

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

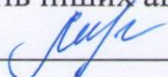
УДК 633.11"321": 631.5 (292.485) (1-15) (477)

СІКОРА Анастасія Геннадіївна

ДИСЕРТАЦІЯ

ОБГРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
ПШЕНИЦІ ЯРОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису, що подається на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія

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

Науковий керівник

КЛИМИШЕНА Ріта Іванівна

кандидат сільськогосподарських наук,

доцент кафедри рослинництва, селекції та насінництва

м. Кам'янець-Подільський, 2026

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ		4
ВСТУП		15
РОЗДІЛ 1	ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ (Огляд літератури)	20
	1.1. Мінеральні добрива в технології вирощування пшениці ярої	20
	1.2. Роль сорту в підвищенні врожайності пшениці ярої	29
	1.3. Вплив умов за різних строків сівби на продуктивність пшениці ярої	35
	Висновки до розділу 1	39
РОЗДІЛ 2	УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	41
	2.1. Характеристика ґрунтових умов	41
	2.2. Метеорологічні умови	43
	2.3. Методика проведення досліджень	48
	Висновки до розділу 2	53
РОЗДІЛ 3	ФОРМУВАННЯ ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ	54
	3.1. Польова схожість насіння пшениці ярої	54
	3.2. Загальне виживання рослин пшениці ярої	56
	3.3. Фенофази росту та розвитку рослин пшениці ярої	60
	3.4. Густина продуктивного стеблостою пшениці ярої	66
	3.5. Формування площі листкової поверхні рослин пшениці ярої	75
	Висновки до розділу 3	81
РОЗДІЛ 4	УРОЖАЙНІСТЬ ТА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ЗА СТРУКТУРНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ	85
	4.1. Урожайність зерна пшениці ярої	85
	4.2. Продуктивність колоса за показником кількості зерен пшениці ярої	90

	4.3. Продуктивність колоса за показником маси зернівки пшениці ярої	95
	Висновки до розділу 4	100
РОЗДІЛ 5	ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ	102
	5.1. Натура зерна пшениці ярої	102
	5.2. Вміст білка в зерні пшениці ярої	111
	5.3. Вміст клейковини в зерні пшениці ярої	117
	5.4. Системний аналіз взаємозв'язків між показниками якості та урожайністю зерна пшениці ярої	128
	Висновки до розділу 5	131
РОЗДІЛ 6	ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ	133
	6.1. Економічний аналіз вирощування пшениці ярої	133
	6.2. Енергетичний аналіз вирощування пшениці ярої	136
	Висновки до розділу 6	139
	ВИСНОВКИ	141
	РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	145
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	146
	ДОДАТКИ	164

АНОТАЦІЯ

Сікора А.Г. Обґрунтування елементів технології вирощування пшениці ярої в умовах Лісостепу Західного. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія» – Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», Кам'янець-Подільський, 2026.

Актуальність теми дослідження полягає в тому, що в умовах Лісостепу Західного спостерігається нестабільність погодних умов, зокрема коливання температур та нерівномірний розподіл опадів у весняно-літній період, що суттєво впливає на формування посівів пшениці ярої. У таких умовах особливого значення набуває оптимізація елементів технології вирощування, зокрема строків сівби та норм мінерального живлення. Важливим є дослідження впливу абіотичних умов середовища та мінеральних добрив на ріст, розвиток, формування врожайності та якості зерна. При вирощуванні пшениці ярої дотримання науково-обґрунтованих строків сівби сприятиме кращій реалізації потенціалу продуктивності культури та забезпечуватиме формування високого рівня врожайності. Норми мінеральних добрив також відіграють значну роль у підвищенні ефективності використання поживних речовин, що сприяє формуванню високої врожайності та покращенню якості продукції. Таким чином, обґрунтування оптимальних строків сівби та норм мінеральних добрив для пшениці ярої є важливим як з наукової, так і з практичної точки зору, оскільки спрямоване на підвищення стабільності врожайності, економічної ефективності та адаптації технології вирощування до змін клімату.

