,9 | 489,3 | 345,7 | 143,6 | 1,84 | 1,30 |
| | 2 | 265,8 | 481,1 | 340,2 | 140,9 | 1,81 | 1,28 |
| | 3 | 271,4 | 461,4 | 344,7 | 116,7 | 1,70 | 1,27 |
| | 4 | 270,2 | 513,4 | 351,3 | 162,1 | 1,90 | 1,30 |
| Physio Natur PKS 47 Bio (13- 15-19) | 1 | 265,9 | 483,9 | 382,9 | 101 | 1,82 | 1,44 |
| | 2 | 265,9 | 478,6 | 390,9 | 87,7 | 1,80 | 1,47 |
| | 3 | 267,9 | 468,8 | 401,9 | 66,9 | 1,75 | 1,50 |
| | 4 | 262,1 | 461,3 | 416,7 | 44,6 | 1,76 | 1,59 |
| сорт Аттергауер Дінкель (Фактор А) | | | | | | | |
| Без добрив | 1 | 263,5 | 450,6 | 347,8 | 102,8 | 1,71 | 1,32 |
| | 2 | 256,9 | 490,7 | 346,8 | 143,9 | 1,91 | 1,35 |
| | 3 | 253,5 | 415,7 | 352,4 | 63,3 | 1,64 | 1,39 |

| | | | | | | | |
|--|---|-------|-------|-------|------|------|------|
| | 4 | 228,5 | 411,3 | 342,8 | 68,5 | 1,80 | 1,50 |
| Physio Natur PKS 47 Bio (13- 15-19) | 1 | 256,3 | 471,6 | 384,5 | 87,1 | 1,84 | 1,50 |
| | 2 | 244,8 | 430,8 | 384,3 | 46,5 | 1,76 | 1,57 |
| | 3 | 232,0 | 410,6 | 368,9 | 41,7 | 1,77 | 1,59 |
| | 4 | 224,5 | 464,6 | 410,8 | 53,8 | 1,90 | 1,68 |

Примітка*: обробляли двічі (ранньо-весняне кушення і поява прапорцевого листка)

За внесення в основне удобрення мінерального добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) кількість рослин, яка зберіглася перед збиранням, була дещо меншою порівняно з варіантом без внесення добрив. Так, на контрольному варіанті, без проведення позакореневого підживлення, кількість рослин була на одному рівні з контрольним варіантом на без внесення добрив й становила 265,9 шт./м². При використанні у листкове підживлення препарату Гуміфілд ВР-18 кількість рослин не змінилася й була на рівні контролю – 265,9 шт./м². За використання препарату Гумісол-плюс 01-зернові кількість рослин зменшилася на 2 шт./м², порівняно з контролем. При сумісному використанні у позакореневе підживлення гумінових препаратів кількість рослин на 1 м² ще зменшилася і становила 262,1 шт.

Загальна кількість рослин на 1 м² у сорту Аттергауер Дінкель на контрольному варіанті була 263,5 шт. без внесення добрив та 256,3 шт./м² на контрольному варіанті з внесенням добрив. При проведенні позакореневого підживлення різними гуміновими препаратами, на варіанті без добрив і варіанті з внесенням мінеральних добрив кількість рослин на 1 м² зменшилася порівняно з контролем й коливалася від 228,5 до 256,9 шт. на варіанті без внесення добрив та від 232,0 до 244,8 шт./м² на варіанті з удобренням. У сорту Зоря України кількість рослин, яка зберіглася перед збиранням, була більшою порівняно із сортом Аттергауер Дінкель.

Закладання загальної кількості стебел на одній рослині проходить у фазу кушення рослин спельти озимої. Стебло стає продуктивним після утворення в його колосі повноцінних зерен. Непродуктивними є стебла озимої спельти без колоса або з колосом, в якому відсутнє зерно. Загальна

кількість стебел, яку утворила спельта озима сорту Зоря України на 1 м² варіювала на варіанті без внесення добрив від 489,3 шт. до 513,4 шт. При внесенні мінеральних добрив загальна кількість стебел у цього сорту була нижчою на 33–53 шт./м², порівняно з неудобреним варіантом.

Кількість продуктивних стебел, що були утворені сортом спельти озимої Зоря України, у варіанті без внесення добрив становила на контролі 345,7 шт./м². Тобто, на цьому варіанті загальна кущистість становила 1,84, а продуктивна 1,30. Використання у позакореневе підживлення гумінових препаратів на варіанті без добрив не впливало на загальну і продуктивну кущистість. Продуктивна кущистість за внесення гумінових препаратів коливалася в межах 1,27–1,30. За внесення в основне удобрення Physio Natur PKS 47 Біо (13-15-19) у цього сорту кількість продуктивних стебел була більшою на 37–65 стебел порівняно з контролем. Внесення добрив і використання у позакореневе підживлення гумінових препаратів позитивно позначилося на кількості продуктивних стебел і, як наслідок, підвищилася продуктивна кущистість, яка коливалася від 1,44 на варіанті без внесення гумінових препаратів до 1,47–1,59 з внесенням гумінових препаратів. Найвища продуктивна кущистість сорту спельти озимої Зоря України була на варіанті з внесенням мінеральних добрив та комплексного застосування у позакореневе підживлення Гуміфілд ВР-18 + Гумісол-плюс 01 зернові – 1,59.

Деякі інші показники продуктивності рослин були відмічені у сорту спельти озимої Аттергауер Дінкель. Кількість загальних стебел у даного сорту була меншою порівняно з сортом Зоря України й коливалася від 411,4–490,7 шт./м² на варіанті без внесення добрив до 410,6–471,6 шт./м² на варіанті з внесенням мінеральних добрив. За проведення позакореневого підживлення кількість продуктивних стебел підвищувалася порівняно з варіантом без позакореневого підживлення як на варіанті без добрив, так і з внесенням мінеральних добрив. Найбільша кількість продуктивних стебел у цього сорту була відмічена на варіанті з внесенням мінеральних добрив і листового

удобрення комплексом гумінових препаратів Гуміфілд ВР-18 + Гумісол-плюс 01 зернові й становила 410,8 шт./м².

На загальну кущистість цього сорту мінеральні добрива та позакореневе підживлення гуміновими препаратами мали незначний вплив. Разом з тим, на продуктивну кущистість сорту спельти Аттергауер Дінкель мали вплив як мінеральні добрива, так і позакореневе внесення гумінових препаратів. Так, за проведення листового удобрення гуміновими препаратами на варіанті без добрив продуктивна кущистість підвищилася з 1,35 до 1,5 залежно від препарату. За внесення в основне удобрення мінеральних добрив Physio Natur PKS 47 Біо (13-15-19) продуктивна кущистість на контролі була 1,50, за внесення у листове удобрення гумінових препаратів вона підвищилась до 1,57–1,68. Найвища продуктивна кущистість сорту спельти озимої Аттергауер Дінкель була на варіанті з внесенням мінеральних добрив та комплексного застосування у позакореневе підживлення Гуміфілд ВР-18 + Гумісол-плюс 01 зернові – 1,68.

Густота стояння рослин – один із важливих факторів, які визначають ріст, розвиток і урожайність озимих колосових культур. Вона в свою чергу, залежить від багатьох факторів і заходів. В загущених посівах нижні листки затінені верхніми і отримують менше світла, блідніють, потім жовтіють і відмирають, стебло стає менш стійким до вилягання. В умовах посухи загущені посіви сильно страждають від нестачі вологи, ніж посіви з оптимальною і пониженою густотою стояння. При загущенні посівів спельти озимої відмічається зменшення площі листків, довжина колоса і числа зернівок, маси 1000 зерен, що призводить до зниження урожаю зерна.

В теперішній час кушення рослин розглядається як фактор природного регулювання густоти стояння. Понижена густота стояння рослин не завжди компенсується підвищеною продуктивною кущистістю і величиною колоса. Підвищений урожай може бути отриманий тільки за оптимального співвідношення густоти стояння рослин, продуктивної кущистості, величини і озерненості колоса.

У нашому досліді навесні після відновлення вегетації найбільша густина стояння рослин спельти озимої була на варіантах, де вносили мінеральні добрива і проводили позакореневе підживлення гуміновими препаратами (рис. 3.11, дод. С–1).

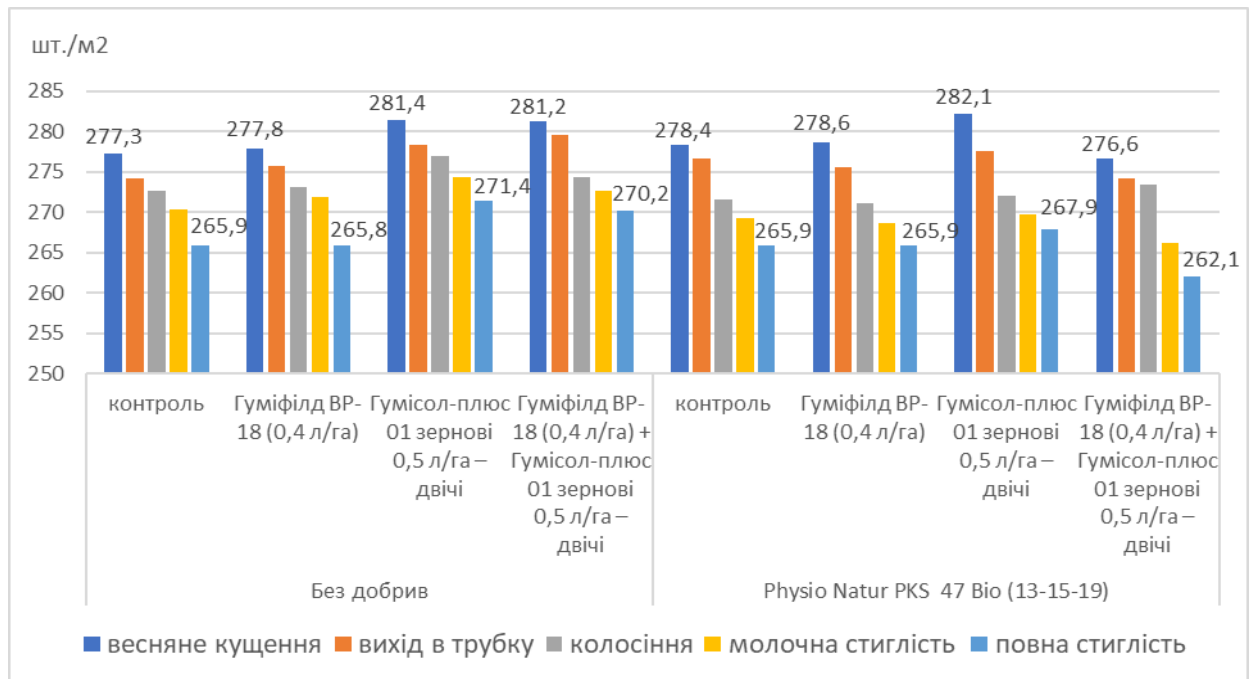


Рис. 3.11. Динаміка густоти стояння рослин спельти озимої сорту Зоря України залежно від удобрення і позакореневого підживлення, шт./м² (середнє за 2022–2024 рр.).

Отримані дані свідчать про поступове зниження густоти стояння рослин на кожному етапі вегетації. На всіх варіантах досліді спостерігається зменшення кількості рослин на 1 м² від фази весняного кушення до молочної стиглості зерна. Втрата густоти є природним процесом унаслідок конкуренції між рослинами та впливу навколишніх умов.

Позакореневе підживлення сприяє підвищенню густоти стояння рослин порівняно з контрольними варіантами. Найвищі показники густоти спостерігаються у варіантах із внесенням Гумісол-плюс 01 зернові (0,5 л/га – двічі), як у варіанті без добрив, так і за використання Physio Natur PKS 47 Bio. Це свідчить про позитивний вплив біостимуляторів на розвиток та життєздатність рослин.

Комбінація Гуміфілд ВР-18 + Гумісол-плюс 01 зернові не завжди дає найкращий ефект. На ранніх стадіях вегетації вона забезпечує високу густоту стояння рослин, але у фазі молочної стиглості цей показник у деяких випадках знижується. Це може бути пов'язано з особливостями взаємодії препаратів або з тим, що окреме застосування Гумісол-плюс 01 зернові більш ефективно впливає на стабільність посівів. Внесення мінерального добрива Physio Natur PKS 47 Біо (13-15-19) не забезпечило значного приросту густоти стояння рослин. У деяких фазах показники були навіть нижчими, ніж у варіанті без добрив. Це може свідчити про недостатню ефективність цього добрива для підвищення виживаності рослин спелі або про необхідність коригування дози та схеми його внесення.

Результати досліджень щодо динаміки густоти стояння рослин спелі озимої сорту Аттергауер Дінкель залежно від застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення за середніми показниками 2022–2024 років. Отримані результати дозволяють оцінити, як позакореневе підживлення і мінеральне живлення впливають на збереження густоти рослин та їх адаптацію до умов вирощування. У всіх варіантах дослідження спостерігалось поступове скорочення густоти стояння рослин від фази весняного кущення до повної стиглості зерна.

Найбільші втрати густоти відзначено у фазі колосіння, що може бути пов'язано із природним відмиранням слабших рослин та впливом зовнішніх факторів, таких як погодні умови і конкуренція між рослинами. Відмінності у густоті стояння між варіантами дослідження зберігаються на всіх етапах вегетації, що свідчить про вплив підживлення на збереження рослин (рис. 3.12, С–1).

Позакореневе підживлення у деяких випадках сприяє зменшенню густоти стояння рослин. У варіантах із застосуванням Гуміфілд ВР-18 та Гумісол-плюс 01 зернові спостерігається зниження густоти порівняно з контрольним варіантом. Найнижчі показники густоти стояння відзначені у варіантах із комбінованим застосуванням Гуміфілд ВР-18 та Гумісол-плюс 01 зернові, що може свідчити про посилення ростових процесів і, відповідно,

конкуренції між рослинами, що призводить до випадіння частини слабших рослин.

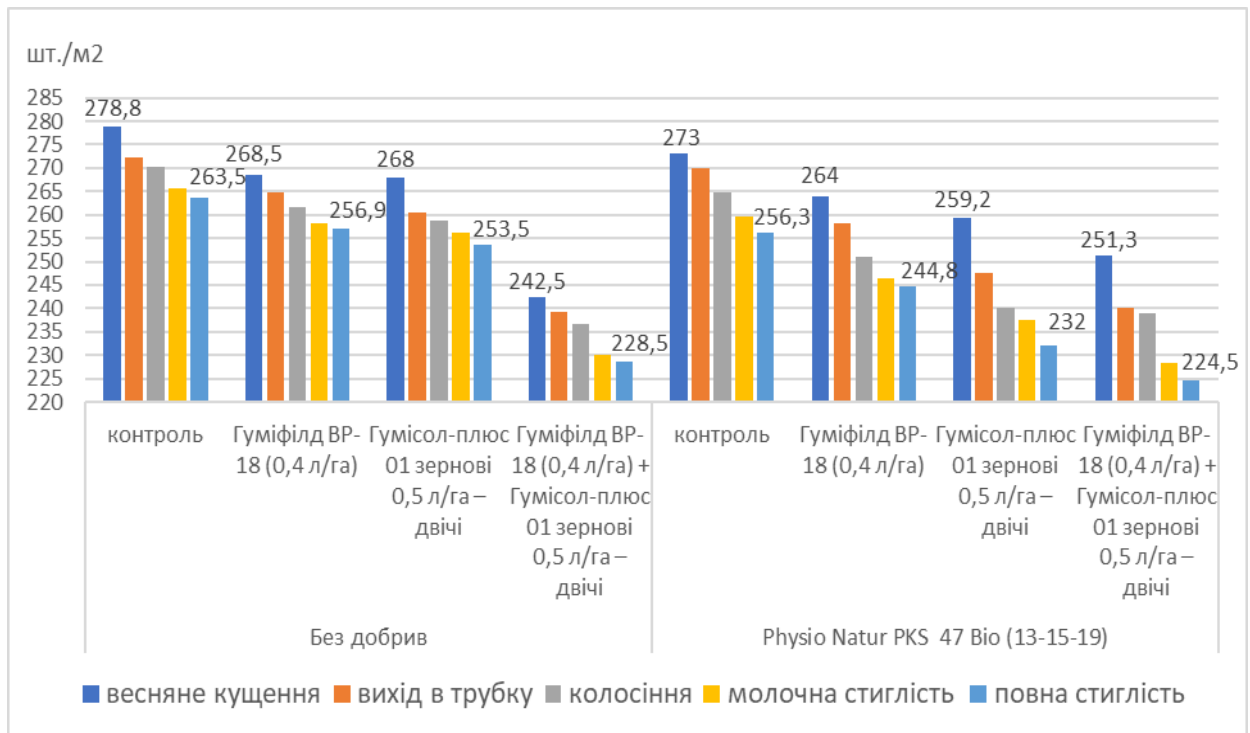


Рис. 3.12. Динаміка густоти стояння рослин спельти озимої сорту Аттергауер Дінкель залежно від удобрення і позакореневого підживлення, шт./м² (середнє за 2022–2024 рр.)

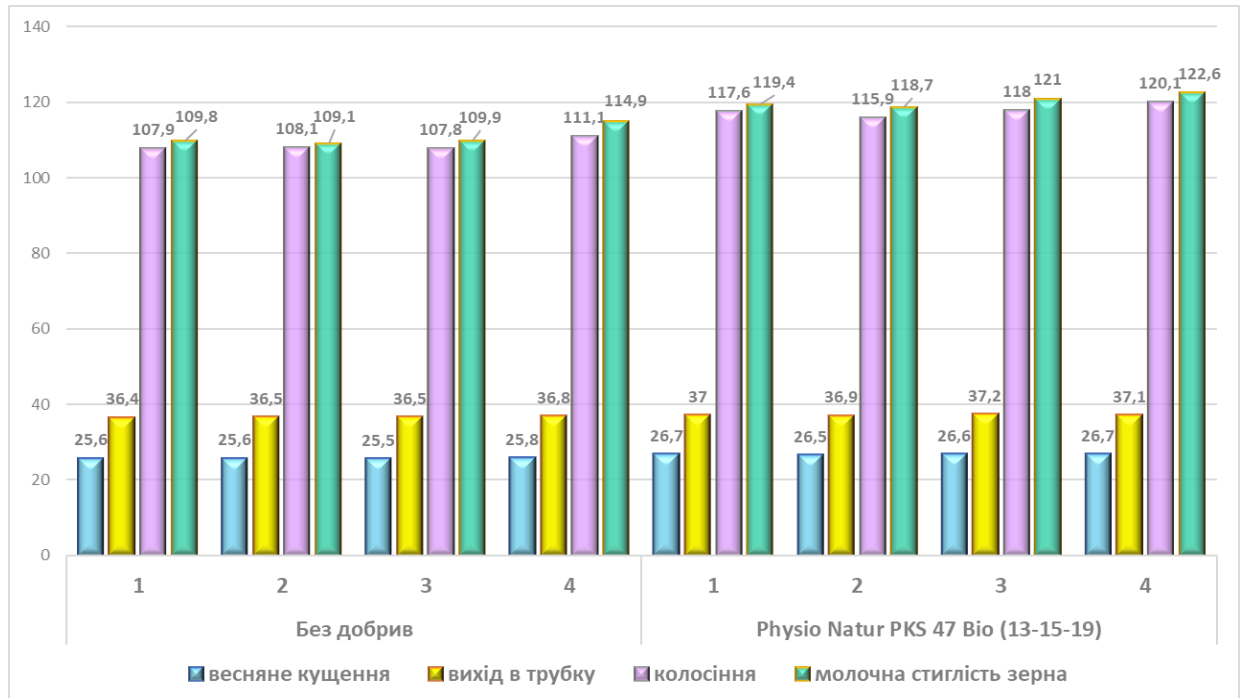
Мінеральне живлення (Physio Natur PKS 47 Bio) не забезпечило суттєвого покращення густоти стояння рослин. У варіантах із внесенням цього добрива густота стояння рослин була навіть нижчою, ніж у контрольних варіантах без добрив. Це може свідчити про те, що дане добриво більше впливає на розвиток окремих рослин, аніж на підвищення загальної життєздатності посівів.

Найкращі показники густоти стояння на завершальних етапах вегетації спостерігалися у контрольних варіантах без внесення позакорневих стимуляторів. Наприклад, у фазі молочної стиглості густота рослин у контрольному варіанті без добрив становить 265,7 шт./м², тоді як у варіанті з добривом Physio Natur PKS 47 Bio цей показник нижчий – 259,5 шт./м².

Варіанти з внесенням біостимуляторів мали ще нижчі показники густоти, що вказує на можливий негативний вплив надмірного стимулювання росту.

3.2.2. Динаміка росту рослин спельти та формування листкової поверхні посівів залежно від сорту, удобрення та стимулятора росту

Результати досліджень свідчать, що рослини спельти озимої впродовж вегетаційного періоду інтенсивно ростуть у висоту, починаючи від весняного кущення до молочної стиглості зерна. Висота рослин сорту Зоря України у період весняного кущення коливається в межах від 25,5 см до 26,9 см. У фазі виходу рослин в трубку на варіанті без добрив висота спельти становила 36,4 см, а за внесення добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) – 37,0 см. Найбільшу висоту спостерігали на удобреному варіанті і з позакореневим підживленням Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га (двічі) – 37,2 см (рис. 3.13, дод. Д1–3; дод. Е1–3).