Метою досліджень було встановити ефективність в управлінні процесами формування агрофітоценозу, урожайності та якості зерна сортів пшениці ярої залежно від впливу технологічних та абіотичних факторів навколишнього середовища.

Дослідження виконувались впродовж 2023-2025 років на дослідному полі Закладу вищої освіти «Подільський державний університет». Схемою досліджень передбачено проведення 2 дослідів, де вивчалася оцінка технологічних та абіотичних факторів при вирощуванні пшениці ярої двох сортів Сімкода

Миронівська та Елегія Миронівська. Фактор А – норми внесення мінеральних добрив: $N_0P_0K_0$ (контроль – без удобрення), $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$; фактор В – строки сівби: перший (в кінці першої – на початку другої декади березня); другий (в кінці другої – на початку третьої декади березня); третій (по завершенню третьої декади березня).

За результатами проведених досліджень встановлено залежність польової схожості насіння та загального виживання рослин сортів пшениці ярої від впливу внесення мінеральних добрив за різних строків сівби; доведено вплив норм мінеральних добрив за різних строків сівби на формування посівів сортів пшениці ярої; виявлено кращі строки сівби сортів пшениці ярої, норми застосування мінеральних добрив та їх вплив на формування урожаю та урожайність за структурними компонентами; досліджено вплив застосованих норм мінеральних добрив за різних строків сівби на технологічну та біохімічну якість зерна сортів пшениці ярої; обґрунтовано економічну та біоенергетичну ефективність вирощування пшениці ярої залежно від досліджуваних факторів.

В результаті проведених досліджень встановлено вплив експериментальних факторів на формування посівів пшениці ярої. Кількість рослин залежала від застосованих мінеральних добрив, але норми їх внесення до істотних змін не призводили. На варіантах удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ кількість рослин була статистично однаковою: у сорту Елегія Миронівська – 323; 321; 322 шт./м², а у сорту Сімкода Миронівська – 323; 322; 324 шт./м², відповідно. Щодо умов розвитку кількості рослин за різних строків сівби встановлено, що найбільші значення показника були отримані при першому строкові 324 шт./м² – у сорту Елегія Миронівська та 326 шт./м² – у сорту Сімкода Миронівська. Кількість продуктивних стебел на одиниці площі посіву на варіантах мінерального удобрення $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ суттєво збільшувалася і становила у сорту Елегія Миронівська – 357 < 420 < 474 < 534 шт./м², а у сорту Сімкода Миронівська – 384 < 451 < 508 < 572 шт./м², відповідно. Найбільші значення показника були отримані за першого строку сівби 502 шт./м² – у сорту Елегія Миронівська та 546 шт./м² – у сорту Сімкода Миронівська. Коефіцієнт

продуктивного кушення на варіантах мінерального удобрення $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ істотно зростав і становив у сорту Елегія Миронівська – $1,19 < 1,30 < 1,47 < 1,65$, а у сорту Сімкода Миронівська – $1,27 < 1,40 < 1,58 < 1,76$, відповідно. Найвищі параметри показника були отримані за першого строку сівби у сорту Елегія Миронівська – 1,54, а у сорту Сімкода Миронівська – 1,67.

Встановлено вплив експериментальних факторів на формування урожаю за структурними елементами та урожайність зерна пшениці ярої. Рівень урожайності зерна залежав від норм внесення мінеральних добрив $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$, де значення відповідно становили у сорту Елегія Миронівська – $4,19 < 4,91 < 5,39 < 5,70$ т/га, а у сорту Сімкода Миронівська – $4,53 < 5,30 < 5,80 < 6,14$ т/га. Щодо абіотичних умов за різних строків сівби встановлено, що найвища урожайність були отримана при першому строку у сорту Елегія Миронівська – 5,58 т/га, а у сорту Сімкода Миронівська – 6,02 т/га. Продуктивність колоса за кількістю зерен на варіантах мінерального удобрення $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ суттєво зменшувалася і становила у сорту Елегія Миронівська – від 29,51 до 27,46 шт., а у сорту Сімкода Миронівська – від 28,99 до 26,95 шт. Озерненість колоса при зміщенні строків сівби в сторону пізніших істотно збільшувалася: у сорту Елегія Миронівська – від 28,07 до 29,20 шт., а у сорту Сімкода Миронівська – від 27,61 до 28,66 шт. Продуктивність колоса за масою зернівки на варіантах мінерального удобрення $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ суттєво зменшувалася і становила у сорту Елегія Миронівська – від 42,60 до 40,28 мг, а у сорту Сімкода Миронівська – від 43,13 до 40,94 мг. Маса зернівки колоса при зміщенні строків сівби в сторону пізніших істотно збільшувалася: у сорту Елегія Миронівська – від 41,02 до 42,24 мг, а у сорту Сімкода Миронівська – від 41,68 до 42,76 мг.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлено залежність кількості зерен в колосі від кількості продуктивних стебел $r=-0,963$ (сорт Елегія Миронівська) та $r=-0,960$ (сорт Сімкода Миронівська), а також залежність маси зернівки в колосі від кількості продуктивних стебел $r=-0,968$ (сорт Елегія Миронівська) та $r=-0,965$ (сорт Сімкода Миронівська).

За результатами проведених досліджень встановлено вплив експериментальних факторів на технологічну та біохімічну якість зерна пшениці ярої. Натура зерна на варіантах мінерального удобрення $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ суттєво зменшувалася і становила у сорту Елегія Миронівська – $763,6 > 758,2 > 751,6 > 742,4$ г/л, а у сорту Сімкода Миронівська – $769,9 > 764,8 > 758,8 > 750,4$ г/л. Технологічна якість зерна за показником натури при зміщенні строків сівби в сторону пізніших істотно збільшувалася: у сорту Елегія Миронівська – від 748,6 до 758,5 г/л, а у сорту Сімкода Миронівська – від 756,6 до 764,8 г/л. Вміст білка в зерні на варіантах мінерального удобрення $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ суттєво збільшувався: у сорту Елегія Миронівська – $11,8 < 13,1 < 14,1 < 14,5\%$, а у сорту Сімкода Миронівська – $12,2 < 13,6 < 14,5 < 15,1\%$, відповідно. Біохімічна якість зерна за показником вмісту білка при зміщенні строків сівби в сторону пізніших ставала істотно більшою: у сорту Елегія Миронівська – від 12,9 до 13,8%, а у сорту Сімкода Миронівська – від 13,3 до 14,3%, відповідно. Вміст клейковини в зерні на варіантах мінерального удобрення $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ істотно підвищувався: у сорту Елегія Миронівська – $25,6 < 27,4 < 28,7 < 29,5\%$, а у сорту Сімкода Миронівська – $26,9 < 28,6 < 29,7 < 30,4\%$, відповідно. Біохімічна якість зерна за показником вмісту клейковини при зміщенні строків сівби в сторону пізніших ставала істотно більшою: у сорту Елегія Миронівська – від 26,8 до 28,6%, а у сорту Сімкода Миронівська – від 28,1 до 29,6%.

За результатами економічного аналізу встановлено, що рівень рентабельності при вирощуванні пшениці ярої залежить від норм застосування мінеральних добрив за різних строків сівби, які в сукупності суттєво впливають на рівень врожайності та собівартість отриманої продукції. Встановлено, що при збільшенні норм внесення мінеральних добрив рівень рентабельності поступово зменшується: від 127,6% на контрольному варіанті до 113,0%, 102,8% і 89,4% відповідно на варіантах удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$.