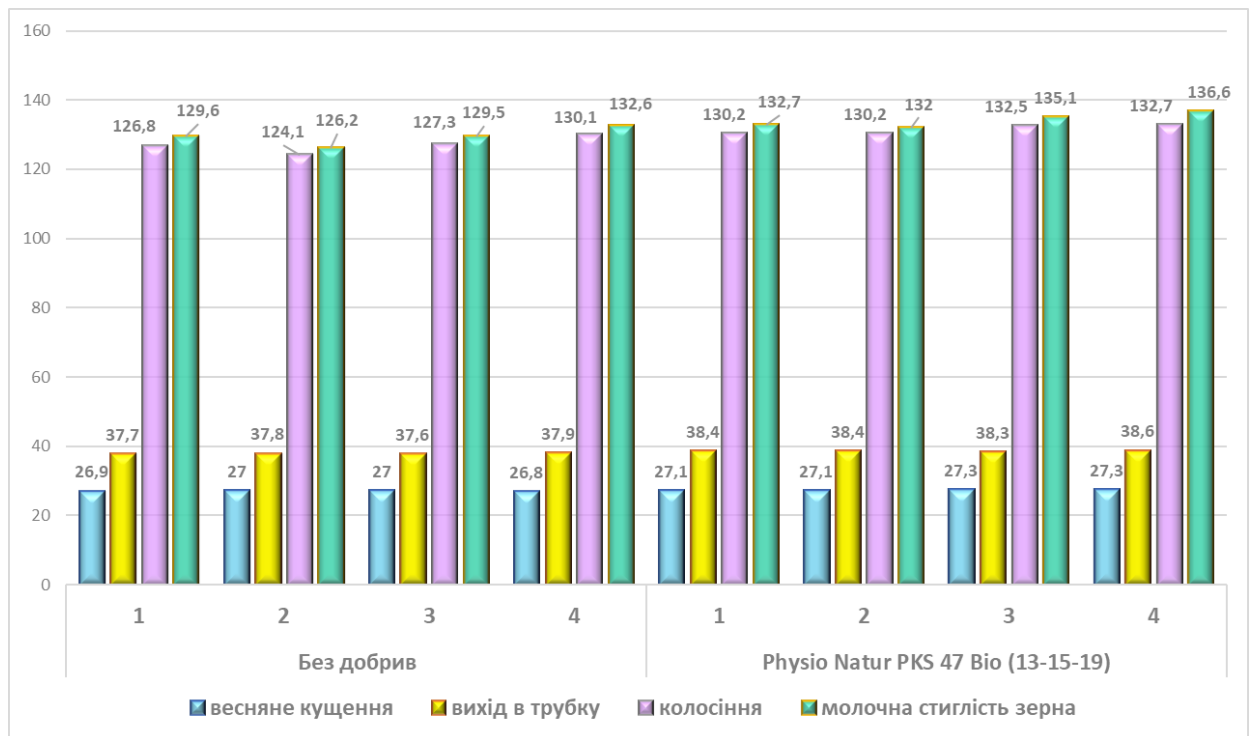
Примітка (гумінові препарати): 1. Контроль; 2. Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га; 3. Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га, двічі; Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га, двічі

Рис. 3.13. Динаміка висоти рослин спельти озимої сорту Зоря України залежно від удобрення і стимуляторів росту, см (2022–2024 рр.)

У період колосіння відмічений найбільший вплив досліджуваних чинників на формування висоти травостою спельти. Так, за внесення добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) висота рослин становила 115,9–120,1 см, а на неудобрених ділянках – 107,8–111,1 см. (дод. Ж1–3).

У фазі молочної стиглості зерна найбільша висота рослин була на удобреному варіанті з обробкою препаратами Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га (двічі) – 122,6 см порівняно з варіантом без добрив – 114,9 см (дод. 3.1–3).

Рослини сорту Аттергауер Дінкель відрізняються більшою висотою порівняно з сортом Зоря України, особливо у другій половині вегетації. Так, у фазі кущення висота рослин на варіанті без добрив становила 26,8–27,0 см, а в період виходу в трубку – 37,6–37,9 см (рис. 3.14).



Примітка (гумінові препарати): 1. Контроль; 2. Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га; 3. Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га, двічі; 4. Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га, двічі

Рис. 3.14. Динаміка висоти рослин спельти озимої сорту Аттергауер Дінкель залежно від удобрення і стимуляторів росту, см (2022–2024 рр.)

За удобрення і обробки гуміновими препаратами висота рослин у фазі виходу в трубку зростала до 38,3–38,6 см. У період колосіння спелі висота рослин становила на ділянках без удобрення 124,1–130,1 см. За внесення добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) і обприскування гуміновими препаратами висота травостою зростала до 132,7 см. У період молочної стиглості зерна спелі озимої спостерігали найбільшу висоту рослин сорту Аттергауер Дінкель – 126,2–132,6 см (без удобрення, а лише із стимуляторами росту) і 132,0–136,6 см з удобренням і обробкою гуміновими препаратами

Листя пшениці озимої, як орган рослини, є основним уловлювачем падаючої радіації. Тому площа листкової поверхні є важливим показником для кількісної оцінки розподілу світла в посівах і фотосинтезу рослин. Листя перетворює поглинену сонячну енергію в органічну речовину в зелених рослинах шляхом фотосинтезу, забезпечуючи поживними речовинами фізіологічну життєдіяльність рослин. Таким чином, листя визначає швидкість росту та стан здоров'я рослин. Вимірювання площі листків пшениці характеризує стан продуктивності рослин у період вегетації, від якого у подальшому залежить рівень врожайності [85].

Із факторів, які впливають на площу листків, особливу роль відводиться забезпеченості елементами живлення. Внесення мінеральних, органо-мінеральних добрив підвищує площу листкової поверхні у злакових на 20-30%. Внесення добрив має позитивний вплив на загальну масу і тривалість роботи листкового апарату. Особливу роль у формуванні асиміляційної поверхні озимої пшениці відіграє азотне живлення рослин та ефективність акумуляції азоту листками пшениці, що у подальшому впливає на уміст білка у зерні [3, 5, 56, 99].

Аналіз площі листкової поверхні (тис. м²/га) проводили на різних етапах розвитку рослин за п'ятьма фазами (ВВСН 21–75):

- Кушіння (ВВСН 21–29) – період активного формування листкової маси.
- Вихід у трубку (ВВСН 30–39) – початок активного росту вегетативної маси.

- Колосіння (ВВСН 49–59) – формування репродуктивних органів, наростання фотосинтетичного потенціалу.
- Цвітіння (ВВСН 60–69) – максимальна листкова поверхня, яка забезпечує повноцінне наливання зерна.
- Воскова стиглість (ВВСН 83–89) – поступове зменшення листкової маси через старіння листків.

Установлено, що формування листкової поверхні рослин озимої спельти активно відбувається від фази кушіння (ВВСН 23) до фази цвітіння (ВВСН 63) та істотно залежить від сортових особливостей, удобрення і стимулятора росту. Площа листкової поверхні рослин спельти сорту Зоря України у період кушіння за внесення комплексного добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) становила 14,9–17,2 тис. м²/га. У фазі виходу в трубку (ВВСН 47) площа листків збільшувалася до 26,8–28,9 тис. м²/га у порівнянні з неудобраним варіантом – 25,8–27,2 тис. м²/га.

У період колосіння площа листкової поверхні зростала за внесення Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) та гумінових препаратів до 37,0–37,9 тис. м²/га, а на ділянках з лише обробкою Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га та Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі – 36,9–37,4 тис. м²/га (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Динаміка формування листкової поверхні спельти залежно від сорту, удобрення і стимуляторів росту в фазі ВВСН 23-85, тис. м²/га, середнє за 2022–2024 рр.

| Сорт (Фактор А) | Удобрення (Фактор В) | Стимулятор росту (Фактор С) | Фаза росту і розвитку | | | | |
|--------------------|-------------------------|---|-----------------------|--------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| | | | кушіння (ВВСН 23) | вихід в трубку (ВВСН 47) | колосіння (ВВСН 57) | цвітіння (ВВСН 63) | воскова стиглість (ВВСН 85) |
| | без добрив | контроль | 14,8 | 25,8 | 36,7 | 42,9 | 25,3 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 16,0 | 26,4 | 36,9 | 42,4 | 25,0 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі | 17,6 | 27,0 | 37,5 | 43,1 | 25,8 |

| | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------------------|--|------|------|------|------|------|
| Зоря України | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі | 18,3 | 27,2 | 37,4 | 42,9 | 25,7 |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль | 14,9 | 26,8 | 37,0 | 43,4 | 25,4 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 16,5 | 27,1 | 37,7 | 42,9 | 25,7 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі | 16,9 | 28,7 | 37,4 | 43,7 | 26,0 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі | 17,2 | 28,9 | 37,9 | 45,1 | 26,8 |
| НІР, 05 тис. м ² /га | | | 0,52 | 0,59 | 0,64 | 0,58 | 0,35 |
| Аттергауер Дінкель | без добрив | контроль | 15,5 | 28,1 | 36,3 | 42,9 | 25,9 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 16,7 | 29,0 | 36,2 | 43,5 | 26,3 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі | 17,5 | 29,6 | 36,5 | 43,9 | 26,5 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі | 18,0 | 29,9 | 36,8 | 44,0 | 25,7 |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль | 16,3 | 28,6 | 36,4 | 42,7 | 26,1 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 17,2 | 29,3 | 36,8 | 43,0 | 26,4 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі | 17,5 | 29,9 | 37,0 | 45,8 | 27,0 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі | 17,9 | 30,4 | 37,2 | 46,4 | 27,3 |
| НІР, 05 тис. м ² /га | | | 0,49 | 0,34 | 0,56 | 0,49 | 0,54 |

Максимальну площу листової поверхні рослини спелі сорту Зоря України сформували у фазі цвітіння (ВВСН 63) – від 42,4 тис. м²/га до 45,1 тис. м²/га. У фазі воскової стиглості зерна (ВВСН 85) спостерігали різке зниження площі листків (25,0–26,8 тис. м²/га), оскільки відбуваються природні процеси старіння рослин і всі поживні речовини витрачаються на формування, налив зерна та його дозрівання. Зменшення площі листя призводить до зниження вмісту хлорофілу, що впливає на ріст вегетативних органів рослин пшениці спелі.

Результати досліджень свідчать, що рослини сорту Аттергауер Дінкель формували дещо більшу листову поверхню порівняно із сортом Зоря України. У фазі кущіння вона становила незалежно від факторів, що вивчалися 15,5–17,9 тис. м²/га, у фазі виходу в трубку – 28,1–30,4 тис. м²/га. Під час

колосіння рослин площа листків зростала до 36,3 тис. м²/га (без добрив) і 36,4 тис. м²/га (Physio Natur PKS 47 Bio, 13-15-19). Найбільшу площу листової поверхні спостерігали у період цвітіння рослин спельти сорту Аттергауер Дінкель на варіанті комбінованого внесення добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) та Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі, яка становила 46,4 тис. м²/га, що на 2,4 тис. м²/га переважає варіант з обробкою посівів лише гуміновими препаратами. Ефективна площа листової поверхні в динамічних моделях є чистим результатом як формування листків, так і їхнього скидання після старіння. Тому у фазі воскової стиглості зерна спостерігаємо зменшення площі листків даного сорту до 25,7–27,3 тис. м²/га.

Таким чином, у середньому за три роки досліджень площа листової поверхні залежно від згадуваних елементів технології вирощування становить у фазу цвітіння (ВВСН 63) 45,1 тис. м²/га (сорт Зоря України) і 46,4 тис. м²/га (сорт Аттергауер Дінкель) та перевищує на 2,2 й 3,5 тис. м²/га показники на контролі (без добрив і гумінових препаратів). Така площа листової поверхні сприяла формуванню найвищої врожайності сортів спельти у роки досліджень і поліпшенню показників якості зерна.

Висновки до розділу 3

1. В умовах дерново-підзолистого супіщаного ґрунту на варіанті без внесення стартових доз мінеральних добрив обидва сорти спельти потребували елементів живлення, особливо N, P, K, S, Ca, Fe, B, Zn, J. Однак, рослини сорту Attergauer Dinkel відчували більшу нестачу мікроелементів порівняно з вітчизняним сортом Зоря України.
2. За внесення добрива Physio Natur PKS 47 Bio, яке дозволено для застосування в органічному землеробстві, сорт Attergauer Dinkel відчував дефіцит лише одного елемента S, а сорт Зоря України – Zn, Co.
3. Для сорту Зоря України дефіцит мікроелементів Zn і Co не є критичним порівняно з гострою нестачею елемента S в рослинах сорту Attergauer

Dinkel, оскільки сірка безпосередньо впливає на масу 1000 зерен та якісні показники зерна.

4. Сходи пшениці спельти сорту Зоря України відмічали за роками на 8–9 добу, а сорту Аттергауер Дінкель – на 9–10 добу після сівби.
5. Вегетаційний період рослин сорту Зоря України тривав 150 діб (2021–2022 рр.), 147 діб (2022–2023 рр.) і 152 доби (2023–2024 рр.). Вегетаційний період рослин спельти сорту Аттергауер Дінкель був значно коротшим і тривав 141 добу (2021–2022 рр.), 141 добу (2022–2023 рр.) і 139 діб (2023–2024 рр.).
6. Збереженість рослин перед збиранням у сорту Зоря України становила 94,8–96,4%, а сорту Аттергауер Дінкель – 89,3–95,7%.
7. Найбільшу висоту рослин сорту Зоря України спостерігали на удобреному варіанті і з позакореневим підживленням Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га (двічі) у фазі молочної стиглості зерна – 122,6 см, що на 7,7 см більше порівняно з контролем. У сорту Аттергауер Дінкель – 126,2–132,6 см (без удобрення, а лише із стимуляторами росту) і 132,0–136,6 см за удобрення і обробки гуміновими препаратами.
8. Площа листової поверхні рослин озимої спельти досягла максимальних розмірів у сорту Зоря України – 45,1 тис. м²/га, у сорту Аттергауер Дінкель – 46,4 тис. м²/га за комбінованого внесення добрива Physio Natur PKS 47 Біо (13-15-19) в рядки одночасно з сівбою і стимуляторів росту Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га (ВВСН 25) + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі (ВВСН 25, ВВСН 41).

Список посилань на літературу до розділу 3

Результати дослідження, представлені у розділі 3, опубліковано у наукових працях автора: [50, 51, 52].

У розділі 2 використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела зі списку літератури: [3, 5, 20, 48, 56, 59, 60, 85, 99, 103, 145].

РОЗДІЛ IV. УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА СПЕЛЬТИ ЗАЛЕЖНО ВІД ОПТИМІЗАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПОЛІССЯ

4.1. Формування врожайності зерна спельти озимої залежно від сорту, удобрення і гумінових препаратів

Основними критеріями оцінки ефективності сучасних технологій вирощування зернових культур, зокрема спельти озимої, є врожайність і якість зерна. Саме ці показники можуть найбільш повно відобразити вплив умов вирощування на індивідуальний розвиток і продуктивність рослин спельти [91].

Урожайність спельти озимої формується під впливом складного комплексу умов, кожен з яких має вплив на його величину. Гумінові препарати позитивно впливають на урожайність обох сортів спельти. Їх застосування сприяє покращенню засвоєння елементів живлення, стимулює розвиток кореневої системи та активізує фізіологічні процеси рослин, що підтверджується підвищенням урожайності в усіх варіантах дослідження. Установлено, що за внесення добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) довжина колоса сорту Зоря України збільшувалася на 3,0 см порівняно з варіантом без добрив (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Структура врожаю зерна пшениці спельта озима сорту Зоря України залежно від удобрення і гумінових препаратів, середнє за 2022–2024 рр.

| Удобрєння (основне) Фактор В | Позакорєневе удобрєння Фактор С | Довжина колоса, см | Кількість колосків у колосі, шт. | Кількість зерен у колосі, шт. | Маса зерна з 1 колоса, г |
|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------|
| Без добрив | контроль | 13,0 | 15 | 18 | 1,26 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 13,4 | 15 | 18 | 1,30 |
| | Гумісол-плюс 01 | 15,1 | 17 | 19 | 1,33 |

| | | | | | |
|--|---|------|------|------|------|
| | зернові, 0,5 л/га* | | | | |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 14,3 | 16 | 18 | 1,42 |
| Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль | 16,0 | 17 | 20 | 1,41 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 16,1 | 18 | 20 | 1,44 |
| | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 16,3 | 18 | 21 | 1,74 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 16,8 | 19 | 22 | 1,54 |
| НІР ₀₅ загальне: | | 0,12 | 1,10 | 0,93 | 0,01 |
| по фактору А | | 0,06 | 0,55 | 0,47 | 0,01 |
| по фактору В і АВ | | 0,08 | 0,78 | 0,66 | 0,01 |

Примітка*: обробляли двічі (ранньо-весняне кушення і поява прапорцевого листка)

Довжина колоса спелити на неудобрених ділянках з обприскуванням гуміновими препаратами знаходилася в межах від 13,4 до 15,1 см. Застосування мінерального добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) у поєднанні з гуміновими препаратами підвищило даний показник до 16,1–16,8 см. Середня кількість колосків у колосі на варіанті без добрив становила 15–17 штук, а з внесенням добрива і обробкою стимуляторами росту рослин зростала до 17–19 штук. За роками досліджень кількість колосків у колосі наведена у додатку К1–3. Комбіноване застосування гумінових препаратів (Гуміфілд ВР-18 + Гумісол-плюс 01) на фоні добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) сприяло формуванню більшої кількості зерен у колосі – на 2–4 насінини (дод. Л1–3). Найбільшу середню масу зерна з одного колоса (1,42 г) спостерігали за обробки посівів Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га (двічі) без удобрення. Маса зерна за внесення Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га (двічі) з поєднанням добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) становила в середньому за роки досліджень 1,74 г. За роками досліджень цей показник наведений у додатку М1–3.

Аналогічна закономірність щодо структури урожаю виявлена у сорту Аттергауер Дінкель. Довжина колоса рослин цього сорту на варіанті без добрив становила 13,7 см, а за внесення добрив – 15,6 см (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

**Структура врожаю зерна спельти озимої сорту Аттергауер Дінкель
залежно від удобрення і гумінових препаратів,
середнє за 2022–2024 рр.**

| Удобрєння (основне) Фактор В | Позакорєнєвє удобрєння Фактор С | Довжина колоса, см | Кількість колосків у колосі, шт. | Кількість зерен у колосі, шт. | Маса зерна з 1 колоса, г |
|--|---|--------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------|
| Без добрив | контроль | 13,7 | 15 | 17 | 1,36 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 14,2 | 16 | 17 | 1,39 |
| | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 14,8 | 16 | 18 | 1,44 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 15,1 | 17 | 19 | 1,52 |
| Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль | 15,6 | 18 | 20 | 1,57 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 16,5 | 19 | 21 | 1,60 |
| | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 16,8 | 19 | 21 | 1,68 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 17,3 | 20 | 23 | 1,84 |
| НІР ₀₅ загальне | | 0,25 | 1,08 | 0,96 | 0,02 |
| по фактору А | | 0,13 | 0,54 | 0,48 | 0,01 |
| по фактору В і АВ | | 0,18 | 0,76 | 0,68 | 0,02 |

Примітка*: обробляли двічі (ранньо-весняне кушення і поява прапорцевого листка)

Позакорєнєвє підживлення лише гуміновими препаратами сприяє формуванню довжини колоса до 14,2–15,1 см. За комбінованого внесення добрива і гумінових препаратів довжина колосу сорту Аттергауер Дінкель становила 16,5–17,3 см. Кількість колосків у колосі на варіантах лише з обприскуванням посівів гуміновими препаратами становила 15–17 штук, а за комбінованого внесення добрива і стимуляторів росту – 18–20 штук. Найбільша кількість зерен у колосі відмічена на варіанті з обробкою Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га (двічі) – 19 шт. (без добрив) і 23 шт. (з удобренням). На цьому ж варіанті виявлена найбільша маса зерна з одного колоса – 1,52 і 1,84 г відповідно.

За роки досліджень сорт Зоря України на контрольному варіанті (без внесення мінеральних добрив і без позакореневої обробки гуміновими препаратами) показав урожайність 3,51 т/га (табл. 4.3, дод. Б1–3).

Таблиця 4.3

**Урожайність зерна сортів спельти озимої залежно від удобрення і
гумінових препаратів, т/га (2022–2024 рр.)**

| Сорт (Фактор А) | Удобрення (основне) (Фактор В) | Позакореневе удобрення (Фактор С) | Урожайність, т/га | | | |
|--|--|---|-------------------|------|------|---------|
| | | | 2022 | 2023 | 2024 | середнє |
| Зоря України | Без добрив | контроль | 3,05 | 4,01 | 3,46 | 3,51 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 3,36 | 4,17 | 3,50 | 3,68 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 3,41 | 4,28 | 3,56 | 3,75 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 3,64 | 4,42 | 4,21 | 4,09 |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль | 4,71 | 4,04 | 3,81 | 4,19 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 4,99 | 4,07 | 3,80 | 4,29 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 5,00 | 4,44 | 3,84 | 4,43 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 5,32 | 4,55 | 4,21 | 4,96 |
| Аттергауер Дінкель | Без добрив | контроль | 4,25 | 4,07 | 3,81 | 4,04 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 4,30 | 4,09 | 3,72 | 4,04 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 4,36 | 4,08 | 4,01 | 4,15 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 4,41 | 4,53 | 4,05 | 4,33 |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль | 4,75 | 5,02 | 4,84 | 4,87 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 4,79 | 5,02 | 4,90 | 4,90 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 4,83 | 5,31 | 4,92 | 5,02 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 5,86 | 5,38 | 5,07 | 5,44 |
| НІР ₀₅ , т/га: 2022 ABC – 0,09; А – 0,03; В – 0,03; С – 0,04; АВ – 0,04; АС – 0,06; ВС – 0,06 2023 ABC – 0,06; А – 0,02; В – 0,02; С – 0,03; АВ – 0,03; АС – 0,04; ВС – 0,04 2024 ABC – 0,10; А – 0,04; В – 0,04; С – 0,05; АВ – 0,05; АС – 0,07; ВС – 0,07 | | | | | | |

Примітка*: обробляли двічі (ранньо-весняне кушення і поява прапорцевого листка)

При внесенні у листкове удобрення Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га урожайність культури підвищилася до 3,68 т/га. Використання Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га сприяло ще більшому зростанню урожайності – 3,75 т/га. Найкращий результат (4,09 т/га) досягнуто при одночасному застосуванні Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га і Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га.

За внесення мінеральних добрив Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) в середньому за роки досліджень сорт спельти Зоря України на контрольному варіанті (без гумінових препаратів) показав урожайність 4,19 т/га. Внесення Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га сприяло підвищенню врожайності до 4,29 т/га. Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га у позакореневе підживлення сприяв зростанню урожайності до 4,43 т/га. Максимальний показник 4,96 т/га отримано при комплексному застосуванні гумінових препаратів і добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19).

Аналогічну тенденцію спостерігали для сорту Аттергауер Дінкель. На контрольному варіанті (без внесення добрив та гумінових препаратів) урожайність культури склала 4,04 т/га, що на 0,53 т/га перевищує сорт Зоря Україна. Внесення у позакореневе підживлення Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га не вплинуло на середню врожайність (4,04 т/га). Використання Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га підвищило урожайність до 4,15 т/га, а найкращий результат (4,33 т/га) зафіксовано при застосуванні обох гумінових препаратів.

За внесення мінеральних добрив на контрольному варіанті без гумінових препаратів середня врожайність сорту Аттергауер Дінкель становила 4,87 т/га. Внесення Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га підвищило врожайність до 4,90 т/га. Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га забезпечив збільшення урожайності до 5,02 т/га. Найвищий показник (5,44 т/га) отримано при комбінованому застосуванні гумінових препаратів, що на 0,48 т/га більше порівняно з сортом Зоря України. Урожайність цього сорту стабільно вища, ніж сорту Зоря України. Різниця особливо помітна у варіантах із застосуванням гранульованого мінерального добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) з високим вмістом мікроелементів.