За результатами біоенергетичного аналізу встановлено, що при збільшенні норм внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ коефіцієнт

енергетичної ефективності технології вирощування пшениці ярої дещо зменшувався і становив відповідно 4,30; 3,85 та 3,48. З відтермінуванням строків сівби кількість акумульованої енергії за меншого рівня урожайності стає меншою, що призводить до зниження енергетичної ефективності технологічного процесу. У відповідності до норм внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ коефіцієнт енергетичної ефективності за третього строку сівби становив 3,80; 3,39 та 3,06.

Ключові слова: пшениця яра, строки сівби, мінеральні добрива, сорт, структура врожаю, кількість продуктивних стебел, кількість зерен, маса зернівки, урожайність зерна, натура зерна, вміст білка, вміст клейковини, економічний аналіз, біоенергетичний аналіз, рентабельність

ANNOTATION

Sikora A.H. Justification of the elements of spring wheat cultivation technology in the conditions of the Western Forest Steppe. – Qualification scientific work as a manuscript. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 201 «Agronomy» – Higher Educational Institution «Podillia State University», Kamianets-Podilskyi, 2026.

The relevance of the research topic lies in the fact that under the conditions of the Western Forest-Steppe, instability of weather conditions is observed, in particular temperature fluctuations and uneven distribution of precipitation during the spring–summer period, which significantly affects the formation of spring wheat crops. Under such conditions, optimization of the elements of cultivation technology, in particular sowing dates and rates of mineral nutrition, becomes especially important. It is essential to study the influence of abiotic environmental conditions and mineral fertilizers on growth, development, yield formation and grain quality. When cultivating spring wheat, adherence to scientifically substantiated sowing dates will contribute to better realization of the crop productivity potential and ensure a high level of yield formation. Mineral fertilizer rates also play a significant role in increasing the efficiency of nutrient use, which contributes to high yields and improved product quality. Thus, substantiating

optimal sowing dates and mineral fertilizer rates for spring wheat is important both scientifically and practically, as it is aimed at increasing yield stability, economic efficiency, and adaptation of cultivation technology to climate change.

The aim of the research was to determine the effectiveness of managing the processes of agro-phytocenosis formation, yield and grain quality of spring wheat varieties depending on the influence of technological and abiotic environmental factors.

The research was carried out during 2023–2025 at the experimental field of the Higher Educational Institution «Podillia State University». The experimental design included two trials, where technological and abiotic factors in the cultivation of spring wheat of two varieties, Simkoda Myronivska and Elegiia Myronivska, were studied. Factor A – rates of mineral fertilizers: $N_0P_0K_0$ (control – without fertilization), $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$; Factor B – sowing dates: the first (at the end of the first – beginning of the second decade of March); the second (at the end of the second – beginning of the third decade of March); the third (after the completion of the third decade of March).

According to the research results, the dependence of field germination and total plant survival of spring wheat varieties on the application of mineral fertilizers under different sowing dates was established; the influence of mineral fertilizer rates under different sowing dates on crop formation was proven; optimal sowing dates and fertilizer rates, as well as their impact on yield formation and productivity structure, were identified; the influence of applied mineral fertilizer rates under different sowing dates on technological and biochemical grain quality was studied; the economic and bioenergetic efficiency of spring wheat cultivation depending on the studied factors was substantiated.

As a result of the conducted research, the influence of experimental factors on the formation of spring wheat crops was established. The number of plants depended on the applied mineral fertilizers; however, their application rates did not lead to significant changes. In the fertilization variants $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$, the number of plants was statistically similar: in the variety Elegiia Myronivska – 323, 321, 322 plants/m², and in the variety Simkoda Myronivska – 323, 322, 324 plants/m², respectively. Regarding the development conditions of plant number under different sowing dates, it