Розрахунок частки впливу елементів органічної технології вирощування спельти озимої на формування врожайності зерна свідчить, що найбільшу питому вагу займає основне удобрення культури (рис. 4.1).

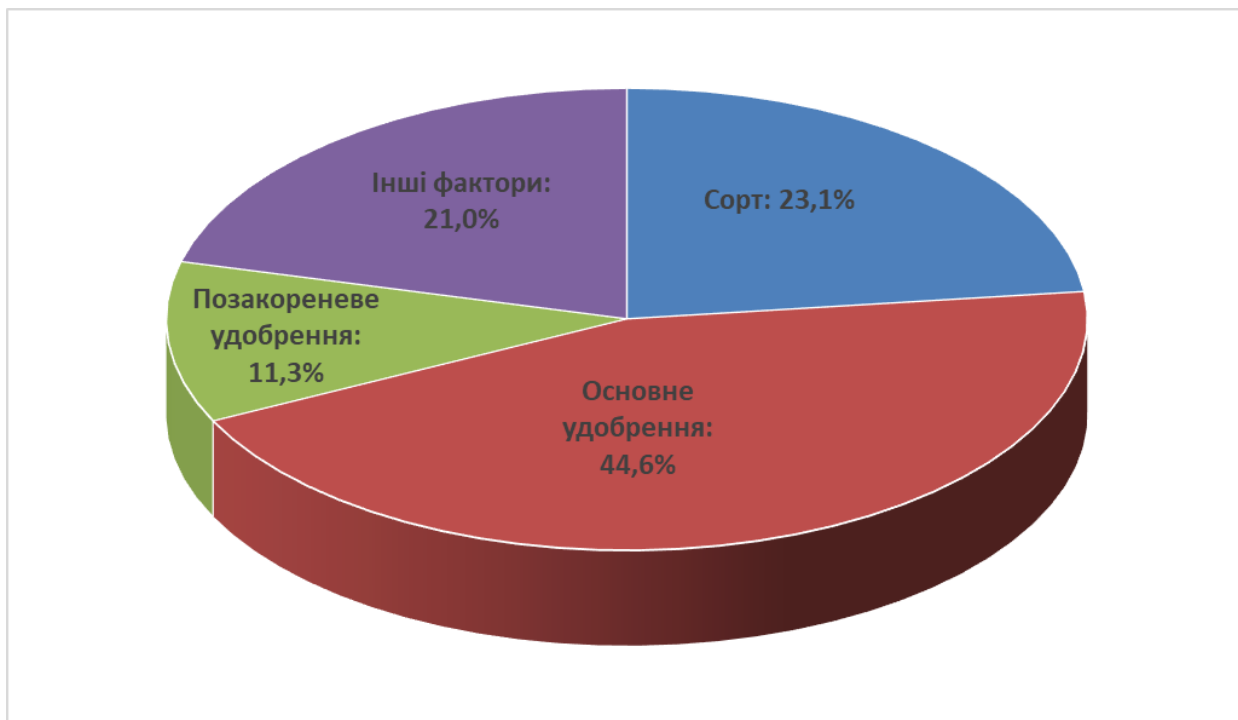


Рис. 4.1. Частка впливу факторів, що вивчалися в досліді, на урожайність спельти озимої (середнє за 2022–2024 рр.)

Використання в основне удобрення добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19), що рекомендоване для органічного виробництва, сприяє значному підвищенню врожайності спельти і частка впливу його становила в середньому за три роки досліджень – 44,6%. Даний показник різнився за роками досліджень (дод. Б.4.1–3). Наступним дієвим фактором виявлено внесок сортів спельти озимої, частка впливу яких становила – 23,1%. Позакореневе підживлення рослин спельти гуміновими препаратами (Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га і Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі) підвищувало продуктивність спельти на 11,3%.

Результати досліджень свідчать, що значну частку впливу на врожайність зерна спельти займають інші фактори (21,0%). Серед них

найбільшу долю становлять погодні умови впродовж періоду онтогенезу рослин. Так, вегетаційний період спелти у 2021–2022 рр. розпочався за підвищених температур повітря порівняно з багаторічною нормою і за нестачі вологи в ґрунті. У жовтні і листопаді кількість опадів становила лише 3,0 та 19,7 мм за місячної норми 44 мм. Значні опади випали в грудні і січні (83,1 та 57,5 мм), а також на період весняного відростання рослин спелти (68,7 мм). В цілому погодні умови весняно-літньої вегетації були сприятливими для росту рослин і формування врожайності зерна обох сортів спелти. Вегетаційний період 2022–2023 рр. характеризувався для рослин спелти достатнім тепловим і водним режимом у період сівби і осінньої вегетації. Температура повітря зимових місяців була вищою порівняно з багаторічною нормою. Період травень-липень, і до збирання зерна, супроводжувався опадами в межах норми (окрім травня 5,7 мм) та середньою місячною температурою 14,8–20,6°C. Вегетаційний період 2023–2024 рр. супроводжувався теплою погодою і опадами під час сівби, у період перезимівлі та весняно-літньої вегетації рослин спелти. Зима і весняно-літній періоди були теплими, середньомісячні температури повітря значно перевищували середні багаторічні показники.

Упродовж тривалого (понад десять років) ведення органічного землеробства у ПП «Галекс Агро» на дерново-підзолистих ґрунтах відбулися суттєві позитивні зміни у біологічній активності ґрунту, що безпосередньо також вплинуло на продуктивність органічної спелти. Ці ґрунти, зазвичай, малогумусні, кислі і мають невисоку природну родючість, однак за умов правильної багаторічної сівозміни та систематичного внесення органіки (перегній, компост) під просапні та технічні культури зросла кількість дощових черв'яків і корисної мікробіоти, зокрема азотфіксаторів фосфор та каліймобілізуючих бактерій, підвищилася ферментативна активність ґрунту (уреаза, фосфатаза, каталаза). Такі зміни призвели до поліпшення водоутримуючої здатності ґрунту, посилення мінералізації органічних речовин і накопичення гумусу. У результаті такого біологічного відновлення

за роки ведення органічного землеробства, органічна спельта, вирощена на таких ґрунтах змогла сформувати високу врожайність зерна – понад 5 т/га, що є дуже хорошим показником для цієї культури. Підвищена мікробна активність ґрунту сприяла кращому засвоєнню азоту й фосфору, що є критично важливим для зернових, а покращена ґрунтова структура дозволила кореневій системі ефективно розвиватися навіть за умов обмеженого удобрення. Це свідчить про те, що тривале органічне землеробство здатне значно покращувати родючість навіть на слабких за потенціалом ґрунтах без застосування хімії, забезпечуючи при цьому стабільний і якісний урожай.

За даними досліджень Н.В. Заїки і Л.М. Карпук біологічні ознаки сорту спельти значною мірою впливають на урожайність зерна, зокрема сорт Зоря України забезпечив 5,66 т/га, сорт Європа – 5,89 т/га, а Аттергауер Дінкель – 4,85 т/га. Вища урожайність зерна спельти спостерігалася за комбінованого внесення Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння і повторно у фазу молочної стиглості з внесенням Agriflex Amino у фазу колосіння. За таких умов урожайність сорту Зоря України зростала до 5,90 т/га, Європа – 6,43 т/га, Аттергауер Дінкель – 5,17 т/га. Натура зерна спельти сорту Зоря України становила 663 г/л, Європа – 680 г/л, Аттергауер Дінкель – 758 г/л, вміст білка був 18,55; 18,27 та 14,70 %, а вміст сирої клейковини 48,8; 41,6 та 33,0 % відповідно [46].

4.2. Якісні показники зерна спельти залежно від сорту, удобрення і гумінових препаратів

У дослідженнях науковців високі технологічні показники зерна забезпечує внесення $N_{30} + N_{30}$ на тлі $P_{60}K_{60}$ з позакореневим підживленням у фазу молочної стиглості карбамідом дозою N_{30} [14]. Однак ефективність удобрення змінюється залежно від ґрунтово-кліматичних умов та елементів агротехнології [10]. Середній вміст клейковини у гібридних популяціях 1792 та 1786 був найвищим і становив 44,5%, що переважало стандарт на 0,2%. Вміст клейковини в зерні гібридної популяції 1694 та сорту Європа був нижчим від стандарту відповідно на 3,0 та 8,3% [19]. Якість зерна пшениці спельти змінюється залежно від тривалості зберігання. Так, вміст білка, клейковини і клейковино утворювальних його фракцій найвищий після зберігання впродовж 90 діб. Ці показники майже не змінювалися після 180–270 діб зберігання [76].

Харчова цінність пшениці, перш за все, залежить від хімічного складу зерна, зазвичай від вмісту білків і амінокислот. Технологічні властивості зерна також залежать від вмісту клейковинних білків, які визначають хлібопекарські властивості борошна. Виявлено, що вища урожайність зерна (5,72–6,27 т/га) сформувалася у рослин сортів пшениці м'якої озимої, а вищі показники якості зерна – у сортів спельти [64]. Вчені відмічають, що спельта відрізняється від пшениці тим, що має більш високий вміст білка (15,6% для спельти, 14,9% для пшениці), вищий вміст ліпідів (2,5% і 2,1% відповідно), менший вміст нерозчинної клітковини (9,3% і 11,2% відповідно) і нижчий загальний вміст клітковини (10,9% і 14,9% відповідно). Немає суттєвих відмінностей у вмісті крохмалю, цукру та розчинної клітковини, і існує якісна різноманітність на рівнях білка, арабіноксилану та жирних кислот [128].

Результати трирічних досліджень свідчать, що маса 1000 зерен спельти також залежала від особливостей сорту, удобрення, стимуляторів росту рослин і коливалася за роками в межах від 66,8 до 78,4 г (табл. 4.4, дод. В1–3).

Таблиця 4.4

**Маса 1000 зерен пшениці спельти залежно від сорту, удобрення та
гумінових препаратів, середнє за 2022–2024 рр.**

| Удобрєння (основне) (Фактор В) | Позакорєнєвє удобрєння (Фактор С) | Маса 1000 зерен за роками, г | | | |
|---------------------------------------|---|------------------------------|------|------|---------|
| | | 2022 | 2023 | 2024 | середнє |
| сорт Зоря України (фактор А) | | | | | |
| Без добрив | контроль | 68,1 | 68,0 | 66,9 | 67,7 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 68,2 | 67,9 | 66,8 | 67,6 |
| | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 68,4 | 68,3 | 67,2 | 68,0 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 68,5 | 69,6 | 67,5 | 68,5 |
| Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль | 68,9 | 68,2 | 68,1 | 68,4 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 69,0 | 68,4 | 68,3 | 68,6 |
| | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 69,6 | 68,7 | 68,3 | 68,9 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 71,1 | 70,0 | 68,9 | 70,0 |
| сорт Аттергауер Дінкель (фактор А) | | | | | |
| Без добрив | контроль | 75,1 | 71,8 | 70,9 | 72,6 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 75,3 | 71,7 | 71,3 | 72,8 |
| | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 76,0 | 72,8 | 71,9 | 73,6 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 77,0 | 73,7 | 72,3 | 74,3 |
| Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль | 76,6 | 74,4 | 72,6 | 74,5 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 76,8 | 74,9 | 73,2 | 75,0 |
| | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 77,8 | 75,3 | 73,6 | 75,6 |
| | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 78,4 | 75,6 | 73,8 | 75,9 |
| НІР ₀₅ , г | | 0,27 | 0,37 | 0,36 | — |

Примітка*: обробляли двічі (ранньо-весняне кушення і поява прапорцевого листка)

Рослини сорту Аттергауер Дінкель сформували більшу масу 1000 зерен, яка становила в середньому за роки досліджень незалежно від факторів, що вивчалися, 72,6–75,9 г порівняно із сортом Зоря України (67,6–70,0 г). Істотно змінювалася маса 1000 зерен за роками досліджень і становила у сорту Зоря України 68,1–71,1 г (2022 р.), 67,9–70,0 г (2023 р.), 66,8–68,9 г (2024 р.). У сорту Аттергауер Дінкель ці показники становили відповідно 75,1–78,4 г (2022 р.), 71,7–75,6 г (2023 р.), 70,9–73,8 г (2024 р.).

За внесення Physio Natur PKS 47 Біо (13-15-19) маса 1000 зерен збільшувалася у сорту Зоря України на 0,7 г, а у сорту Аттергауер Дінкель – на 1,9 г. Гумінові препарати за внесення Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га і Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га сприяли підвищенню маси 1000 зерен на удобреному варіанті на 0,9–1,5 г (сорт Зоря України) та 1,6–2,2 г (сорт Аттергауер Дінкель).

Установлено, що уміст білка в зерні сорту Зоря України на варіанті без добрив і гумінових препаратів за роками досліджень становив 13,1% (2022 р.), 13,9% (2023 р.) і 13,7% в 2024 р. (табл. 4.5, дод. П1–3).

Таблиця 4.5

Уміст білка в зерні спельти озимої залежно від сорту, удобрення та внесення гумінових препаратів (2022–2024 рр.)

| Сорт (Фактор А) | Удобрення (основне) (Фактор В) | Позакореневе удобрення (Фактор С) | Білок, % | | | |
|--------------------|--|---|----------|------|------|---------|
| | | | 2022 | 2023 | 2024 | середнє |
| Зоря України | Без добрив | контроль | 13,1 | 13,9 | 13,7 | 13,6 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 13,5 | 14,1 | 13,9 | 13,8 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 13,8 | 14,1 | 14,0 | 14,0 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 14,0 | 14,1 | 14,0 | 14,0 |
| | Physio Natur PKS 47 Біо (13-15-19) | контроль | 13,9 | 14,8 | 14,2 | 14,3 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 13,8 | 14,7 | 14,3 | 14,3 |

| | | | | | | |
|--|--|---|------|------|------|------|
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 14,0 | 14,8 | 14,6 | 14,5 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 13,8 | 14,9 | 14,5 | 14,4 |
| Аттергауер Дінкель | Без добрив | контроль | 13,1 | 13,7 | 13,8 | 13,5 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 13,7 | 13,6 | 14,1 | 13,8 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 13,5 | 14,0 | 14,0 | 13,8 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 13,9 | 14,2 | 14,5 | 14,2 |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль | 14,0 | 14,1 | 15 | 14,4 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 14,2 | 14,6 | 15,4 | 14,7 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 14,1 | 14,7 | 15,2 | 14,7 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 14,8 | 15,8 | 15,5 | 15,4 |
| НІР ₀₅ , т/га: 2022 АВС – 0,23; А – 0,08; В – 0,08; С – 0,12; АВ – 0,12; АС – 0,17; ВС – 0,17 2023 АВС – 0,21; А – 0,08; В – 0,08; С – 0,11; АВ – 0,11; АС – 0,15; ВС – 0,15 2024 АВС – 0,25; А – 0,09; В – 0,09; С – 0,13; АВ – 0,13; АС – 0,18; ВС – 0,18 | | | | | | |

Примітка*: обробляли двічі (ранньо-весняне кушення і поява прапорцевого листка)

Обприскування посівів препаратом Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га сприяло збільшенню вмісту білка в середньому за три роки на 0,2%. За комбінованої позакореневої обробки рослин Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га даний показник становив 14,0%. Застосування добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) збільшувало вміст білка до 14,3%, а гумінові препарати забезпечили 14,4–14,5%. Зерно сорту Аттергауер Дінкель на удобрених ділянках містило більше білка (14,4%) порівняно з контролем (13,5%). Обприскування посівів лише гуміновими препаратами сприяло підвищенню вмісту білка до 13,8–14,2%, а на фоні добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) – до 14,7–15,4%.

Проведена описова статистика щодо якісних показників зерна спельти (вміст білка) показує, що у сорту Зоря України коефіцієнт варіації склав 3,10% та у сорту Аттергауер Дінкель – 4,77%, що свідчить про незначне варіювання отриманих результатів (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

Результати статистичного аналізу вмісту білка в зерні спельти залежно від сорту, основного та позакореневого удобрення, середнє за 2022-24 рр.

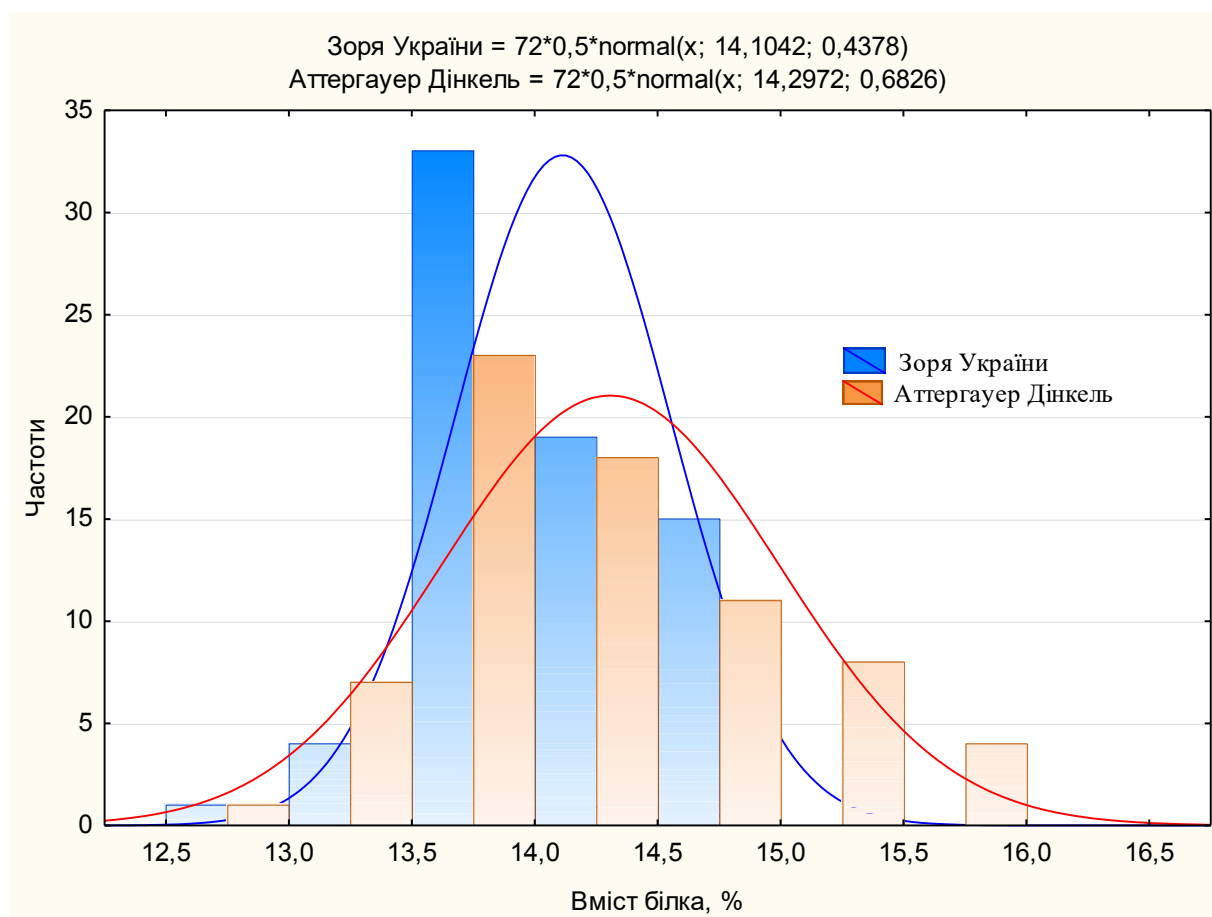
| Сорт спельти | Середнє (\bar{x}) | Мінімум (min) | Максимум (max) | Стандартне відхилення (Std. Dev) | Коефіцієнт варіації (V%) | Стандартна похибка ($S_{\bar{x}}$) | Асиметрія | Експес |
|------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|--|--------------------------------|--|-----------|--------|
| Зоря України | 14,1 | 13,00 | 15,00 | 0,438 | 3,10 | 0,05 | 0,13 | -0,14 |
| Аттергауе р Дінкель | 14,3 | 13,00 | 15,8 | 0,683 | 4,77 | 0,08 | 0,51 | -0,39 |

На основі отриманих результатів ми розраховали показник точності польового дослідження ($S_{x\%}$) за наступною формулою:

$$S_{x\%} = \frac{100 * S_{\bar{x}}}{\bar{x}}$$

Для сорту Зоря України відносна похибка середньої арифметичної склала 0,4%, а для сорту Аттергауер Дінкель – 0,6%, що говорить нам про високу достовірність отриманих результатів.

На основі отриманих результатів нами побудований графік розподілення вмісту білка сортів спельти озимої за роками проведених досліджень (рис. 4.2).



**Рис. 4.2. Нормальне розподілення вмісту білка в зерні сортів
спельти озимої (середнє за 2022–2024 рр.)**

На обох сортах відмічено позитивне зміщення вершини вибіркової середньої вершини нормального розподілу. Коефіцієнт асиметрії склав 0,13 для сорту Зоря України та 0,51 – для сорту Аттергауер Дінкель.

Маса 1000 насінин є доволі важливим показником, адже її визначення дозволяє полегшити визначення норми висіву, формування оптимальної густоти рослин, віднести насіння до тієї чи іншої категорії згідно Державного стандарту України (ДСТУ) тощо.

З цією метою ми розрахували кореляційну залежність маси 1000 насінин спельти озимої від показників урожайності зерна (рис. 4.3).

На варіантах без внесення добрив відмічена середня позитивна залежність між показниками (коефіцієнт кореляції склав 0,62)

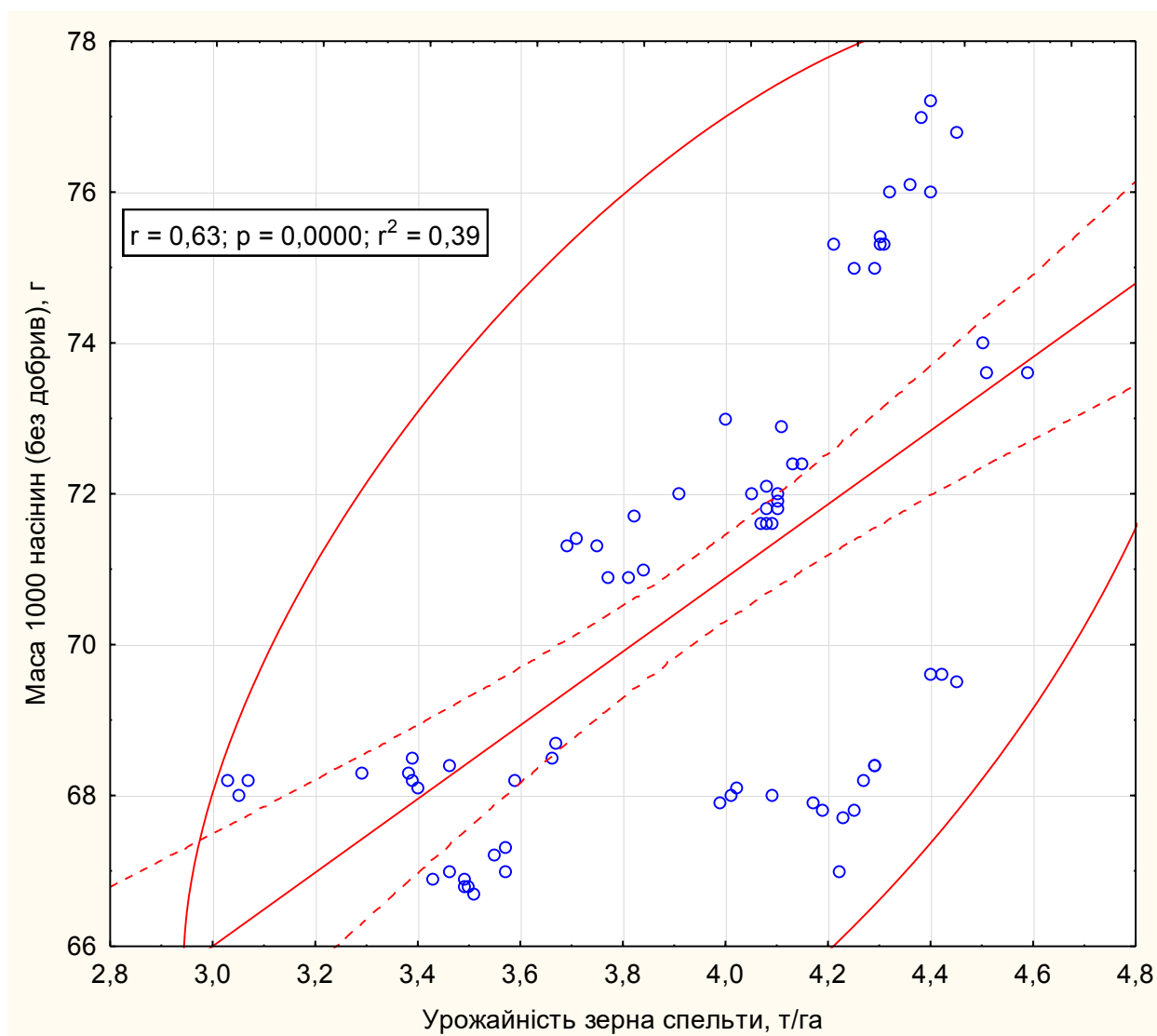


Рис. 4.3. Кореляційна залежність маси 1000 насінин спельти озимої від урожайності зерна, на варіанті без добрив (середнє за 2022–2024 рр.)

Було побудоване наступне рівняння регресії:

$$y = 51,356 + 4,8819 \cdot x; \text{ де:}$$

y = маса 1000 насінин, г;

x = урожайність зерна, т/га.

При розрахунку аналогічної залежності на варіантах з основним удобренням (Physio Natur PKS 47 Біо (13-15-19)) коефіцієнт кореляції зріс до показника 0,72, що вказує про позитивний вплив мінеральних добрив на показники маси 1000 насінин і перспективи подальших досліджень щодо вивчення різних доз їх внесення (рис 4.4).

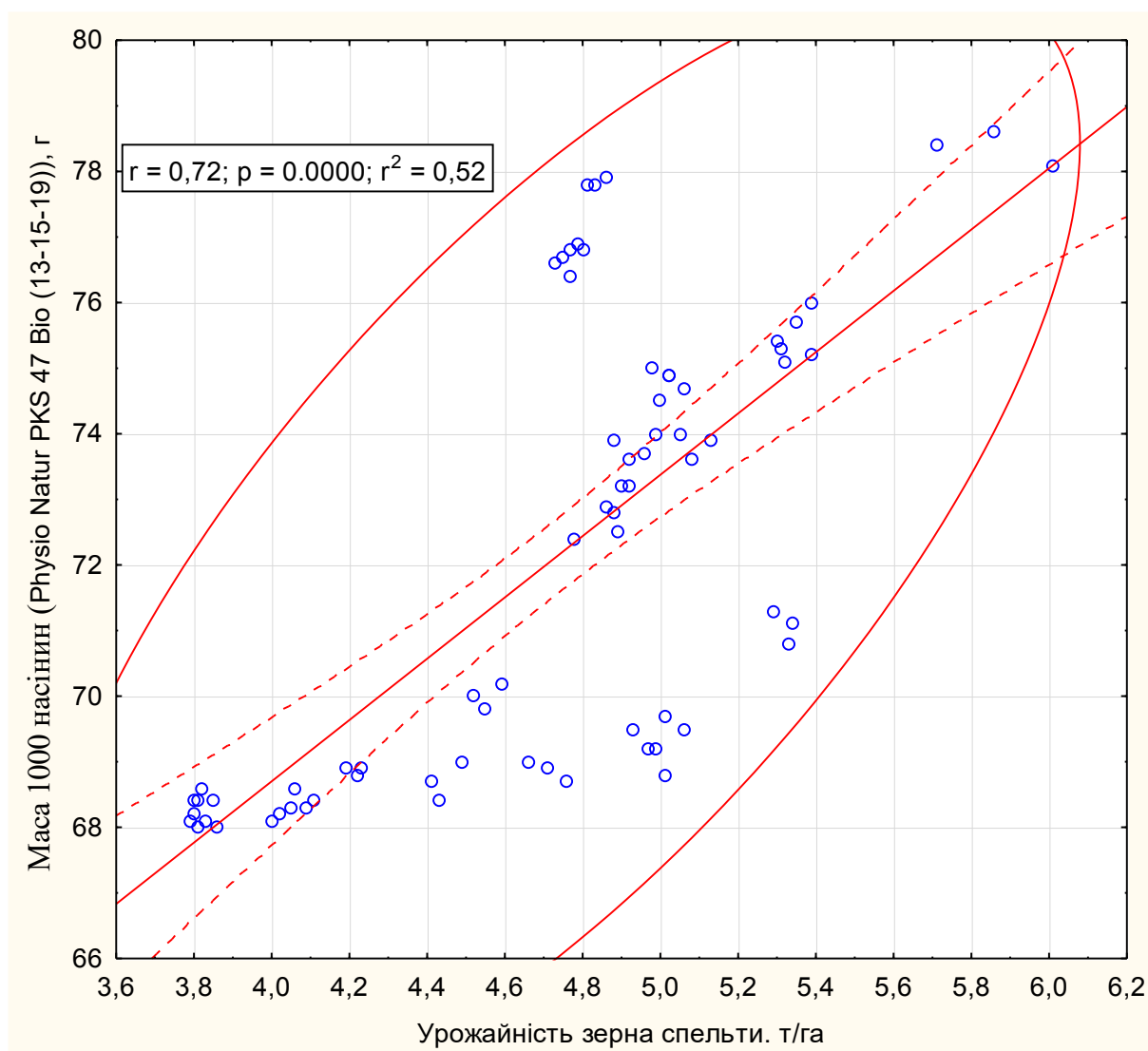


Рис. 4.4. Кореляційна залежність маси 1000 насінин спельти озимої від урожайності зерна за основного удобрення (Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19)), (середнє за 2022–2024 рр.)

Рівняння регресії має наступний вигляд:

$$y = 50,0023 + 4,6747 \cdot x; \text{ де:}$$

y = маса 1000 насінин, г;

x = урожайність зерна, т/га.

Слід зазначити, що незалежно від удобрення на всіх варіантах показник рівня значущості (p) не перевищував 5%-го рівня значущості. Це означає, що коефіцієнти кореляції є достовірними і не перевищують статистичну похибку.

Натура зерна пшениці спельта – це якісний показник, що визначається масою певного об'єму зерна і вимірюється в грамах на один літр (г/л). Він тісно пов'язаний із дозріванням зерна і закінченістю процесів синтезу поживних речовин в ньому. Установлено, що натура зерна спельти озимої залежить від біологічних особливостей сорту, удобрення і використання стимулятора росту (табл. 4.7, дод. Р1–3).

Таблиця 4.7

**Натура зерна спельти озимої залежно від сорту, удобрення та
внесення гумінових препаратів (2022–2024 рр.)**

| Сорт (Фактор А) | Удобрення (Фактор В) | Позакореневе удобрення (Фактор С) | Натура, г/л | | | |
|---|--|---|-------------|-------|-------|---------|
| | | | 2022 | 2023 | 2024 | середнє |
| Зоря України | Без добрив | контроль | 731,7 | 726,7 | 723,3 | 727,2 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 736,7 | 733,3 | 730,0 | 733,3 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 731,7 | 743,3 | 731,7 | 735,6 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 743,3 | 741,7 | 741,7 | 742,2 |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль | 743,3 | 736,7 | 746,7 | 742,2 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 748,3 | 743,3 | 743,3 | 745,0 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 743,3 | 745,0 | 748,3 | 745,5 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 755,0 | 753,3 | 758,3 | 755,5 |
| Аттергауер Дінкель | Без добрив | контроль | 733,3 | 723,3 | 733,3 | 730,0 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 738,3 | 735,0 | 738,3 | 737,2 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 738,3 | 741,7 | 736,7 | 738,9 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 738,3 | 743,3 | 751,7 | 744,4 |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль | 745,0 | 746,7 | 746,7 | 746,1 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 745,0 | 743,3 | 761,7 | 750,0 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 753,3 | 743,3 | 760,0 | 752,2 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 756,7 | 751,7 | 768,3 | 758,9 |
| НР ₀₅ , т/га: 2022 ABC – 6,71; А – 2,37; В – 2,37; С – 3,36; АВ – 3,36; АС – 4,75; ВС – 4,75 2023 ABC – 8,09; А – 2,86; В – 2,86; С – 4,04; АВ – 4,04; АС – 5,72; ВС – 5,72 2024 ABC – 5,95; А – 2,11; В – 2,11; С – 2,98; АВ – 2,98; АС – 4,21; ВС – 4,21 | | | | | | |

Примітка*: обробляли двічі (ранньо-весняне кушення і поява прапорцевого листка)

Натура зерна сорту Зоря України в середньому за три роки досліджень на неудобрених ділянках знаходилася в межах від 727,2 г/л до 742,2 г/л. За внесення добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) цей показник зростав до 742,2–755,5 г/л. За рахунок внесення добрива натура зерна збільшилася на 15,0 г/л. Середній приріст натури зерна за рахунок препарату Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га становив на фоні добрива 2,8 г/л, препарату Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – 3,3 г/л, а за комбінованої обробки Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га відповідно 13,3 г/л.

Виявлено, що показники натури зерна у сорту Аттергауер Дінкель були дещо вищими порівняно із сортом Зоря України. Так, на варіантах без добрива натура зерна в середньому за роки досліджень знаходилася в межах від 730,0 до 744,4 г/л. Застосування мінерального добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) сприяло отриманню натури зерна 746,1 г/л, що на 16,1 г/л перевищувало даний показник у сорту Зоря України. При цьому препарат Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га підвищував натуру зерна на 3,9 г/л, препарат Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га (двічі) – на 6,1 г/л. Найбільший показник натури зерна отриманий за обробки посівів препаратами Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га (двічі) на фоні добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) і становив 758,9 г/л.

Масова частка сирії клейковини є важливим показником якості зерна спельти озимої і завдяки своїм властивостям вона надає тісту відповідної форми, розтяжності і пружності, це критерій оцінки хлібопекарських якостей.

Незалежно від погодних умов року досліджень і факторів, що вивчалися в досліді, масову частку клейковини спостерігали в діапазоні від 25,8 до 28,6%. У зерні сорту Аттергауер Дінкель вміст клейковини був достовірно вищим порівняно із сортом Зоря України. Середній показник масової частки клейковини у зерні сорту Зоря України на неудобреному варіанті становив 26,1%, а за внесення добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) – 26,7% (табл. 4.8, дод. Н1–3).

Таблиця 4.8

Масова частка сирії клейковини в зерні спельти озимої залежно від сорту, удобрення та внесення гумінових препаратів (2022–2024 рр.)

| Сорт (Фактор А) | Удобрєння (Фактор В) | Позакорєнєвє внесення (Фактор С) | Масова частка сирії клейковини, % | | | |
|--|--|---|--------------------------------------|------|------|---------|
| | | | 2022 | 2023 | 2024 | середнє |
| Зоря України | Без добрив | контроль | 25,9 | 26,3 | 26,0 | 26,1 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 25,8 | 26,6 | 26,2 | 26,2 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 26,0 | 26,9 | 26,3 | 26,4 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 26,5 | 26,8 | 26,6 | 26,6 |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль | 26,6 | 26,6 | 26,9 | 26,7 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 27,0 | 27,3 | 27,0 | 27,1 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 27,1 | 27,7 | 27,1 | 27,3 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 27,4 | 28,0 | 27,4 | 27,6 |
| Аттергауєр Дінкель | Без добрив | контроль | 26,4 | 27,3 | 26,7 | 26,8 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 26,6 | 27,3 | 27,0 | 27,0 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 26,7 | 27,7 | 27,3 | 27,2 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 26,9 | 27,8 | 27,5 | 27,4 |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль | 27,2 | 28,1 | 27,8 | 27,7 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га | 27,5 | 28,3 | 28,0 | 28,0 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 27,5 | 28,5 | 28,0 | 28,0 |
| | | Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га* | 27,8 | 28,6 | 28,1 | 28,2 |
| НІР ₀₅ , т/га: 2022 АВС – 0,20; А – 0,07; В – 0,07; С – 0,10; АВ – 0,10; АС – 0,14; ВС – 0,14 2023 АВС – 0,24; А – 0,08; В – 0,08; С – 0,12; АВ – 0,12; АС – 0,17; ВС – 0,17 2024 АВС – 0,18; А – 0,06; В – 0,06; С – 0,09; АВ – 0,09; АС – 0,13; ВС – 0,13 | | | | | | |

Примітка*: обробляли двічі (ранньо-весняне кушення і поява прапорцевого листка)

На варіантах з обприскуванням посівів гуміновими препаратами у різних комбінаціях без удобрення частка клейковини зростала до 26,2–26,6%, а на фоні добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) відповідно до 27,1–27,6%.

Внесення добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) під спельту озиму сорту Аттергауер Дінкель сприяло підвищенню масової частки клейковини на 0,9%. Гумінові препарати збільшували вміст клейковини до 27,0–27,4%, що на 0,2–0,6% більше порівняно до контролю (без добрив). Найбільша масова частка клейковини у сорту Аттергауер Дінкель відмічена за позакореневої обробки посівів препаратами Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га на фоні добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19), яка становила 28,2%.

Висновки до розділу 4

1. Максимальну врожайність зерна спельти сорту Зоря України – 4,96 т/га отримано на варіанті за комплексного застосування гумінових препаратів Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га і добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19). Пшениця спельта сорту Аттергауер Дінкель була більш продуктивною за даних умов і забезпечила найвищий середній показник врожайності – 5,44 т/га.
2. За внесення гранульованого мінерального добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19), що рекомендовано для використання під зернові культури в органічному землеробстві, довжина колоса сорту Зоря України збільшувалася з 13,0 до 16,0 см порівняно з варіантом без добрив, а сорту Аттергауер Дінкель – з 13,7 до 15,6 см.
3. Найбільша довжина колоса відмічена у сорту Аттергауер Дінкель на варіанті комбінованого внесення Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га і добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) – 17,3 см, а сорту Зоря України – 16,8 см. Відповідно у сорту Зоря України збільшувалася кількість колосків до 19 штук, кількість зерен у колосі – 22 штуки і маса зерна з одного колоса – 1,54 г.

4. Показники структури врожаю зерна сорту Аттергауер Дінкель за поєднання факторів, що вивчалися, були найвищими і кількість колосків у колосі зростала до 20 штук, кількість зерен у колосі – 23 штуки і маса зерна з одного колоса – 1,84 г.
5. На оптимальному варіанті, який поєднував внесення добрива і гумінових препаратів, збільшувалася маса 1000 зерен спелти порівняно до контролю у сорту Зоря України на 2,3 г, а в сорту Аттергауер Дінкель на 3,3 г і становила відповідно 70,0 та 75,0 г.
6. Уміст білка у зерні сорту Зоря України на удобрених ділянках і оброблених стимуляторами росту становив 14,4–14,5%, що на 0,8–0,9% більше порівняно з контролем (без добрив і обробки посівів гуміновими препаратами). Максимальний уміст білка отримали у зерні сорту Аттергауер Дінкель за поєднання добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) та препаратів Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – 15,4%.
7. Внесення гранульованого мінерального добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) в рядки і гумінових препаратів у позакореневе підживлення рослин спелти озимої істотно впливає на підвищення натури зерна у сорту Зоря України – 755,5 г/л і сорту Аттергауер Дінкель – 758,9 г/л, що на 28,3 і 28,9 г/л більше, ніж на контролі.
8. Найбільша масова частка клейковини у зерні сортів Аттергауер Дінкель і Зоря України відмічена за обробки посівів препаратами Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га на фоні добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19), яка становила відповідно 28,2% та 27,6%.

Список посилань на літературу до розділу 4

Результати дослідження, представлені у розділі 4, опубліковано у наукових працях автора: [53, 54, 84].

У розділі 4 використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела зі списку літератури: [10, 14, 19, 46, 76, 91, 128].

РОЗДІЛ V. БІОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СПЕЛЬТИ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ПОЛІССЯ

5.1. Енергетична оцінка вирощування спельти озимої залежно від елементів органічної технології вирощування

Питання раціонального використання енергетичних ресурсів, впровадження енергетично ощадливих і органічних технологій вирощування пшениці спельти нині набувають особливого значення. Енергетична ефективність вирощування зернових культур залежить від низки чинників, серед яких визначальними є агрохімічні та агротехнічні заходи. Виявлено, що енергетична ефективність вирощування культур у зернових ланках значно зростала за застосування добрив. За дози добрив $N_{20}P_{20}K_{20}$ на 1 га ланки сівозміни з внесенням у сівозміні $N_{43}P_{43}K_{43} + 8,3$ т гною коефіцієнт енергетичної ефективності порівняно з контролем без добрив у ланці з конюшиною зріс на 0,3, викою ярою – на 0,2 і становив 6,2 та 5,6 відповідно. Ланка з конюшиною визначена значно енергетично ефективнішою, ніж ланка з викою ярою [47]. Відношення отриманої енергії з урожаєм зерна до понесених енергетичних витрат лежить в основі коефіцієнта енергетичної ефективності (K_{ee}), який нині є найбільш поширеним показником при розрахунках енергетичного балансу. За результатами досліджень встановлено, що найбільший коефіцієнт енергетичної ефективності (2,43–2,59) вирощування пшениці озимої після гороху і гірчиці білої отримали за внесення мінеральних добрив з додатковим позакореневим азотним підживленням і біопрепаратами Гуматал нано та Азотофіт [66]. Науковцями досліджено, що найвищий вміст валової та обмінної енергії серед сортів має зерно спельти сорту Зоря України. На один МДж обмінної енергії припадає найбільше перетравного протеїну в зерні – 17,27 г [78].

На енергетичну оцінку вирощування пшениці спельти впливають різні елементи органічної технології. Передусім, це система удобрення, що

передбачає використання органічних добрив (гній, компост, сидерати) і сприяє підвищенню енергетичної ефективності. Витрати енергії на виробництво і внесення органічних добрив нижчі, ніж у випадку застосування мінеральних. Окрім того, вони сприяють поліпшенню структури ґрунту і підвищенню його родючості. Щодо обробітку ґрунту, то зменшення глибокої оранки на користь мінімальної обробітку або No-Till також знижує енерговитрати. Використання сидератів для покращення структури ґрунту скорочує потребу в механічному обробітку. Система захисту рослин передбачає відмову від синтетичних пестицидів і гербіцидів, що призводить до зниження енерговитрат. Замість хімічного захисту слід застосовувати біопрепарати, чергування культур і механічне прополювання. Біологічна боротьба зі шкідниками і захист рослин повинна здійснюватися за допомогою природних стимуляторів росту і мікробіологічних препаратів.

Обов'язковим є дотримання сівоzmіни з включенням бобових культур (наприклад, люцерни, гороху), що сприяє природному збагаченню ґрунту азотом та зменшує потребу в додаткових добривах. Дотримання правильної ротації культур знижує ризик хвороб і шкідників, що зменшує витрати на захист. Ці заходи впливають на структуру енергетичних витрат, оскільки зменшують потребу в енергоємних хімічних технологіях та механізованих операціях, але можуть підвищувати інтенсивність використання людського ресурсу. Водночас, органічне землеробство сприяє відновленню ґрунтових ресурсів та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

Органічне землеробство може давати нижчу врожайність порівняно з інтенсивними технологіями, проте енергетичні витрати на одиницю продукції зазвичай нижчі. Зерно спельти має високу харчову значущість і цінується на ринку органічних продуктів, що підвищує економічну доцільність виробництва. У органічних системах коефіцієнт енергетичної ефективності спельти може досягати 3,0–3,5, що свідчить про високу ефективність вирощування. Органічне вирощування спельти дозволяє зменшити витрати енергії та зробити аграрне виробництво екологічно стійким. У сучасному

аграрному виробництві спельта набуває популярності завдяки своїм корисним властивостям, а також завдяки можливості вирощування за умов органічної технології. Енергетична оцінка вирощування спельти дозволяє детально проаналізувати баланс між енергією, вкладеною у виробничі процеси, та енергією, отриманою з врожаю, враховуючи специфіку органічних агротехнологій.

Енергетична ефективність вирощування пшениці спельти у наших дослідках оцінюється за допомогою показників, що відображають співвідношення енергії, отриманої з врожаєм зерна до затраченої енергії на виробництво органічних добрив, обробіток ґрунту, посівний матеріал, ручну працю тощо. Такий аналіз дозволяє виявити найбільш енергоефективні методи органічного виробництва, оптимізувати агротехнічні заходи для підвищення врожайності при збереженні мінімальних енергетичних витрат та забезпечити сталий розвиток сільськогосподарського виробництва з урахуванням екологічних та енергетичних аспектів. Таким чином, комплексна енергетична оцінка вирощування спельти з урахуванням елементів органічної технології сприяє розробці оптимальних агротехнічних заходів, що дозволяють забезпечити екологічно чисте виробництво з високою продуктивністю та мінімальними енергетичними витратами.