was found that the highest values were obtained at the first sowing date: 324 plants/m² for Elegiia Myronivska and 326 plants/m² for Simkoda Myronivska. The number of productive stems per unit area under mineral fertilization variants N₀P₀K₀, N₃₀P₃₀K₃₀, N₆₀P₆₀K₆₀, N₉₀P₉₀K₉₀ significantly increased and amounted to 357 < 420 < 474 < 534 plants/m² for Elegiia Myronivska and 384 < 451 < 508 < 572 plants/m² for Simkoda Myronivska, respectively. The highest values were obtained at the first sowing date: 502 plants/m² for Elegiia Myronivska and 546 plants/m² for Simkoda Myronivska. The coefficient of productive tillering under mineral fertilization variants N₀P₀K₀, N₃₀P₃₀K₃₀, N₆₀P₆₀K₆₀, N₉₀P₉₀K₉₀ significantly increased and amounted to 1.19 < 1.30 < 1.47 < 1.65 for Elegiia Myronivska and 1.27 < 1.40 < 1.58 < 1.76 for Simkoda Myronivska, respectively. The highest values of this indicator were obtained at the first sowing date: 1.54 for Elegiia Myronivska and 1.67 for Simkoda Myronivska.

The influence of experimental factors on yield formation through structural elements and grain yield of spring wheat was established. The grain yield level depended on the rates of mineral fertilizer application N₀P₀K₀, N₃₀P₃₀K₃₀, N₆₀P₆₀K₆₀, N₉₀P₉₀K₉₀, with the following values: for the variety Elegiia Myronivska – 4.19 < 4.91 < 5.39 < 5.70 t/ha and for the variety Simkoda Myronivska – 4.53 < 5.30 < 5.80 < 6.14 t/ha. Regarding abiotic conditions under different sowing dates, it was found that the highest yield was obtained at the first sowing date: 5.58 t/ha for Elegiia Myronivska and 6.02 t/ha for Simkoda Myronivska.

Spike productivity in terms of grain number under mineral fertilization variants N₀P₀K₀, N₃₀P₃₀K₃₀, N₆₀P₆₀K₆₀, N₉₀P₉₀K₉₀ significantly decreased and amounted to 29.51 to 27.46 grains for Elegiia Myronivska and 28.99 to 26.95 grains for Simkoda Myronivska. Grain number per spike increased significantly with later sowing dates: from 28.07 to 29.20 grains for Elegiia Myronivska and from 27.61 to 28.66 grains for Simkoda Myronivska. Spike productivity in terms of grain weight under mineral fertilization variants also significantly decreased and amounted to 42.60 to 40.28 mg for Elegiia Myronivska and 43.13 to 40.94 mg for Simkoda Myronivska. Grain weight per spike increased significantly with later sowing dates: from 41.02 to 42.24 mg for Elegiia Myronivska and from 41.68 to 42.76 mg for Simkoda Myronivska.

According to the results of correlation and regression analysis, a strong negative relationship was established between the number of grains per spike and the number of productive stems ($r = -0.963$ for Elegiia Myronivska and $r = -0.960$ for Simkoda Myronivska), as well as between grain weight per spike and the number of productive stems ($r = -0.968$ for Elegiia Myronivska and $r = -0.965$ for Simkoda Myronivska).

The influence of experimental factors on the technological and biochemical quality of spring wheat grain was also established. Test weight under mineral fertilization variants $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ significantly decreased and amounted to $763.6 > 758.2 > 751.6 > 742.4$ g/L for Elegiia Myronivska and $769.9 > 764.8 > 758.8 > 750.4$ g/L for Simkoda Myronivska. At the same time, test weight increased significantly with later sowing dates: from 748.6 to 758.5 g/L for Elegiia Myronivska and from 756.6 to 764.8 g/L for Simkoda Myronivska. Protein content in grain under mineral fertilization variants $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ significantly increased: for Elegiia Myronivska – $11.8 < 13.1 < 14.1 < 14.5\%$, and for Simkoda Myronivska – $12.2 < 13.6 < 14.5 < 15.1\%$. Protein content also increased with later sowing dates: from 12.9 to 13.8% for Elegiia Myronivska and from 13.3 to 14.3% for Simkoda Myronivska. Gluten content in grain under mineral fertilization variants $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ significantly increased: for Elegiia Myronivska – $25.6 < 27.4 < 28.7 < 29.5\%$, and for Simkoda Myronivska – $26.9 < 28.6 < 29.7 < 30.4\%$. With later sowing dates, gluten content also increased: from 26.8 to 28.6% for Elegiia Myronivska and from 28.1 to 29.6% for Simkoda Myronivska.