У таблиці 5.1 представлені дані щодо урожайності, енергетичних показників та ефективності вирощування різних сортів спельти за різних варіантів удобрення і використання стимуляторів росту. Енергетичні показники визначають ефективність вирощування спельти з точки зору співвідношення енергетичних витрат та виходу енергії з врожаю. Отримані дані показують, що енергетичний вихід врожаю збільшується із застосуванням добрив та стимуляторів росту. Так, у сорту Зоря України без удобрення цей показник складає 10,8 ГДж/га, тоді як при використанні стимуляторів він зростає до 12,9 ГДж/га (Гуміфілд ВР-18 + Гумісол-плюс 01). У сорту Аттергауер Дінкель максимальний енергетичний вихід – 21,2 ГДж/га – також зафіксований при використанні дозволеного для органічного виробництва

добрива Physio Natur PKS 47 Bio + стимуляторів росту у вигляді гумінових препаратів (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Енергетична ефективність вирощування спельти озимої залежно від сорту, основного удобрення та позакореневого підживлення (середнє за 2022–2024 рр.)

| Сорт (Фактор А) | Удобрєння (основне) (Фактор В) | Позакорєневе удобрєння (Фактор С) | Урожайність, т/га | Вміст енергії у врожаї, ГДж | Затрати енергії на вирощування врожаю, ГДж | Приріст енергії, ГДж | Коефіцієнт енергетичної ефективності | Енергосмієність продукції ГДж/т |
|-----------------------|---|---|-------------------|--------------------------------|--|----------------------|---|------------------------------------|
| Зоря України | Без добрив | 1* | 3,51 | 10,8 | 3,4 | 7,4 | 3,18 | 0,97 |
| | | 2 | 3,68 | 11,9 | 3,5 | 8,4 | 3,40 | 0,95 |
| | | 3 | 3,75 | 12,1 | 3,6 | 8,5 | 3,36 | 0,96 |
| | | 4 | 4,09 | 12,9 | 3,6 | 9,3 | 3,58 | 0,88 |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19 | 1 | 4,19 | 16,8 | 5,0 | 11,8 | 3,36 | 1,19 |
| | | 2 | 4,29 | 17,8 | 5,1 | 12,7 | 3,49 | 1,19 |
| | | 3 | 4,43 | 17,9 | 5,2 | 12,7 | 3,44 | 1,17 |
| | | 4 | 4,96 | 19,0 | 5,2 | 13,8 | 3,65 | 1,05 |
| Аттергауер Дінкель | Без добрив | 1 | 4,04 | 15,0 | 3,4 | 11,6 | 4,41 | 0,84 |
| | | 2 | 4,04 | 15,3 | 3,5 | 11,8 | 4,37 | 0,87 |
| | | 3 | 4,15 | 15,5 | 3,6 | 11,9 | 4,30 | 0,87 |
| | | 4 | 4,33 | 15,7 | 3,6 | 12,1 | 4,36 | 0,83 |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19 | 1 | 4,87 | 17,0 | 4,8 | 12,2 | 3,54 | 0,99 |
| | | 2 | 4,90 | 17,2 | 5,1 | 12,1 | 3,37 | 1,04 |
| | | 3 | 5,02 | 17,3 | 5,2 | 12,1 | 3,33 | 1,04 |
| | | 4 | 5,44 | 21,2 | 5,2 | 16,0 | 4,08 | 0,96 |

Примітка*: варіант позакореневого підживлення 1. Контроль; 2. Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га); 3. Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі; 4. Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі.

Максимальний приріст енергії (9,3 ГДж/га) спостерігався у сорту озимої спельти Зоря України при комбінованому використанні стимуляторів. У Аттергауер Дінкель максимальний приріст (16 ГДж/га) відзначається при застосуванні основного добрива Physio Natur PKS 47 Bio + комбіноване

застосування стимуляторів. Це вказує на високу ефективність зазначеної технології вирощування.

Коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ)-демонструє, скільки разів вихідна енергія врожаю перевищує затрачену на вирощування. Аналізуючи данні таблиці найвищий КЕЕ (4,41) відзначається у сорту Аттергауер Дінкель без добрив, що свідчить про високу ефективність цього сорту навіть за мінімальних витрат. Натомість найнижчий КЕЕ (3,18) має Зоря України без добрив, що свідчить про порівняно меншу енергетичну ефективність цього сорту. Однак використання основного добрива Physio Natur PKS 47 Біо разом із стимуляторами дозволяє підвищити КЕЕ до 4,08 (сорт Аттергауер Дінкель) та 3,65 (сорт Зоря України), що є оптимальним балансом між витратами та отриманою енергією.

Енергоємність продукції характеризує витрати енергії на виробництво 1 т врожаю. Найнижча енергоємність продукції спельти (0,83–0,87 ГДж/т) спостерігається у рослин сорту Аттергауер Дінкель на варіанті без добрив, що свідчить про його енергоефективність. Найвища енергоємність (1,19 ГДж/т) характерна для сорту Зоря України на фоні з основним добривом, що означає великі енергетичні витрати на одиницю продукції. Проте використання добрива Physio Natur PKS 47 Біо на сорті Аттергауер Дінкель у поєднанні з біостимуляторами дозволяє знизити енергоємність до 0,96 ГДж/т, що є оптимальним показником для ресурсозберігаючого землеробства.

Отже застосування добрив та стимуляторів росту в органічній технології вирощування позитивно впливає на врожайність спельти озимої, при цьому максимальні показники досягаються при використанні Physio Natur PKS 47 Біо у поєднанні з Гуміфілд ВР-18 та Гумісол-плюс 01. Характерно що сорт Аттергауер Дінкель демонструє вищу врожайність і енергетичну ефективність порівняно із Зорею України, що свідчить про доцільність його вирощування в умовах органічного землеробства. Найбільший приріст енергії (16 ГДж/га) забезпечує застосування основного добрива Physio Natur PKS 47 Біо разом із біостимуляторами, що робить цей варіант найефективнішим з погляду

енергетичного балансу. Аналізуючи коефіцієнт енергетичної ефективності найвищий його показник спостерігається при вирощуванні спельти озимої сорту Аттергауер Дінкель без добрив (4,41), але оптимальне співвідношення витрат і продуктивності ($KEE = 4,08$) досягається при застосуванні основного удобрення Physio Natur PKS 47 Bio в поєднанні з стимуляторами Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Гумісол-плюс 01 (0,5 л/га двічі). Показник енергоемності продукції є найнижчим (0,83 ГДж/т) у Аттергауер Дінкель без добрив, а найоптимальніший (0,96 ГДж/т) – при використанні основного удобрення Physio Natur PKS 47 Bio + стимуляторів, що вказує на високу енергоефективність цієї технології.

Таким чином, результати дослідження доводять, що застосування комплексного удобрення Physio Natur PKS 47 Bio у поєднанні зі стимуляторами росту є найбільш ефективним підходом для підвищення врожайності та енергетичної ефективності вирощування спельти в умовах Полісся України.

5.2. Економічна ефективність органічного вирощування і виробництва зерна спельти залежно від сорту, удобрення і гумінових препаратів

Вагома умова продовольчої безпеки країни полягає у забезпеченні основної частини потреб у продуктах харчування за рахунок вітчизняного виробництва. Пріоритетне значення в продовольчому забезпеченні України належить зерну і продуктам його переробки.

На практиці, зазвичай, використовують досить енергоемні технології вирощування, тому виробництво зерна в країні почасти є низькорентабельним із-за високих затрат.

У зв'язку з цим основним завданням сільськогосподарського виробництва наразі є впровадження у виробництво сучасних технологій, які дозволяють забезпечити найменші затрати ресурсів. В умовах, які склалися натеper, коли все більш погіршується екологічна ситуація, підсилюється

диспаритет цін, зростає вартість виробничих ресурсів, необхідно використовувати багатофункціональні ґрунтооброблювальні і посівні комплекси, які дозволяють зменшити витрати палива, затрати праці, а також сприяють збереженню вологи в ґрунті. Використання таких комплексів підвищує ерозійну стійкість ґрунту, оскільки за рахунок того, що вони за один прохід можуть виконувати до семи операцій, то зменшується кількість проходів агрегатів по полю.

Економічна ефективність використання біологічних препаратів при вирощуванні спельти озимої визначається здатністю даної технології забезпечити зниження собівартості виробництва та підвищення прибутковості за рахунок покращення агротехнічних показників (врожайності, якості зерна) при одночасному зниженні витрат на хімічні засоби захисту і мінеральні добрива.

Застосування біологічних препаратів дозволяє зменшити витрати на хімічні речовини та інші агрохімікати, а також покращити адаптивність та стійкість рослин до несприятливих умов. Це сприяє стабільному підвищенню врожайності та якості зерна спельти, що, у поєднанні з оптимізацією внутрішніх виробничих процесів, забезпечує більш високий рівень прибутковості.

За результатами останніх досліджень [42] встановлено, що технологія вирощування спельти із застосуванням біопрепаратів має менші інвестиційні витрати порівняно з традиційною озимою пшеницею, що підтверджує економічну доцільність використання цієї культури в умовах сучасного аграрного ринку.

Економічна ефективність вирощування спельти озимої за умов застосування біологічних препаратів формується як результат взаємодії зовнішніх інституційних чинників (державної політики, підтримки, наукового розвитку) та внутрішніх агротехнологічних заходів (інноваційних методів управління, оптимізації виробничих процесів, використання сучасної техніки). Такий підхід сприяє зниженню собівартості виробництва, підвищенню

врожайності та якості зерна, що в сукупності забезпечує високу рентабельність та конкурентоспроможність аграрних підприємств.

Нами були розроблені технологічні карти, на основі яких були розраховані виробничі затрати, які склалися при вирощуванні спельти озимої за різними технологіями (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

**Основні статті витрат на вирощування сортів спельти озимої
(в цінах 2024 року), грн/га**

| № з/п | Стаття витрат | Назва сорту | | | |
|---------------|--|--------------|------------|-----------------------|------------|
| | | Зоря України | | Аттергауер Дінкель | |
| | | грн. | % | грн. | % |
| 1. | Насіння | 2 900 | 16,7 | 3 600 | 19,9 |
| 2. | Мінеральні добрива | 3 240 | 18,7 | 3 240 | 17,9 |
| 3. | Препарати для позакореневого підживлення | 425 | 5,5 | 425 | 5,3 |
| 4. | Паливо та мастильні матеріали | 3 600 | 20,7 | 3 600 | 19,9 |
| 5. | Заробітна плата | 970 | 5,6 | 970 | 5,4 |
| 6. | Загальновиробничі витрати | 2 900 | 16,7 | 2 900 | 16,1 |
| 7. | Орендна плата за землю | 2 800 | 16,1 | 2 800 | 15,5 |
| Всього | | 16835 | 100 | 17535 | 100 |

Розрахунок технологічних карт за варіантами досліджень показав, що виробничі витрати на вирощування сорту спельти озимої «Зоря України» на варіанті з внесенням мінеральних добрив та гумінових препаратів склали 16835 грн, а на варіанті без внесення добрив та гумінових препаратів – 13170 грн. При вирощуванні спельти озимої сорту «Аттергауер Дінкель» виробничі витрати на варіанті з внесенням мінеральних добрив та позакореневого підживлення гуміновими препаратами склали 17535 грн, а на варіанті без внесення добрив та препаратів – 13870 грн.

Найбільша стаття витрат припадає на паливо та мастильні матеріали (3 600 грн/га) та мінеральні добрива (3240 грн/га), що є суттєвим фактором

загальної собівартості вирощування спельти. Загальні витрати на вирощування сорту «Аттергауер Дінкель» є вищими на 700 грн тому, що є вищими витрати на насіння 3 600 грн/га порівняно з сортом «Зоря України» – 2900 грн/га.

Загалом, обидва сорти мають схожу структуру витрат, але Аттергауер Дінкель вимагає більших інвестицій у насіння, що може впливати на вибір сорту залежно від доступного бюджету та очікуваного рівня врожайності.

Аналіз структури виробничих витрат показав, що витрати на насіння є вищими для сорту «Аттергауер Дінкель» (3 600 грн/га, 19,9%) порівняно із сортом «Зоря України» (2 900 грн/га, 16,7%). Це може бути пов'язано з особливостями сорту та його вищою цінністю.

Мінеральні добрива займають значну частку витрат – 18,7% для Зоря України та 17,9% для Аттергауер Дінкель, при цьому сума однакова – 3 240 грн/га. Гумінові препарати для позакореневого підживлення складають порівняно невелику частку витрат – 425 грн/га, що відповідає 5,5% та 5,3% загальних витрат для обох сортів відповідно (рис. 5.1–5,2).

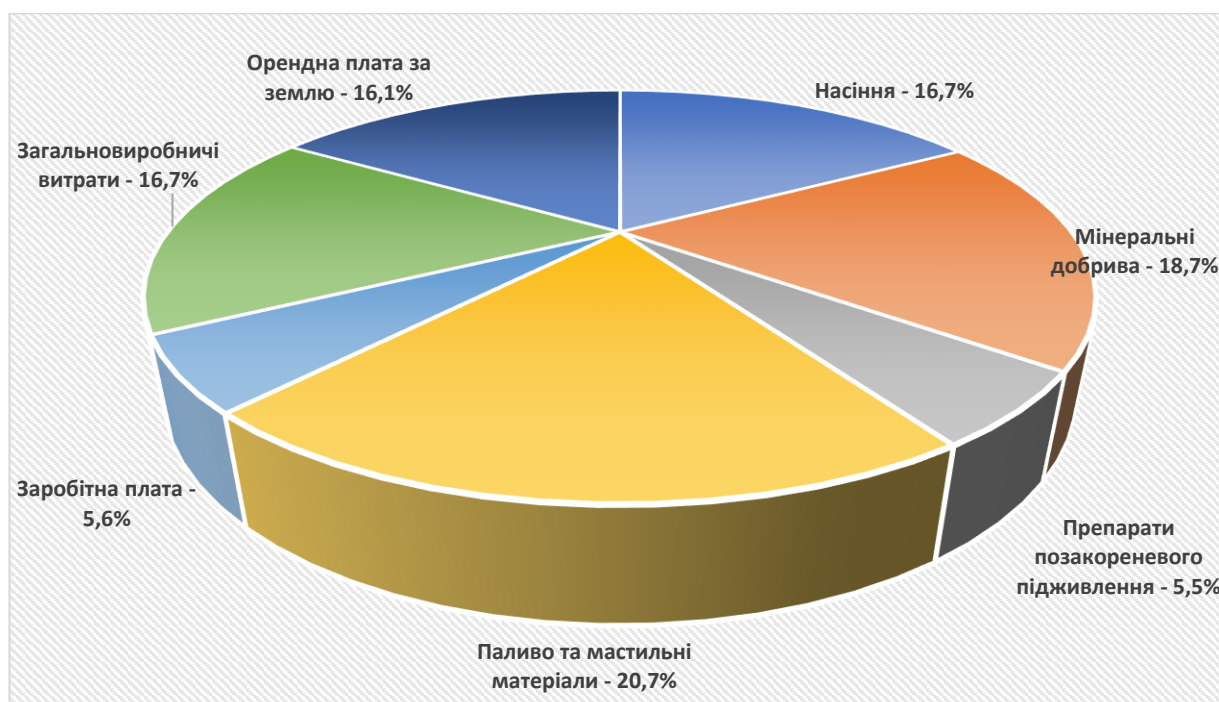


Рис. 5.1. Структура виробничих затрат при вирощуванні спельти озимої сорту Зоря України

Паливо та мастильні матеріали є однією з найбільших статей витрат (3 600 грн/га), що становить 20,7% для «Зоря України» та 19,9% для «Аттергауер Дінкель». Заробітна плата працівників складає 970 грн/га, що еквівалентно 5,6% для Зоря України та 5,4% для Аттергауер Дінкель. Загальновиробничі витрати (16,7% і 16,1%) та орендна плата за землю (16,1% і 15,5%) є значними та необхідними складовими собівартості вирощування спельти.

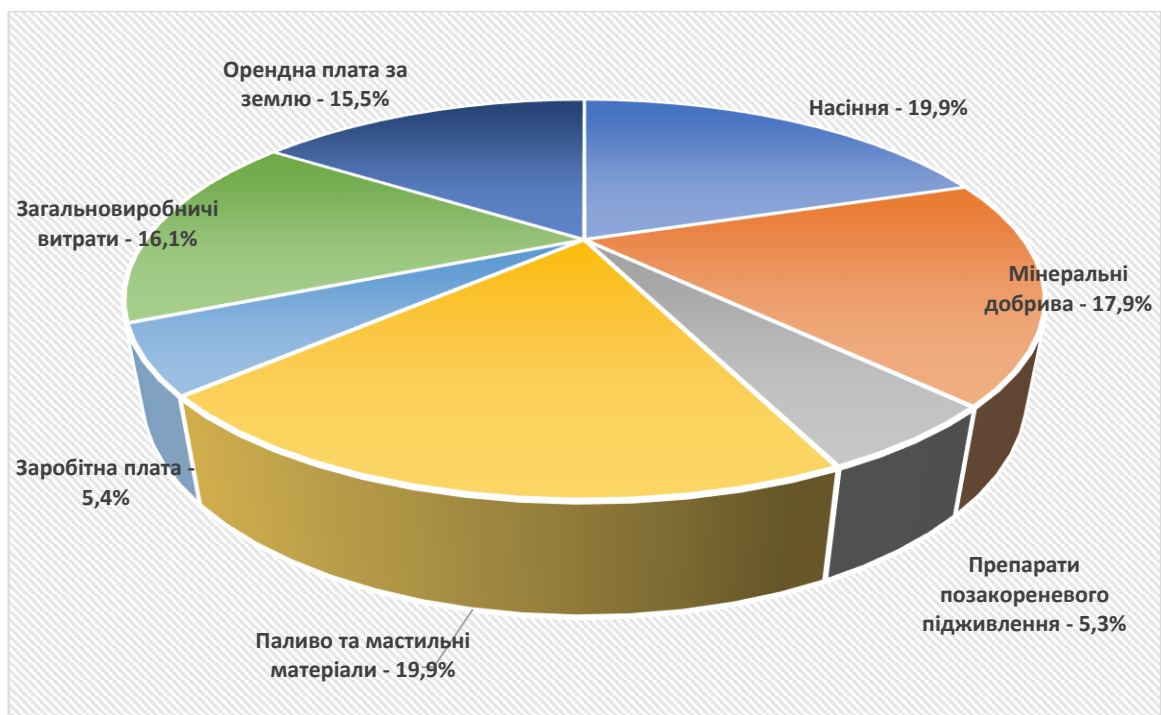


Рис. 5.2. Структура виробничих затрат при вирощуванні спельти озимої сорту Аттергауер Дінкель

Підвищення ефективності сільського господарства – одна із важливих проблем, успішне вирішення якої є умовою надійного забезпечення країни сільськогосподарськими продуктами і переробну промисловість – сировиною.

Економічна ефективність показує кінцевий корисний ефект від використання засобів виробництва і живої праці, віддачі сукупних вкладень. При впровадженні нового агрозаходу важливе значення має зниження прямих затрат, собівартості продукції і ріст рентабельності виробництва. Для виявлення резервів підвищення економічної ефективності технології

виросування озимої спелти важливо виявити ступінь впливу кожного елементу технології, що впроваджується.

У наших дослідках розрахунок економічної ефективності проводився у відповідності з методичними рекомендаціями за визначенням економічної ефективності використання наукових розробок в землеробстві.

Нормативи на виконання окремих робіт і ціни на матеріально-технічні засоби визначалися на 1 січня 2024 року.

При аналізі економічних показників вирощування спелти озимої було встановлено, що витрати на вирощування зростають із застосуванням добрив та гумінових препаратів. Найнижчі витрати були на контрольному варіанті (без добрив та гумінових препаратів) сорту спелти «Зоря України» й складали 12 880 грн/га, а найбільші на сорті спелти «Аттергауер Дінкель» при комбінованому застосуванні гумінових препаратів та мінерального добрива Physio Natur PKS 47 Bio – 17 535 грн/га.

Витрати на вирощування спелти озимої сорту «Зоря України» коливалися від 12880 грн./га до 13515 грн./га на варіанті без внесення добрив, але з використанням позакореневого підживлення гуміновими препаратами. При внесенні мінеральних добрив відповідно затрати підвищилися за рахунок ціни мінеральних добрив й складали 16180 грн./га – 16835 грн./га залежно ще від використання гумінових препаратів.

Однакова тенденція спостерігається при вирощуванні сорту «Аттергауер Дінкель», але за рахунок більшої ціни на насіння цього сорту спелти затрати стали вищими.

За рахунок внесення мінеральних добрив, позакореневого підживлення гуміновими препаратами підвищилася урожайність обох сортів спелти озимої, що призвело до збільшення вартості врожаю. Найменшу кількість коштів одержали від сорту «Зоря України» на контролі на варіанті без добрив – 60372 грн., а найвищу кількість коштів було одержано від сорту «Аттергауер Дінкель» на варіанті з внесенням мінеральних добрив та комбінованого застосування гумінових препаратів, яка становила відповідно 86344 грн. з одного гектара (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Економічна ефективність спелти озимої залежно від елементів органічної технології вирощування (середнє за 2022–2024 рр.)

| Сорт | Удобрення, основне | Позакоренеve удобрення | Урожайність, т/га | Витрати, грн. | Вартість врожаю, грн. | Чистий прибуток, грн. | Собівартість 1 т, грн. | Рентабельність, % |
|--------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------|---------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|
| Зоря України | без добрив | 1* | 3,51 | 12 880 | 60 372 | 47492 | 3669,5 | 368,7 |
| | | 2 | 3,68 | 13 135 | 63 296 | 50161 | 3569,3 | 381,9 |
| | | 3 | 3,75 | 13 365 | 64 500 | 51135 | 3564,0 | 382,6 |
| | | 4 | 4,09 | 13 515 | 70 348 | 56833 | 3304,4 | 420,5 |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | 1 | 4,19 | 16 180 | 72 068 | 55888 | 3861,6 | 345,4 |
| | | 2 | 4,29 | 16 440 | 73 788 | 57348 | 3832,2 | 348,8 |
| | | 3 | 4,43 | 16 685 | 76 196 | 59511 | 3766,4 | 356,7 |
| | | 4 | 4,96 | 16 835 | 85 312 | 68477 | 3394,2 | 406,8 |
| Аттергауер Дінкель | без добрив | 1 | 4,04 | 13 580 | 69 488 | 55908 | 3361,4 | 411,7 |
| | | 2 | 4,04 | 13 835 | 69 488 | 55653 | 3424,5 | 402,3 |
| | | 3 | 4,15 | 14 065 | 71 380 | 57315 | 3389,2 | 407,5 |
| | | 4 | 4,33 | 14 215 | 74 476 | 60261 | 3282,9 | 423,9 |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | 1 | 4,87 | 16 720 | 83 764 | 67044 | 3433,3 | 401 |
| | | 2 | 4,9 | 17 140 | 84 280 | 67140 | 3498,0 | 391,7 |
| | | 3 | 5,02 | 17 385 | 86 344 | 86344 | 3463,1 | 396,7 |
| | | 4 | 5,44 | 17 535 | 86 344 | 68959 | 3223,3 | 433,6 |

Примітка*: варіант позакореневого підживлення 1. Контроль; 2. Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га); 3. Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі; 4. Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі.

Чистий прибуток значно вищий при застосуванні стимуляторів росту та Physio Natur PKS 47 Bio. Максимальний прибуток становив 68 959 грн/га (сорт Аттергауер Дінкель, Physio Natur PKS 47 Bio + гумінові препарати).

Собівартість 1 тонни зерна варіювала від 3669,5 грн (контроль, Зоря України) до 3223,3 грн (Аттергауер Дінкель, Physio Natur PKS 47 Bio + гумінові препарати), що свідчить про високу ефективність використання мінеральних добрив.

Рівень рентабельності найвищий при застосуванні Physio Natur PKS 47 Bio + гумінові препарати, зокрема для сорту Аттергауер Дінкель (433,6%).

Отже, використання добрив та гумінових препаратів значно підвищує врожайність і рівень рентабельності пшениці спельти. Найвищий прибуток отримано при застосуванні Physio Natur PKS 47 Bio + гумінові препарати.

Сорт спельти Аттергауер Дінкель забезпечує вищу врожайність та економічну ефективність порівняно із Зоря Україна, що робить його кращим вибором для фермерів.

Найкращий результат отриманий у сорту Аттергауер Дінкель за внесення Physio Natur PKS 47 Bio + гумінові препарати, який показав найбільший чистий прибуток (68 959 грн/га) та найнижчу собівартість (3223,3 грн/т).

Найгірший результат – Зоря України без добрив, що дало найнижчу врожайність (3,51 т/га) та рівень рентабельності (368,7%). Тому використання Physio Natur PKS 47 Bio у поєднанні з гуміновими препаратами, що гарантує високу врожайність, максимальний прибуток та мінімальну собівартість.

Висновки до розділу 5

1. Енергетичний вихід врожаю збільшується із застосуванням добрив та гумінових препаратів. Так, у сорту Зоря України без удобрення цей показник складає 10,8 ГДж/га, тоді як при використанні стимуляторів він зростає до 12,9 ГДж/га (Гуміфілд ВР-18 + Гумісол-плюс 01). У Аттергауер Дінкель максимальний енергетичний вихід – 21,2 ГДж/га за використання дозволеного для органічного виробництва добрива Physio Natur PKS 47 Bio + стимуляторів росту у вигляді гумінових препаратів.
2. Найвищий КЕЕ (4,41) відзначається у сорту Аттергауер Дінкель без добрив, що свідчить про високу ефективність цього сорту навіть за мінімальних витрат. Натомість найнижчий КЕЕ (3,18) має сорт Зоря України. Однак використання основного добрива Physio Natur PKS 47 Bio разом із стимуляторами дозволяє підвищити КЕЕ до 4,08 (сорт Аттергауер

Дінкель) та 3,65 (сорт Зоря України), що є оптимальним балансом між витратами та отриманою енергією.

3. Витрати на вирощування спельти озимої сорту Зоря України коливалися від 12880 грн./га до 13515 грн./га на варіанті без внесення добрив, але з використанням позакореневого підживлення гуміновими препаратами. При внесенні мінеральних добрив відповідно затрати підвищилися за рахунок ціни мінеральних добрив й складали 16180 грн./га – 16835 грн./га залежно ще від використання гумінових препаратів.
4. Сорт спельти Аттергауер Дінкель за внесення Physio Natur PKS 47 Bio + гумінові препарати показав найбільший чистий прибуток (68 959 грн/га) та найнижчу собівартість (3223,3 грн/т). У сорту Зоря України максимальний умовно чистий прибуток становив відповідно 68477 грн. і 3394,2 грн.

Список посилань на літературу до розділу 5

Результати дослідження, представлені у розділі 5, опубліковано в наукових працях автора: [дод. Т–1 (8)].

У розділі 5 використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела зі списку літератури: [42, 47, 66, 78].

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано і проаналізовано інноваційні підходи до вирішення наукового завдання щодо встановлення біологічних особливостей росту і розвитку рослин спельти озимої за Міжнародною шкалою ВВСН та пошуку шляхів оптимізації елементів органічної технології вирощування і підвищення її насінневої продуктивності в умовах Полісся.

1. В умовах дерново-підзолистого супіщаного ґрунту на варіанті без внесення стартових доз мінеральних добрив обидва сорти спельти потребували елементів живлення, особливо N, P, K, S, Ca, Fe, B, Zn, J. Однак, рослини сорту Attergauer Dinkel відчували більшу нестачу мікроелементів порівняно з вітчизняним сортом Зоря України.
2. За внесення добрива Physio Natur PKS 47 Bio, яке дозволено для застосування в органічному землеробстві, сорт Attergauer Dinkel відчував дефіцит лише одного елемента S, а сорт Зоря України – Zn, Co.
3. Для сорту Зоря України дефіцит мікроелементів Zn і Co не є критичним порівняно з гострою нестачею елемента S в рослинах сорту Attergauer Dinkel, оскільки сірка безпосередньо впливає на масу 1000 зерен та якісні показники зерна.
4. Сходи пшениці спельти сорту Зоря України відмічали за роками на 8–9 добу, а сорту Аттергауер Дінкель – на 9–10 добу після сівби. Вегетаційний період спельти сорту Зоря України тривав 150 діб (2021–2022 рр.), 147 діб (2022–2023 рр.) і 152 доби (2023–2024 рр.). Вегетаційний період рослин сорту Аттергауер Дінкель був значно коротшим і тривав 141 добу (2021–2022 рр.), 141 добу (2022–2023 рр.) і 139 діб (2023–2024 рр.).
5. Збереженість рослин перед збиранням у сорту Зоря України становила 94,8–96,4%, а сорту Аттергауер Дінкель – 89,3–95,7%.

6. Найбільшу висоту рослин сорту Зоря України спостерігали на удобреному варіанті і з позакореневим підживленням Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га (двічі) у фазі молочної стиглості зерна – 122,6 см, що на 7,7 см більше порівняно з контролем. У сорту Аттергауер Дінкель – 126,2–132,6 см (без удобрення, а лише із стимуляторами росту) і 132,0–136,6 см за удобрення і обробки гуміновими препаратами.
7. Площа листкової поверхні рослин озимої спельти досягла максимальних розмірів у сорту Зоря України – 45,1 тис. м²/га, у сорту Аттергауер Дінкель – 46,4 тис. м²/га за комбінованого внесення добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) в рядки одночасно з сівбою і стимуляторів росту Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га (ВВСН 25) + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – двічі (ВВСН 25, ВВСН 41).
8. Максимальну врожайність зерна спельти сорту Зоря України – 4,96 т/га отримано на варіанті за комплексного застосування гумінових препаратів Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га і добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19). Пшениця спельта сорту Аттергауер Дінкель була більш продуктивною за даних умов і забезпечила найвищий середній показник врожайності – 5,44 т/га.
9. За внесення гранульованого мінерального добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19), що рекомендовано для використання під зернові культури в органічному землеробстві, довжина колоса сорту Зоря України збільшувалася з 13,0 до 16,0 см порівняно з варіантом без добрив, а сорту Аттергауер Дінкель – з 13,7 до 15,6 см.
10. Найбільша довжина колоса відмічена у сорту Аттергауер Дінкель на варіанті комбінованого внесення Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га і добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) – 17,3 см, а сорту Зоря України – 16,8 см. Відповідно у сорту Зоря України збільшувалася кількість колосків до 19 штук, кількість зерен у колосі – 22 штуки і маса зерна з одного колоса – 1,54 г.

11. Показники структури врожаю зерна сорту Аттергауер Дінкель за поєднання факторів, що вивчалися, були найвищими і кількість колосків у колосі зростала до 20 штук, кількість зерен у колосі – 23 штуки і маса зерна з одного колоса – 1,84 г.
12. За комбінованого внесення добрива і гумінових препаратів збільшувалася маса 1000 зерен спельти у сорту Зоря України до 70,0 г, а сорту Аттергауер Дінкель до 75,0 г.
13. Уміст білка у зерні сорту Зоря України на удобрених ділянках і оброблених стимуляторами росту становив 14,4–14,5%, що на 0,8–0,9% більше порівняно з контролем (без добрив і обробки посівів гуміновими препаратами). Максимальний уміст білка отримали у зерні сорту Аттергауер Дінкель за поєднання добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) та препаратів Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га – 15,4%.
14. Внесення гранульованого мінерального добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) в рядки і гумінових препаратів у позакореневе підживлення рослин спельти озимої істотно впливає на підвищення натури зерна у сорту Зоря України – 755,5 г/л і сорту Аттергауер Дінкель – 758,9 г/л, що на 28,3 і 28,9 г/л більше, ніж на контролі.
15. Найбільша масова частка клейковини у зерні сортів Аттергауер Дінкель і Зоря України відмічена за обробки посівів препаратами Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га на фоні добрива Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19), яка становила відповідно 28,2% та 27,6%.
16. Найвищий КЕЕ (4,41) спостерігали у сорту Аттергауер Дінкель без добрив, що свідчить про високу ефективність цього сорту навіть за мінімальних витрат. Натомість найнижчий КЕЕ (3,18) мав сорт Зоря України. Однак використання основного добрива Physio Natur PKS 47 Bio разом із стимуляторами дозволяє підвищити КЕЕ до 4,08 (сорт Аттергауер Дінкель) та 3,65 (сорт Зоря України).

17. Сорт спельти Аттергауер Дінкель за внесення Physio Natur PKS 47 Bio + гумінові препарати показав найбільший чистий прибуток (68 959 грн/га) та найнижчу собівартість (3223,3 грн/т). У сорту Зоря України максимальний умовно чистий прибуток становив відповідно 68477 грн. і 3394,2 грн.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. В умовах Полісся на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті слід висівати високоврожайний сорт спельти озимої Аттергауер Дінкель.
2. З метою отримання 5,0–5,4 т/га якісного насіння спельти доцільно використовувати в основне удобрення гранульоване мінеральне добриво Physio Natur PKS 47 Bio, що рекомендоване для органічного виробництва.
3. Для збільшення врожаю і покращення якісних показників зерна спельти озимої доцільно вносити у позакореневе підживлення гумінові препарати Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га + Гумісол-плюс 01 зернові, 0,5 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алавердян Л. М., Юдічева О. П., Романенко О. В. Борошно зі спельти: визначення та обґрунтування тенденцій розвитку ринку, оцінка якості. *Товарознавчий вісник*. 2019. Вип. 12. С. 6–17.
2. Анішин Л. Вітчизняні біологічно активні препарати просяться на поля України. *Пропозиція*. 2004. № 10. С. 48–50.
3. Асиміляційна діяльність посівів озимої пшениці залежно від строків сівби та азотного живлення / Гирка А. Д., Желязков О. І., Педаш О. О., Бойко О. В. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. Вип. 39. С. 19–22.
4. Біленко О. П., Прохватило М. М. Спельта – культура для органічного землеробства. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена 90-річчю з дня народження професора Г. П. Жемели* : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (30 верес. 2023 р.). Полтава : ПДАУ, 2023. С. 29–30.
5. Бордюжа Н. П. Акумуляція азоту листками пшениці озимої та прогноз вмісту білка у зерні під впливом позакоренових підживлень. *Науковий вісник НУБіП України*. 2011. Вип. 162, ч. 1. С. 165–174.
6. Борзих О. І., Сергієнко В. Г., Шита О. В. Підвищення ефективності та безпечності агротехнологій за використання гумінових препаратів. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 12(837). С. 12–20. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202211-02>
7. Васильченко А. Спельта: новий напрямок у виробництві пшениць. *Агроном*: електрон. версія журн. 2016. URL: <https://agronom.com.ua/spelta-novuj-napryamok-u-vyrobnytstvi-pshenyts/> (дата звернення: 09.10.2024).
8. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України : навч. посібник / Полупан М. І., Соловей В. Б., Кисіль В. І., Величко В. А. Київ : Колообіг, 2005. 304 с.

9. Вирощування спельти озимої за використання препаратів біологічного походження в умовах Полісся / О. І. Савчук, Н. А. Кошицька, В. В. Гуреля, М. М. Ключевич. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2018. Вип. 11. С. 31–34.
10. Вожегова Р. А., Димов О. М. Застосування добрив як запорука збереження родючості ґрунтів і стійкого розвитку сільськогосподарського виробництва. *Таврійський науковий вісник*. 2016. Вип. 96. С. 21–30.
11. Геометричні параметри зернівок пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 105–111.
12. Господаренко Г. М., Любич В. В., Воробйова Н. В. Пшениця спельта в органічному землеробстві. *Органічне виробництво і продовольча безпека* : зб. доп. учасн. VI Міжнар. наук.-практ. конф. / Житомир. нац. агроекол. ун-т, Федерація орган. руху України та ін. Житомир : О.О. Євенок, 2018. С. 444–449.
13. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О. Амінокислотний склад білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії. *Вісник Уманського нац. університету садівництва*. 2016. № 2. С. 44–48.
14. Господаренко Г., Ткаченко І. Якість пшениці спельти залежно від особливостей удобрення азотними добривами. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2014. № 18. С. 68–75.
15. Ґрунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості : навч. посібник / В. І. Купчик, В. В. Іваніна, Г. І. Нестеров та ін.; за ред. В. І. Купчика. Київ : Кондор, 2007. 414 с.
16. Гумінові речовини – безпечні регулятори екосистем / Ящук В. У., Корецький А. П., Ковбасенко Р. В. та ін. Київ : Нац. акад. аграр. наук України, 2016. 88 с.
17. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2009 році / гол. ред. Хаджиматов В. А. Київ : Алефа, 2009. 243 с.

18. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : монографія / Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Херсон : Айлант, 2009. 372 с.
19. Діордієва І. П., Єщенко О. В., Новак Ж. М. Урожайність та вміст клейковини в зерні сортів і гібридних популяцій пшениці спельти. *Збірник наук. праць Уманського нац. університету садівництва*. 2017. Вип. 90. С. 173–179.
20. Довбиш Л. Л., Кравчук М. М., Архип'юк Є. В. Оцінка ефективності удобрення пшениці озимої комплексними добривами на основі результатів листкової діагностики. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2019. Вип. 12. С. 13–17.
21. ДСТУ 10840: 2019. Зерно. Метод визначення натури. [Чинний від 2020-01-01]. Київ, 2020. 22 с. (Інформація та документація).
22. ДСТУ 4117: 2007. Визначення білка по загальному азоту (класичним методом по К'ельдалю). Київ. 2007. 19 с. (Інформація та документація).
23. ДСТУ 4138–2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004-01-01]. Київ : Держстандарт України, 2002. 74 с. (Інформація та документація).
24. ДСТУ 4287: 2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005-01-07]. Київ, 2004. 22 с. (Інформація та документація).
25. ДСТУ 4289: 2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. [Чинний від 2005-01-07]. Київ, 2004. 22 с. (Інформація та документація).
26. ДСТУ 4405: 2005. Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору та калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА. [Чинний від 2006-01-77]. Київ, 2005. 22 с. (Інформація та документація).
27. ДСТУ 4770.2: 2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектроскопії. [Чинний від 2009-01-01]. Київ, 2007. 14 с. (Інформація та документація).

28. ДСТУ 4770.3: 2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектроскопії. [Чинний від 2009-01-01]. Київ, 2007. 22 с. (Інформація та документація).
29. ДСТУ 4770.6: 2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук заліза в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектроскопії. [Чинний від 2009-01-01]. Київ, 2007. 22 с. (Інформація та документація).
30. ДСТУ 4770.6: 2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кобальту в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектроскопії. [Чинний від 2009-06-27]. Київ, 2007. 22 с. (Інформація та документація).
31. ДСТУ 4770.6: 2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектроскопії. [Чинний від 2009-06-27]. Київ, 2007. 22 с. (Інформація та документація).
32. ДСТУ 4770.6: 2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектроскопії. [Чинний від 2009-06-27]. Київ, 2007. 22 с. (Інформація та документація).
33. ДСТУ 4770.6: 2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектроскопії. [Чинний від 2009-01-01]. Київ, 2007. 22 с. (Інформація та документація).
34. ДСТУ 7537: 2014. Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності. [Чинний від 2015-01-04]. Київ, 2014. (Інформація та документація).
35. ДСТУ 7863: 2015. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда. [Чинний від 2016-01-07]. Київ, 2015. (Інформація та документація).

36. ДСТУ 8347: 2015. Якість ґрунту. Визначення рухомої сірки в модифікації ННЦ ІГА ім. Соколовського. [Чинний від 2017-01-07]. Київ, 2015. (Інформація та документація).
37. ДСТУ ISO 21415-1: 2009. Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 1. Визначання сирої клейковини ручним способом. [Чинний від 2011-01-07]. Київ, 2009. (Інформація та документація).
38. ДСТУ ISO 21415-2: 2009. Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 2. Визначання сирої клейковини механічним способом (ISO 21415-2:2006, IDT). [Чинний від 2011-01-07]. Київ, 2009. (Інформація та документація).
39. ДСТУ ISO 520: 2015. Зернові і бобові. Визначення маси 1000 зерен (ISO 520:2010, IDT). [Чинний від 2016-01-07]. Київ, 2015. (Інформація та документація).
40. ДСТУ ГОСТ 29144: 2009. *Зерно і зернопродукти. Визначення вологості (базовий контрольний метод) (ИСО 711-85)*. [Чинний від 2009-10-12]. Київ, 2009. (Інформація та документація).
41. ДСТУ ISO 10390: 2007. Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:2005, IDT). [Чинний від 2009-01-10]. Київ, 2007. (Інформація та документація).
42. Економічна оцінка технології вирощування сортів пшениці спельти / Карпук Л. М., Заїка Н. В., Тітаренко О. С. та ін. *Агробіологія*. 2024. № 2. С. 35–42. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2024-191-2-35-42>
43. Жемела Г. П., Курочка А. О. Вплив попередників на елементи структури врожайності та якість зерна пшениці озимої залежно від сортових властивостей. *Вісн. Полтавської держ. аграрної академії*. 2012. № 1. С. 33–36.
44. Заболотна І. Р. Характеристика зразків спельти озимої за елементами продуктивності колосу. *Генетика і селекція: досягнення і проблеми* : тези доп. міжнар. наукової конф., присвяч. 170-річчю УНУС (18–20 березня 2014 р.). Умань : Уманський нац. університет садівництва, 2014. С. 40–41.

45. Заїка Н. В., Карпук Л. М. Особливості структури врожаю спельти (*Triticum spelta* L.) в умовах Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2023. Т. 11, № 1. DOI: <https://doi.org/10.47414/na.11.1.2023.285496>
46. Заїка Н.В., Карпук Л.М. Урожайність та якість зерна спельти (*Triticum spelta* L.) в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2023. № 1. С. 114–122. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2023-179-1-114-122>
47. Іваніна Р. В. Енергетична ефективність вирощування сільськогосподарських культур у зернових ланках сівоzmіни. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2019. Вип. 110(1). С. 82–87. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-1.11>
48. Ізмоденова Т. Листкова діагностика у рослинництві. *Пропозиція*. 2016. URL: <https://propozitsiya.com/ua/listkova-diagnostika-u-roslinnictvi> (дата звернення: 09.10.2024).
49. Карпенко В. П., Любич В. В., Кравець І. С. Агробіологічна характеристика пшениці спельти і пирію середнього в умовах Правобережного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2020. Вип. 116(1). С. 89–97. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tnveconn_2020_116\(1\)_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tnveconn_2020_116(1)_13) (дата звернення: 09.10.2024).
50. Карпишин О. В. Структурний аналіз рослин сортів спельти озимої за органічної технології вирощування. *Інноваційні технології в рослинництві і землеробстві* : зб. праць Міжнар. наук.-практ. конф. (03–04 квітня 2025 р.). Житомир : Поліський нац. університет, 2025. С. 153–158.
51. Карпишин О. В., Мойсієнко В. В. Листкова діагностика для оптимізації живлення рослин спельти озимої в умовах Полісся. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 11. С. 143–151. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.15>
52. Карпишин О. В., Мойсієнко В. В. Ріст і розвиток рослин спельти озимої залежно від елементів органічної технології вирощування. *Передгірне та*

- гірське землеробство і тваринництво*. 2025. Вип. 77(1). С. 77–90. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2025-\(77\)-1-7](https://doi.org/10.32636/01308521.2025-(77)-1-7)
53. Карпишин О. В., Мойсієнко В. В. Урожайність і якість зерна спельти озимої за органічного вирощування в умовах Полісся. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2025. Вип. 1(15). С. 72–81. DOI: <https://doi.org/10.54651/agri.2025.01.09>
 54. Карпишин О. В., Мойсієнко В. В. Урожайність спельти за використання гумінових препаратів в умовах Полісся. *Інноваційні технології у рослинництві: проблеми та їх вирішення* : зб. праць учасн. III Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 100-річчю агроном. ф-ту Поліського університету (2-3 червня 2022 р.). Житомир : Поліський нац. університет, 2022. С. 80–85.
 55. Карпишин О., Мойсієнко В. Продуктивність пшениці спельти за позакореневого підживлення гуміновими препаратами. *Корми і кормовий білок* : матеріали XIV Міжнар. наук. конф. (12 жовт. 2022 р.) / Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця, 2022. С. 80–83.
 56. Карпук Л. М., Заїка Н. В. Особливості фотосинтезу спельти (*Triticum spélta* L.) в умовах Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2023. Т. 11, № 3. DOI: <https://doi.org/10.47414/na.11.3.2023.288675>
 57. Ключевич М. М. Захист спельти озимої від хвороб на ранніх етапах органогенезу. *Карантин і захист рослин*. 2016. № 5. С. 5–8.
 58. Ключевич М. М. Контроль мікозів спельти озимої в умовах Полісся України. *Карантин і захист рослин*. 2016. № 1. С. 1–3.
 59. Коваленко О. А., Полянчиков С. П., Ковбель А. І. Листкова діагностика для оптимізації живлення рослин. *Агроном*. 2014. № 3. С. 344–345.
 60. Коваленко О., Полянчиков С., Ковбель А. Аналіз ґрунту та листкова діагностика – світова практика оптимізації живлення рослин. *Пропозиція*. 2014. № 9. С. 70–71.

61. Козаренко Д. О. Вплив гумінових препаратів на фізіологічний стан та розвиток рослин при захисті сої від шкідливих організмів. *Вісник Степу*. 2017. Вип. 14. С. 59–60.
62. Козаренко Д. О. Ефективність використання гумінових препаратів проти хвороб сої. *Карантин і захист рослин*. 2017. № 4/6. С. 12–14.
63. Конопльова Є. Л. Динаміка маси зерна та вмісту білкових сполук залежно від фази розвитку і тривалості перестоювання посівів пшениці озимої. *Бюл. Інституту сільського господарства степової зони*. 2012. № 2. С. 152–156.
64. Корхова М. М. Продуктивність сортів пшениці спельти озимої в південному Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 4. С. 30–37. DOI: [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-4\(104\)](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-4(104))
65. Корхова М. М., Льовкіна А. В. Перспективи вирощування пшениці спельти на півдні України. *Молодий вчений*. 2017. № 3(43). С. 26–29.
66. Кривенко А. І. Енергетична ефективність технологій вирощування пшениці озимої у сівоzmінах Південного Степу України. *Біоресурси і природокористування*. 2019. Т. 11, № 1/2. С. 115–127. DOI: <https://doi.org/10.31548/bio2019.01.013>
67. Круп'яні властивості зерна різних сортів і ліній пшениці спельти / Господаренко Г. М., Мартинюк А. Т., Любич В. В., Полянецька І. О. *Вісн. Дніпропетровського держ. аграрно-економічного університету*. 2017. № 1(43). С. 12–16.
68. Лапчинський В. В. Аналіз еколого-географічних особливостей центрів походження *Triticum spelta* і перспективи поширення культури в Україні. *ScienceRise*. 2016. Vol. 4, No. 1(21). P. 34–38.
69. Лапчинський В. В. Пшениця спельта в органічній сівоzmіні. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2018. № 28. С. 59–64.
70. Лапчинський В. В., Бродюк Р. І. Спельта. Зарубіжний досвід вирощування та використання культури. *Новітні технології вирощування*

сільськогосподарських культур : матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених (29.09.2016 р.). Вінниця, 2016. С. 58–60.

71. Лісовал А. П. Методи агрохімічних досліджень : підручник. Київ : НАУ, 2001. 247 с.
72. Любич В. В. Борошномельні властивості зерна пшениці спельти залежно від сорту та лінії. *Збірник Уманського НУС*. 2020. Вип. 96, ч. 1. С. 520–534.
73. Любич В. В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської держ. аграрної академії*. 2017. № 3. С. 18–24. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.03.03>
74. Любич В. В. Круп'яні властивості зерна пшениці спельти залежно від сорту. *Збірник Уманського НУС*. 2021. Вип. 99, ч. 1. С. 146–161. DOI: <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2021-99-1-146-161>
75. Любич В. В. Якість хліба з різного борошна пшениці спельти залежно від сорту. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2021 № 29. С. 78–88. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.29.2021.244429>
76. Любич В. В., Желєзна В. В. Хлібопекарські властивості зерна пшениці спельти залежно від удобрення і тривалості зберігання. *Агробіологія*. 2021. № 1. С. 75–84. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-163-1-75-84>
77. Любич В. В., Желєзна В. В., Костецька К. В. Лабораторна схожість та енергія проростання зерна пшениці спельти залежно від удобрення і тривалості зберігання. *Селекція та насінництво*. 2021. № 119. С. 126–134. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2021.237135>
78. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Енергетична оцінка зерна пшениці спельти залежно від сорту. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 116–120.

79. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільському господарстві. Київ : Урожай, 1988. 223 с.
80. Методика ґрунтової і листкової агрохімічної діагностики живлення рослин : навч. посібник / Гоменко О. В., Корнійчук О. В., Пасінчак В. І., Нагребецький М. І. Вінниця, 2007. 98 с.
81. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Методи визначення показників якості рослинницької продукції / Український інститут експертизи сортів рослин. Київ : Алефа, 2000. 144с.
82. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посібник / В. Г. Дідора, О. Ф. Смаглій, Е. Р. Ермантраут та ін. Київ : Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
83. Методологія і організація наукових досліджень в сільському господарстві та харчових технологіях / Присяжнюк О. І., Климович Н. М., Полуніна О. В. та ін. Київ : Нілан-ЛТД, 2021. 300 с.
84. Мойсієнко В. В., Карпишин О. В. Оптимізація елементів органічної технології вирощування спельти в умовах Полісся. *Вісник аграрної науки*. 2025. Т. 103, № 3. С. 35–44. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202503-04>
85. Моргун В. В., Швартау В. В., Кірізій Д. А. Фізіологічні основи формування високої продуктивності зернових злаків. *Фізіологія рослин: Проблеми та перспективи розвитку* : зб. наук. пр. : у 2-х т. / Інститут фізіології рослин і генетики ; голов. ред. В. В. Моргун. Київ : Логос, 2009. Т. 1. С. 11–42.
86. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Ґрунтознавство : підручник. Чернівці : Книги–ХХІ, 2004. 400 с.
87. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костоґриз П. В. ; за ред. Єщенко В. О. Київ : Дія, 2005. 288 с.

88. Парій Ф. М., Заболотна І. Р. Спельта: сучасний стан і перспективи селекції. *Вісник Сумського нац. аграрного університету. Сер.: Агрономія і біологія*. 2013. Вип. 11. С. 169–173.
89. Парій Ф. М., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Оцінка господарськи цінних властивостей нового сорту пшениці спельти озимої Зоря України. *Насінництво*. 2013. № 5. С. 5–6.
90. Патика В. П., Карпенко В. П., Любич В. В. Азотовмісні сполуки у зерні різних сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 8. С. 17–23.
91. Поліщук В. В., Коновалов Д. В. Елементи структури урожаю пшениці озимої залежно від технології вирощування насіння. *Агробіологія*. 2024. № 1. С. 18–24. DOI: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-18-24
92. Поліщук К. Перспективна спельта. *The Ukrainian Farmer*. 2016. № 9. С. 62–63.
93. Полянецька І. О., Любич В. В., Сухомуд О. Г. Вміст білка та його вихід з урожаєм зерна пшениці озимої залежно від сорту. *Наукові праці ІБКіЦБ*. 2014. Вип. 21. С. 235–239.
94. Пшениця спельта / Г. М. Господаренко, П. В. Костогриз, В. В. Любич та ін. ; за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ : СІК ГРУП УКРАЇНА, 2016. 312 с.
95. Ретьман С. В., Ключевич М. М. Хвороби листя тритикале та спельти в Поліссі України. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 1. С. 72–75.
96. Рудник-Іващенко О. І. Особливості вирощування озимих культур за умов змін клімату. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2012. № 2. С. 8–10.
97. Ружицька О. М., Борисова О. В. Ріст, продуктивність та якість зерна озимої спельти за умов Півдня Степової зони України. *Вісн. ОНУ. Біологія*. 2015. Т. 20, вип. 1(36). С. 47–58.

98. Сенченко Н. К. Функціональна діагностика як інструмент оптимізації мінерального живлення рослин. *Вісник Сумського нац. аграрного університету. Сер. Агрономія і біологія*. 2015. Вип. 9(30). С. 136–141.
99. Середа І. І. Площа листкової поверхні та фотосинтетичний потенціал рослин пшениці озимої залежно від умов вирощування. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. Вип. 40. С. 144–147.
100. Ткаченко І. Ю. Оптимізація азотного живлення пшениці спельти на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.04. Харків, 2015. 21с.
101. Ткачук В. П., Тимошук Т. М. Вплив строків сівби на продуктивність пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3. С. 38–44. DOI: 10.31073/agrovisnyk202003-05
102. Формування хлібопекарських властивостей зерна пшениці спельти залежно від сорту та лінії / Г. Господаренко, С. Полторецький, В. Любич, Н. Воробйова, І. Улянич. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2017. № 21. С. 124–129.
103. Формування якості зерна злакових культур / Авраменко С., Тимчук В., Цехмейструк М. та ін. *Агробізнес сьогодні*. 2011. № 14. С. 15.
104. Формування якості макаронів і кондитерських виробів із зерна пшениці спельти / Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В. та ін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Т. 22, № 1(97). С. 199–210.
105. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від удобрення / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Железна В. В. *Вісник Уманського УНУС*. 2015. № 1. С. 11–14.
106. Ходаніцький В., Ходаніцька О. Полба і спельта: нові перспективи вирощування. *Пропозиція*. 2017. № 3. С. 84–88.
107. Черенков А. В., Романенко О. Л., Бондаренко А. С. Якість зерна озимої пшениці на півдні України та шляхи її підвищення. *Бюл. Ін-ту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2009. № 37. С. 8–12.

108. Шейко Д. В. Фотосинтетичний потенціал сортів пшениці озимої залежно від способів застосування біологічно активних препаратів в умовах Західного Лісостепу. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 115–119. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.18>
109. Шляхтурова С. П., Юла В. М., Шляхтуров Д. С. Особливості формування продуктивності пшениці спельти озимої за органічного вирощування в Правобережному Лісостепу. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2024. Вип. 4(14). С. 68–75. DOI: <https://doi.org/10.54651/agri.2024.04.08>
110. Якість зерна спельтоподібних гібридів F3 – 5, одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. / О. Г. Сухомуд, В. В. Любич, І. О. Полянецька, Ф. М. Парій. *Збірник наук. праць Уманського нац. університету садівництва*. 2012. Вип. 81(1). С. 183–189.
111. A comparison of macro- and microelement concentrations in the whole grain of four *Triticum* species / Suchowilska E., Wiwart M., Kandler W., Krska R. *Plant Soil Environ.* 2012. Vol. 58, Issue 3. P. 141–147. DOI: 10.17221/688/2011-PSE
112. Agronomic traits and grain quality of selected spelt wheat varieties versus common wheat / K. Ratajczak et al. *J. Crop Improv.* 2020. Vol. 34. P. 654–675. DOI: 10.1080/15427528.2020.1761921.
113. AMA. 2021. URL: <https://ama.at/marktinformationen/getreide-und-olsaaten/aktuelle-informationen> (дата звернення: 21.02.2022).
114. An evaluation of speltcrosses for breeding new varieties of spring spelt / Packa D., Załuski D., Graban Ł., Lajszner W. *Agronomy*. 2019. Vol. 9(4). article 167. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy9040167>
115. An evaluation of the variation in the morphometric parameters of grain of six triticum species with the use of digital image analysis / Goriewa-Duba K., Duba A., Wachowska U., Wiwart M. *Agronomy*. 2018. Vol. 8. P. 296.
116. Analysis of the content of mineral components in grain of winter spelt (*Triticum aestivum* ssp spelled L.) depending on: Tillage system, fertilization,

- nitrogen and variety / Stankowski S., Hury G., Makrewicz A. et al. *Ecological Engineering*. 2016. Vol. 49. P. 227–232. DOI: 10.12912/23920629/64517
117. Association between organic food consumption and metabolic syndrome: Cross-sectional results from the NutriNet-Sante study / J. Baudry et al. *Europea Journal of Nutrition*. 2018. Vol. 57, Iss. 7. P. 2477–2488. DOI: 10.1007/s00394-017-1520-1.
 118. Association of frequency of organic food consumption with cancer risk: Findings from the NutriNet-Santé prospective cohort study / J. Baudry et al. *JAMA Internal Medicine*. 2018. Vol. 178, No. 12. P. 1597–1606. DOI: 10.1001/jamainternmed.2018.4357
 119. Auch Dinkel kann Allergien auslösen – Wissenstand der Bevölkerung zu Dinkel als Weizenart ist niedrig : Stellungnahme Nr. 001/2023 des BfR vom 13. Januar 2023 (Bewertungsstand 30. November 2020) / Bundesinstitut für Risikobewertung. German : BfR-Stellungnahmen, 2023. Vol. 2023, No. 001. DOI: <https://doi.org/10.17590/20230113-084359>
 120. Barbieri P., Pellerin S., Nesme T. Comparing crop rotations between organic and conventional farming. *Sci. Rep.* 2017. Vol. 7. article 13761.
 121. Bread quality of spelt wheat and its starch / Wilson J. D., Bechtel D. B., Wilson G. W. T., Seib P. A. *Cereal Chemistry*. 2008. Vol. 85(5). P. 629–638. DOI: <https://doi.org/10.1094/CCHEM-85-5-0629>
 122. Breeding and genetic improvement of soft winter wheat with the use of spelt wheat / Diordiieva I. P., Riabovol L.O., Riabovol Ya. S. et al. *Agronomy Research*. 2022. No. 1. P. 91–102. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.22.016>
 123. Breeding and genetic improvement of spelt wheat (*Triticum spelta*) by interspecific hybridization / Diordiieva I. P., Riabovol I. S., Riabovol L. O. et al. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2024. Vol. 15, No. 3. P. 463–468. DOI: <https://doi.org/10.15421/022465>
 124. Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread / Bonafaccia G., Galli V., Francisci R. et al. *Food Chem.* 2000. Vol. 68. P. 437–441. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00215-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00215-0)

125. Characterization of the protein and carbohydrate related quality traits of a large set of spelt wheat genotypes / Tóth V., Láng L., Vida G. et al. *Foods*. 2022. Vol. 11. article no. 2061. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11142061>
126. Chemical characterization and breadmaking potential of spelt versus wheat flour / Frakolaki G., Giannou V., Topakas E., Tzia C. *Journal of Cereal Science*. 2018. Vol. 79. P. 50–56. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.08.023>
127. Chemical composition and biological value of the protein of *Triticum spelta* and *Triticum polonicum* / G. Podolska et al. *Fragm. Agron*. 2015. Vol. 32. P. 82–92.
128. Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review *Biotechnologie* / Escarnot E., Jacquemin J. M., Agneessens R., Paquot M. *Biotechnologie, agronomie société et environnement*. 2012. Vol. 16, No. 2. P. 243–256.
129. Cubadda R., Marconi E. Technological and nutritional aspects in emmer and spelt. Hulled Wheats. *Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. Tuscany, Italy : International Plant Genetic Resources Institute, 1995. P. 203–211.
130. Differences in processing quality traits, protein content and composition between spelt and bread wheat genotypes grown under conventional and organic production / Takač V., Tóth V., Rakszegi M. et al. *Foods*. 2021. Vol. 10(1). article no. 156. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10010156>
131. Dvořáček V., Čurn V. Evaluation of protein fractions as biochemical markers for identification of spelt winter cultivars (*Triticum spelta* L.). *J. Plant Soil Environ*. 2003. Vol. 3. P. 99–105.
132. Effect of chemical crop protection on the content of some elements in grain of spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) / P. Kraska et al. *Journal of Elementology*. 2013. Vol. 18, No. 1. P. 79–90.

133. Effect of Crop Protection Intensity and Nitrogen Fertilisation on the Quality Parameters of Spelt Wheat Grain cv. 'Rokosz' Grown in South-Eastern Poland / Bernat E., Chojnacka S., Wesołowska-Trojanowska M. et al. *Agriculture*. 2024. Vol. 14, Iss. 10. article 1815. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture14101815>
134. Effect of nitrogen levels and sowing density on the yield and baking quality of spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) cv. Rokosz. / Podolska G., Rothkaehl J., Górniak W., Stępniewska S. *Annales UMCS*. 2015. Vol. 70. P. 93–103.
135. Effect of organic and conventional crop rotation, fertilization, and crop protection practices on metal contents in wheat (*Triticum aestivum*) / J. Cooper et al. *Journal of Agricultural and food Chemistry*. 2011. Vol. 59(9). P. 4715–4724. DOI: 10.1021/jf104389m
136. Effects of genotype and weed control on nutrient composition of winter spelt (*Triticum aestivum* ssp. *Spelta* L.) and common wheat (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*) / Biel W., Jaroszewska A., Stakowski S. et al. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*. 2016. Vol. 66, Iss. 1. S. 27–35. DOI: 10.1080/09064710.2015.1062533.
137. Effects of organic food consumption on human health; the jury is still out! / Baranski M., Rempelos L., Iversen P.O., Leifert C. *Food & Nutrition Research*. 2017. Vol. 61, No. 1. article 1287333. DOI: 10.1080/16546628.2017.1287333
138. Einfluss von verschiedenen Düngesystemen auf Ertrag und Qualitätsparameter des Korns bei ökologisch angebautem Dinkel Hammerová A., Prudil M., Gruber M., Urban J. *Angewandte Forschung und Entwicklung für den ökologischen Landbau in Bayern. Öko-Landbautag 2018 : Tagungsband* (Schriftenreihe der LfL 5/2018) / (Hrsg.) Wiesinger K., Heuwinkel H.; Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz. Triesdorf, 2018. P. 29-32.
139. Evaluation of the rheological properties of dough and quality of bread made with the flour obtained from old cultivars and modern breeding lines of spelt

- (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) / Sobczyk A., Pycia K., Stankowski S. et al. *Journal of Cereal Science*. 2017. Vol. 77. P. 35–41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.07.013>
140. Evaluation of the weed infestation, grain health, and productivity parameters of two spelt wheat cultivars depending on crop protection intensification and seeding densities / Haliniarz M., Gaweda D., Nowakowicz-Debek B. et al. *Agriculture*. 2020. Vol. 10. article 229. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture10060229>
 141. Fageria N. K., Baligar V. C., Jones C. A. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. 3rd ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press., 2010. 560 p. DOI: <https://doi.org/10.1201/b10160>
 142. Fatrcova-Šramkova K., Lacko-Bartošova M., Mariassyova M. Bioproducts made from spelt wheat (*Triticum spelta*) and their antioxidant properties *Aquat. Journal of Ecology and Health*. 2010. R. 14, nr. 4. P. 185–187.
 143. Flooding tolerance of spelt (*Triticum spelta* L.) compared to wheat (*Triticum aestivum* L.) – A physiological and genetic approach / Burgos M. St., Messmer M., Stamp P., Schmid J. E. *Euphytica*. 2001. Vol. 122(2). P. 287–295. DOI: 10.1023/A:1012945902299
 144. Foliar fertilization of crop plants / Fageria N. K., Barbosa Filho M. P., Moreira A., Guimarães C. M. *Journal of Plant Nutrition*. 2009. Vol. 32(6). P. 1044–64. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904160902872826>
 145. Foliar sampling time and critical level diagnosis of nutrients for blackberry / Oliveira Gaurat J., de Barros Silva E., Monteiro Cruz M. do C., Esdras Lima J. *Journal of Plant Nutrition*. 2022. Vol. 46, Issue 6. P. 1108–1119. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2022.2067769>
 146. Gálová Z., Knoblochová H. Biochemical characteristics of five spelt wheat cultivars (*Triticum spelta* L.). *Acta fytotechnica et zootechnica*. 2001. Vol. 4, Special Number: *Proceedings of the International Scientific Conference on the Occasion of the 55th Anniversary of the Slovak Agricultural University in Nitra*. P. 85–87.

147. Gawlik-Dziki U., Swieca M., Dziki D. Comparison of phenolic acids profile and antioxidant potential of six varieties of spelt *Triticum spelta* L. *J. Agric. Food Chem.* 2012. Vol. 60. P. 4603–4612.
148. Influence of crop management upon the agronomic traits of spelt (*Triticum spelta* L.) / A. Pospíšil et al. *Plant, Soil and Environment*. 2011. Vol. 57. P. 435–440.
149. Jablonskyte-Rasce D., Maiksteniene S., Mankeviciene A. Evaluation of productivity and quality of common wheat (*Triticumaestivum* L.) and spelt (*Triticum spelta* L.) in relation to nutrition conditions. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2013. Vol. 100, No. 1. P. 45–56. DOI: 10.13080/z-a.2013.100.007
150. Johansson E., Prieto-Linde M. L., Svensson G. Influence of nitrogen application rate and timing on grain protein composition and gluten strength in Swedish wheat cultivars. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2004. Vol. 167, Issue 3. P. 345–350. DOI: 10.1002/jpln.200320332
151. Kandić Vesna et al. Spelt wheat (*Triticum spelta*) and common bread wheat compared for nutritional contents and functional-technological properties. *Chil. j. agric. res.* [online]. 2023, vol.83, n.2, pp.146-158. ISSN 0718-5839. <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-58392023000200146>
152. Korkhova M. M. The effect of pre-sowing seed treatment with chlorella suspension on the productivity of different varieties of *Triticum aestivum* L., *T. durum* Desf. and *T. spelta* L. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2024. Vol. 20, No. 2. P. 111–119. DOI: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.2.2024.304101>
153. Krawczyk P., Ceglińska A., Izdebska K. Comparing rheological properties of dough and quality of bread made of spelt and common wheat flours. *Polish journal of natural sciences*. 2008. Vol. 4(59). P. 141–151.
154. Krochmal-Marczak B., Sawicka B. Nutritional value of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) cultivated in Podkarpacie. *Integrative Herbalism*. 2016. Vol. 1, Issue 2. P. 146–159.

155. Longin C. F. H., Würschum T. Back to the Future – Tapping into ancient grains for food diversity. *Trends Plant Sci.* 2016. Vol. 21. P. 731–737.
156. Mikos M., Podolska G. Bread-making quality of old commonbread (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare* L.) and spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) wheat cultivars. *Journal of Food, Agriculture and Environment.* 2012. Vol. 10, No. 3/4. P. 221–224.
157. Milling and breadmaking properties of some spelt varieties / Makowska A., Obuchowski W., Adler A., Sulewska H. *Fragmenta Agronomica.* 2008. Vol. 25, Issue 97. P. 228–239.
158. Morphological and productive traits of spelt wheat – *Triticum spelta* L. / Jankovic S., Ikanovic J., Popovic V. et al. *Agriculture & Forestry.* 2015. Vol. 61, Issue 2. P. 173–182.
159. Nutritional and technological characteristics of common and spelt wheats are affected by mineral fertilizer and organic stimulator Nano-Gro® / Stepień A., Wojtkowiak K., Orzech K., Wiktorski A. *Acta Sci. Pol. Agric.* 2016. Vol. 15, No. 2. P. 49–63.
160. Nutritional value and mineral composition of grain of selected wheat species depending on the intensity of a production technology / Rachon L., Szumiło G., Brodowska M., Wozniak A. *J. Elem.* 2015. Vol. 20. P. 705–715.
161. Pane C., Vilecco D., Campanile R. G. Cultivation of ancient hulled wheats: a way for enhancing the function role of marginal lands. *Frontiers in Plant Science.* 2018.
162. Podolska G., Aleksandrowicz E., Szafranska A. Bread making potential of *Triticum aestivum* and *Triticum spelta* species. *Open Life Sci.* 2020. Vol. 15, Issue 1. P. 30–40. DOI: 10.1515/biol-2020-0004
163. Pospisil A., Pospisil M. The effect of organic fertilizers on the spelt yield and the yield of its components. *Poljoprivreda.* 2021. Vol. 27, No. 1. P. 37–43. DOI: 10.18047/poljo.27.1.5.

164. Processing and bread-making quality profile of Spanish spelt wheat / Huertas-García A. B., Guzmán C., Ibba M. I. et al. *Foods*. 2023. Vol. 12. article 2996. DOI: 10.3390/foods12162996
165. Productivity of winter wheat (T. Aestivum, T. Durum, T. Spelta) depending on varietal characteristics in the context of climate change / Korkhova M., Panfilova A., Domaratskiy Yu., Smirnova I. *Ecological Engineering and Environmental Technology*. 2023. Vol. 24, Issue 4. P. 236–245. DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/163124>
166. Quality parameters and rheological dough properties of 15 spelt (*Triticum spelta* L.) varieties cultivated today / Wiwart M., Szafranska A., Wachowska U., Suchowilska E. *Cereal Chem.* 2017. Vol. 94. P. 1037–1044.
167. Radomski G., Bac A., Mierzejewska S. A comparative assessment of baking value of wheat flour and spelt. *Agric. Eng.* 2007. Vol. 93, No. 5. P. 369–374.
168. Resistance of Winter Spelt Wheat [*Triticum aestivum* subsp. *spelta* (L.) Thell.] to Fusarium Head Blight / Chrpová J., Grausgruber H., Weyermann V. et al. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12. article 661484. DOI: 10.3389/fpls.2021.661484.
169. Spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) as source of breadmaking flours and bran naturally enriched in oleic acid and minerals but not phytic acid. / Ruibal-Mendieta N. L., Delacroix D. L., Mignolet E. et al. *J. Agric. Food Chem.* 2005. Vol. 53, No. 7. P. 2751–2759. DOI: 10.1021/jf048506e
170. Spelt in Diversified and Spelt-Based Crop Rotations: Grain Yield and Technological and Nutritional Quality / Wanic M., Jastrzebska M., Kostrzevska M. K., Parzonka M. *Agriculture*. 2024. Vol. 14. article no. 1123. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture14071123>
171. Spelt wheat: An alternative for sustainable plant production at low N-levels / Sugár E., Fodor N., Sándor R. et al. *Sustainability*. 2019. Vol. 11. article 6726. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11236726>
172. Status of essential elements in soil and grain of organically produced maize, spelt, and soybean / Dragicevic V., Stoilkovic M., Brankov M. et al.

- Agriculture*. 2022. Vol. 12. article 702. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12050702>
173. The origin of spelt and free-threshing hexaploid wheat / Dvorak J., Deal K. R., Luo M. C. et al. *Journal of Heredity*. 2012. Vol. 103(3). P. 426–441. DOI: <https://doi.org/10.1093/jhered/esr152>
 174. Triticum aestivum ssp. vulgare and ssp. spelta cultivars. 1. Functional evaluation / Rodríguez-Quijano M., Vargas-Kostiuk M. E., Ribeiro M., Callejo M. J. *European Food Research and Technology*. 2019. Vol. 245, Issue 8. P. 1561–1570. DOI: 10.1007/s00217-019-03263-7
 175. Uptake Efficiency of Wheat Species. *The Journal of Agricultural Sciences - Sri Lanka*. 2021. Vol. 16, No. 1. P. 37–53. DOI: <http://doi.org/10.4038/jas.v16i1.9182>.
 176. Wanic M., Denert M., Treder K. Effect of forecrops on the yield and quality of common wheat and spelt wheat grain. *J. Elem.* 2019. Vol. 24. P. 369–383. DOI: 10.5601/jelem.2018.23.1.1585
 177. Willer Helga. The world of organic agriculture: summary. *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2011* : FiBL-IFOAM Report / (Eds.) Willer Helga, Lukas Kilcher. Bonn ; Frick : IFOAM, 2011. P. 26–32.
 178. Winnicki T., Zuk-Gołaszewska K. Agronomic and economic characteristics of common wheat and spelt production in an organicfarming system. *Acta Sci. Pol. Agric.* 2017. Vol. 16. P. 247–254.6.
 179. Wiwart M., Szafranska A., Suchowilska E. Grain of hybrids between spelt (*Triticum spelta* L.) and bread wheat (*Triticum aestivum* L.) as a new raw material for breadmaking. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2023. Vol. 73. P. 265–277. DOI: <https://doi.org/10.31883/pjfn/170870>
 180. Yield and quality of rolled cereal from spelt wheat grain depending on the duration of irradiation with an ultrahigh-frequency electromagnetic field / Hospodarenko H. M., Liubych V. V., Leshchenko I. A. et al. *Plant and Soil*

Science. 2022. Vol. 13, No. 3. P. 7–17. DOI:
[https://doi.org/10.31548/agr.13\(3\).2022.7-17](https://doi.org/10.31548/agr.13(3).2022.7-17)

181. Yield of winter cultivars of spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *Spelta* L.) cultivated under diversified conditions of mineral fertilization and chemical protection / Andruszczak S., Kwiecinska-Poppe E., Kraska P., Pałys E. *Acta Sci. Pol. Agric*. 2011. Vol. 10, No. 4. P. 5–14.4.
182. Zielinski H., Ceglinska A., Michalska A. Bioactive compounds in spelt bread. *Euro. Food Res. Technol*. 2008. Vol. 226. P. 537–544.

ДОДАТКИ

Додаток А-1

Затверджено:
Голова господарства
ФГ «Домашня Курочка»
Стретович О.О.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ У ВИРОБНИЦТВО

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи Карпишина Олександра Володимировича з теми «Оптимізація елементів органічної технології вирощування спельти в умовах Полісся України» впроваджені у ФГ «Домашня Курочка» Звягельського району, с. Острожок.

Досліджувана культура: пшениця спельта, попередник горох посівний.

Обсяг впровадження 15,0 га

Період впровадження 2023–2024 рр.

Зміст впровадження: окрім елементів органічної технології вирощування пшениці спельти в умовах дерново-підзолистих ґрунтів даного господарства було впроваджено варіант з внесенням мінерального добрива рекомендованого для використання в органічному виробництві, а саме Physio Natur PKS 47 Bio (основне удобрення в рядок) у нормі 100 кг/га.

Результати впровадження: Згідно проведених спостережень та інтерпретації даного дослідження отримано 4,7 т/га зерна спельти озимої, де застосовували добриво Physio Natur PKS 47 Bio у нормі 100 кг/га в рядок, що на 1,6 т/га більше, ніж без удобрення. Врожайність становила 3,1 т/га.

Рекомендації виробництву: при розробці та удосконаленні технологічного процесу вирощування спельти за органічної технології доцільно використовувати мінеральне добриво, що рекомендоване для використання в органічному виробництві, а саме Physio Natur PKS 47 Bio в рядок при посіві у нормі 100 кг/га.

Голова господарства
ФГ «Домашня Курочка»

Виконавець НДР

Науковий керівник,
доктор с.-г. наук,
професор



Стретович О.О.

Карпишин О.В.

Мойсієнко В.В.

Додаток А–2

Затверджено:
Генеральний директор
ТОВ «БІО ФАРМІНГ»
Пелипас С.С.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ У ВИРОБНИЦТВО

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи Карпишина Олександра Володимировича з теми «Оптимізація елементів органічної технології вирощування спельти в умовах Полісся України» впроваджені у ТОВ «БІО ФАРМІНГ» Звягельського району, с. Броники

Досліджувана культура: пшениця спельта, попередник боби кормові.

Обсяг впровадження 10,0 га

Період впровадження 2023–2024 рр.

Зміст впровадження: окрім загальноприйнятих агротехнічних прийомів органічного вирощування спельти озимої у даному господарстві був впроваджений варіант з внесенням мінерального добрива Physio Natur PKS 47 Bio (основне в рядок) + Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Гумісол-плюс 01 зернові 0,5 л/га – двічі (позакореневе підживлення).

Результати впровадження: облік урожайності з площі 10 га показав значну перевагу комбінованого використання мінерального добрива, а саме Physio Natur PKS 47 Bio (основне в рядок) та листкове підживлення Гуміфілд ВР-18 + Гумісол-плюс 01 зернові. Урожайність становила 5,6 т/га і перевищила контроль (без добрив) на 1,4 т/га.

Рекомендації виробництву: для отримання максимально високого рівня урожайності органічної спельти озимої доцільно використовувати комбіновану систему підживлення, а саме Physio Natur PKS 47 Bio (основне в рядок) і листкове підживлення Гуміфілд ВР-18 + Гумісол-плюс 01 зернові.

Директор
ТОВ «БІО ФАРМІНГ»

Виконавець НДР

Науковий керівник,
доктор с.-г. наук,
професор



Пелипас С.С.

Карпишин О.В.

Мойсієнко В.В.

Додаток А–3

Затверджено:
Генеральний директор
ТОВ «Агровест Груп»
Ковальчук Р.А.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ У ВИРОБНИЦТВО

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи Карпишина Олександра Володимировича з теми «Оптимізація елементів органічної технології вирощування спельти в умовах Полісся України» впроваджені у ТОВ «Агровест Груп» Звягельського району, с. Смолдирів

Досліджувана культура: пшениця спельта, попередник горох посівний.

Обсяг впровадження 15,0 га

Період впровадження 2023–2024 рр.

Зміст впровадження: із елементів органічної технології вирощування пшениці спельти в умовах дерново-підзолистих ґрунтів даного господарства було впроваджено вирощування перспективних високопродуктивних сортів спельти вітчизняної та закордонної селекції Зоря України, Attergaufer Dinkel.

Результати впровадження: Згідно проведених спостережень та інтерпретації даного дослідження отримано 4,6 т/га спельти озимої сорту Attergaufer Dinkel, що на 0,9 т/га більше, ніж спельти озимої сорту Зоря України, врожайність якої становила 3,7 т/га.

Рекомендації виробництву: при підборі сорту спельти озимої для подальшого вирощування за органічної технології рекомендуємо вирощувати сорт спельти озимої Attergaufer Dinkel. Він виявився більш пристосованим до умов вирощування та мав більшу врожайність порівняно з вітчизняним сортом Зоря України.

Директор
ТОВ «Агровест Груп»



Ковальчук Р.А.

Виконавець НДР

Карпишин О.В.

Науковий керівник,
доктор с.-г. наук,
професор

Мойсієнко В.В.

Додаток А–4



ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008; тел.: (0412) 47-13-56; тел./факс: (0412) 47-21-45
E-mail: mail@polissiauniver.edu.ua; www.polissiauniver.edu.ua, код згідно з ЄДРПОУ 00493681

від 18.02. 2025 № 349/01.17

на № _____ від _____ 20__

АКТ

про впровадження результатів
дисертаційних досліджень у освітній процес

Поліський національний університет підтверджує, що результати дисертаційної роботи на тему: «Оптимізація елементів органічної технології вирощування спельти в умовах Полісся», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 201 «Агрономія», виконаної КАРПИШИНИМ Олександром Володимировичем, впроваджено у освітній процес при викладанні дисциплін: «Рослинництво» та «Інноваційні технології в рослинництві».

Результати дисертаційного дослідження КАРПИШИНА Олександра Володимировича щодо оптимізації елементів органічної технології вирощування спельти, зокрема добору високопродуктивних і адаптивних сортів, використання органічних добрив і стимуляторів росту в умовах Полісся використовуються при читанні лекцій, проведенні практичних занять, а також під час виконання наукових досліджень на кафедрі технологій у рослинництві у підготовці здобувачів вищої освіти освітніх рівнів бакалавра, магістра та доктора філософії зі спеціальності 201 «Агрономія» Поліського національного університету.

Ректор університету

Керівник навчально-наукового
центру організації освітнього процесу

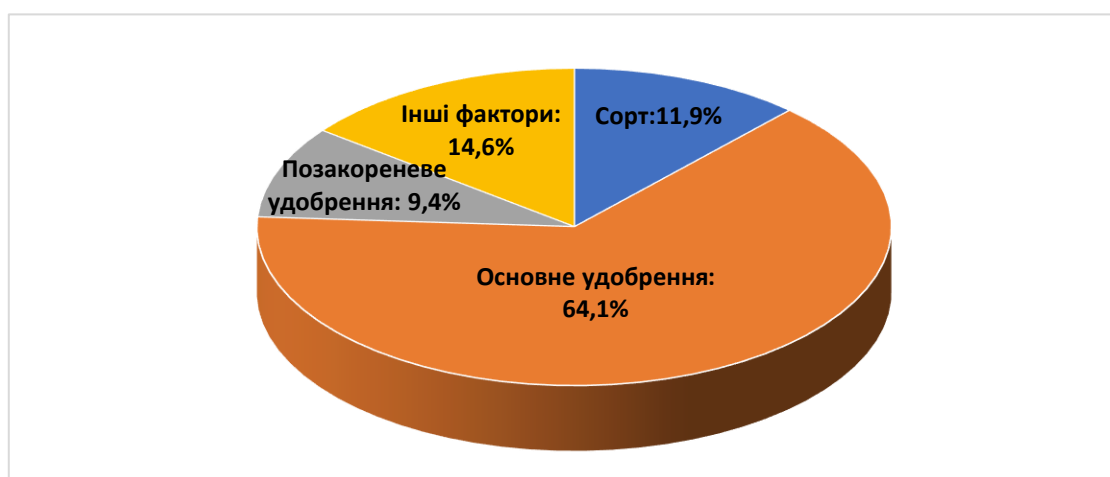
В.о. декана агрономічного
факультету



Олег СКИДАН

Тетяна УСЮК

Тетяна КЛИМЕНКО

Додаток Б–4**Дод. Б.4.1. Частка впливу факторів на урожайність пшени, 2022 р.****Дод. Б.4.2. Частка впливу факторів на урожайність пшени, 2023 р.****Дод. Б.4.3. Частка впливу факторів на урожайність пшени, 2024 р.**

| Сорт | Удобрення (основне) | Позакореневе удобрення | Молочна стиглість, см | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|---|-----------------------|-----|-----|---------|
| | | | I | II | III | середнє |
| Зоря України | Без добрив | контроль | 112 | 110 | 110 | 110,7 |
| | | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) | 108 | 110 | 110 | 109,3 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові 0,5л/га – двічі | 111 | 110 | 111 | 110,7 |
| | | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Гумісол-плюс 01 зернові 0,5л/га – двічі | 115 | 115 | 114 | 114,7 |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль | 111 | 117 | 115 | 114,3 |
| | | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) | 112 | 111 | 114 | 112,3 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові 0,5л/га – двічі | 117 | 120 | 117 | 118,0 |
| | | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Гумісол-плюс 01 зернові 0,5л/га – двічі | 119 | 120 | 119 | 119,3 |
| Аттергауер Дінкель | Без добрив | контроль | 129 | 128 | 132 | 129,7 |
| | | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) | 125 | 123 | 122 | 123,3 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові 0,5л/га – двічі | 127 | 130 | 131 | 129,3 |
| | | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Гумісол-плюс 01 зернові 0,5л/га – двічі | 130 | 125 | 129 | 128,0 |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль | 132 | 130 | 134 | 132,0 |
| | | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) | 135 | 130 | 129 | 131,3 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові 0,5л/га – двічі | 135 | 133 | 136 | 134,7 |
| | | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Гумісол-плюс 01 зернові 0,5л/га – двічі | 137 | 135 | 137 | 136,3 |

Додаток Р-3

Натура зерна спелти озимої залежно від сорту, удобрення і гумінових препаратів за повтореннями (2024 р.)

| Сорт | Удобрєння (основне) | Позакорєневе удобрєння | Натура, г/л | | | |
|-----------------------|---|--|-------------|-----|-----|---------|
| | | | I | II | III | середнє |
| Зоря України | Без добрив | контроль | 720 | 725 | 725 | 723,3 |
| | | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) | 730 | 730 | 730 | 730,0 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові 0,5л/га – двічі | 735 | 730 | 730 | 731,7 |
| | | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Гумісол-плюс 01 зернові 0,5 л/га – двічі | 740 | 745 | 740 | 741,7 |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13- 15-19) | контроль | 750 | 745 | 745 | 746,7 |
| | | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) | 745 | 740 | 745 | 743,3 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові 0,5л/га – двічі | 750 | 745 | 750 | 748,3 |
| | | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Гумісол-плюс 01 зернові 0,5 л/га – двічі | 750 | 760 | 765 | 758,3 |
| Аттергауер Дінкель | Без добрив | контроль | 730 | 735 | 735 | 733,3 |
| | | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) | 740 | 740 | 735 | 738,3 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові 0,5л/га – двічі | 735 | 735 | 740 | 736,7 |
| | | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Гумісол-плюс 01 зернові 0,5 л/га – двічі | 750 | 750 | 755 | 751,7 |
| | Physio Natur PKS 47 Bio (13- 15-19) | контроль | 740 | 750 | 750 | 746,7 |
| | | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) | 760 | 765 | 760 | 761,7 |
| | | Гумісол-плюс 01 зернові 0,5л/га – двічі | 760 | 755 | 765 | 760,0 |
| | | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Гумісол-плюс 01 зернові 0,5 л/га – двічі | 765 | 770 | 770 | 768,3 |

НІР₀₅, г/л: АВС – 5,95; А – 2,11; В – 2,11; С – 2,98; АВ – 2,98; АС – 4,21; ВС – 4,21

Додаток С–1

**Динаміка густоти стояння рослин спельти озимої залежно від сорту,
удобрення і позакореневого підживлення, шт./м²
(середнє за 2022–2024 рр.).**

| Удобрєння (Фактор В) | Позакорєневе підживлення (Фактор С) | Фази вегетації | | | | |
|---------------------------------------|--|--------------------|----------------------|-----------|----------------------|--------------------|
| | | весняне кущення | вихід в трубку | колосіння | молочна стиглість | повна стиглість |
| сорт Зоря України (Фактор А) | | | | | | |
| Без добрив | контроль | 277,3 | 274,1 | 272,6 | 270,3 | 265,9 |
| | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) | 277,8 | 275,7 | 273,1 | 271,9 | 265,8 |
| | Гумісол-плюс 01 зернові 0,5л/га – двічі | 281,4 | 278,4 | 276,9 | 274,4 | 271,4 |
| | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Гумісол-плюс 01 зернові 0,5 л/га – двічі | 281,2 | 279,5 | 274,3 | 272,7 | 270,2 |
| Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль | 278,4 | 276,7 | 271,5 | 269,2 | 265,9 |
| | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) | 278,6 | 275,5 | 271,1 | 268,6 | 265,9 |
| | Гумісол-плюс 01 зернові 0,5л/га – двічі | 282,1 | 277,6 | 272,0 | 269,7 | 267,9 |
| | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Гумісол- плюс 01 зернові 0,5 л/га – двічі | 276,6 | 274,1 | 273,4 | 266,2 | 262,1 |
| сорт Аттергауєр Дінкель (Фактор А) | | | | | | |
| Без добрив | контроль | 278,8 | 272,2 | 270,3 | 265,7 | 263,5 |
| | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) | 268,5 | 264,7 | 261,6 | 258,1 | 256,9 |
| | Гумісол-плюс 01 зернові 0,5л/га – двічі | 268,0 | 260,6 | 258,7 | 256,3 | 253,5 |
| | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Гумісол- плюс 01 зернові 0,5 л/га – двічі | 242,5 | 239,1 | 236,6 | 230,0 | 228,5 |
| Physio Natur PKS 47 Bio (13-15-19) | контроль | 273,0 | 269,9 | 264,8 | 259,5 | 256,3 |
| | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) | 264,0 | 258,3 | 251,1 | 246,3 | 244,8 |
| | Гумісол-плюс 01 зернові 0,5л/га – двічі | 259,2 | 247,7 | 240,2 | 237,5 | 232,0 |
| | Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Гумісол- плюс 01 зернові 0,5 л/га – двічі | 251,3 | 240,1 | 238,9 | 228,4 | 224,5 |

Додаток Т–1

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

1. Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Карпишин О.В., Мойсієнко В.В. Листкова діагностика для оптимізації живлення рослин спельти озимої в умовах Полісся. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 11. С. 143–151. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.15>
2. Карпишин О.В., Мойсієнко В.В. Ріст і розвиток рослин спельти озимої залежно від елементів органічної технології вирощування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2025. Вип. 77 (1). С. 77–90. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2025-\(77\)-1-7](https://doi.org/10.32636/01308521.2025-(77)-1-7)
3. Карпишин О.В., Мойсієнко В.В. Урожайність і якість зерна спельти озимої за органічного вирощування в умовах Полісся. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2025. Випуск 1 (15). С. 72–81. DOI: <https://doi.org/10.54651/agri.2025.01.09>
4. Мойсієнко В.В., Карпишин О.В. Оптимізація елементів органічної технології вирощування спельти в умовах Полісся. *Вісник аграрної науки*. 2025. 103 № 3. С. 35–44. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202503-04>

2. Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. Карпишин О. В., Мойсієнко В. В. Урожайність спельти за використання гумінових препаратів в умовах Полісся. *Інноваційні технології у рослинництві: проблеми та їх вирішення* : зб. праць учасників III Міжнар. наук.-практ. конференції, присвяч. 100-річчю агрономічного

- факультету Поліського нац. ун-ту. (2–3 червня 2022 р.). Житомир : Поліський національний університет. С. 80–85.
6. Карпишин О. В., Мойсієнко В. В. Продуктивність пшениці спельти за позакореневого підживлення гуміновими препаратами. *Корми і кормовий білок* : матеріали XIV Міжнар. наук. конференції (12 жовтня 2022 р.) / Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця, 2022. С. 80–83.
 7. Карпишин О. В. Структурний аналіз рослин сортів спельти озимої за органічної технології вирощування. *Інноваційні технології в рослинництві і землеробстві* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конференції (03–04 квітня 2025 р.). Житомир : Поліський національний університет. С. 151–155.
 8. Карпишин О. В., Мойсієнко В. В. Економічна оцінка спельти озимої за органічного вирощування на Поліссі. *Органічне виробництво і продовольча безпека* : зб. праць учасників XII Міжнар. наук.-практ. конференції (15–16 травня 2025 року). Житомир : Поліський національний університет, 2025. С. 88–91.

Додаток Н–1

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

Матеріали та основні положення дисертації оприлюднено і обговорено на щорічних засіданнях випускової кафедри технологій у рослинництві, НДІ агротехнологій та землеустрою (2021–2025 рр.). Результати досліджень отримали схвалення та визнання на науково-практичних конференціях:

- III Міжнародна наук.-практ. конференція, присвячена 100-річчю агрономічного факультету Поліського університету. Житомир: Поліський національний університет (2–3 червня 2022 р.);
- XIV Міжнародна наукова конференція «*Корми і кормовий білок*» (12 жовтня 2022 року). Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця. 2022;
- Міжнародна наук.-практ. конференція Поліського національного університету. *Інноваційні технології в рослинництві і землеробстві*. Житомир: Поліський національний університет (03–04 квітня 2025 р.);
- XII Міжнародна науково-практична конференція *Органічне виробництво і продовольча безпека* (15–16 травня 2025 року). Житомир: Поліський національний університет.