According to the results of the economic analysis, it was established that the profitability level of spring wheat cultivation depends on the rates of mineral fertilizer application under different sowing dates, which together significantly affect yield level and production cost. It was found that with increasing fertilizer rates, profitability gradually decreases: from 127.6% in the control variant to 113.0%, 102.8%, and 89.4% under fertilization variants $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ and $N_{90}P_{90}K_{90}$, respectively.

The bioenergetic analysis showed that with increasing fertilizer rates ($N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$), the energy efficiency coefficient of the cultivation technology slightly decreased to 4.30, 3.85, and 3.48, respectively. With delayed sowing dates, the

amount of accumulated energy decreases due to lower yield levels, which leads to reduced energy efficiency of the technological process. Accordingly, under fertilizer rates $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ and $N_{90}P_{90}K_{90}$, the energy efficiency coefficient at the third sowing date was 3.80, 3.39, and 3.06, respectively.

Keywords: spring wheat, sowing dates, mineral fertilizers, variety, crop structure, number of productive stems, number of grains, grain weight, grain yield, test weight, protein content, gluten content, economic analysis, bioenergetic analysis, profitability

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Сікора А.Г. Формування площі листової поверхні пшениці ярої залежно від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби. *Аграрні інновації*. 2024. №26. С. 106-110. <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2024.26.15>

2. Сікора А.Г. Урожайність зерна пшениці ярої залежно від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби. *Аграрні інновації*. 2025. №33. С. 106-110. С. 246-249. <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2025.33.41>

3. Климишена Р.І., Сікора А.Г. Залежність вмісту білка в зерні пшениці ярої від впливу мінеральних добрив за різних строків сівби. *Таврійський науковий вісник*. 2025. Вип. 146, Ч.1. С. 108-113. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.1.12>

Праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

4. Сікора А. Агротехнологічні та біологічні чинники вирощування пшениці ярої в Західному Лісостепу. *Проблеми використання, збереження та відтворення ґрунтів в умовах сталого розвитку агросфери: Збірник тез Міжнародної наукової конференції “Soils, where food begins”, присвяченої всесвітньому дню ґрунтів*. 5 грудня 2022 р. Кам’янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2023. С. 195-197.

5. Сікора А. Перспективи екологізації аграрного виробництва на прикладі пшениці ярої. *Екологічні проблеми сучасності: зб. матеріалів V Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції*. 13 квітня 2023 р. Кам’янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2023. С. 163-166.

6. Сікора А.Г., Климишена Р.І. Біологічні основи росту і розвитку пшениці ярої. *Інноваційні технології в рослинництві: зб. матеріалів VI Всеукраїнської наукової інтернет-конференції*. 28 квітня 2023 р. Кам’янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2023. С. 164-166.

7. Сікора А.Г., Сторожук О., Климишена Р.І. Сорт, як біологічний фактор технології вирощування пшениці. *Інноваційні технології в рослинництві: матеріали VII Всеукраїнської наукової інтернет-конференції*. 25 квітня 2024 р. Кам’янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2024. С. 127-129.

8. Sikora A. Agrotechnological and biological factors of growing spring wheat in the conditions of the western forest steppe. *Konferencja naukowa «Zdrowie roślin w dobie aktualnych wyzwań»*. Polskie towarzystwo fitopatologiczne. Warszawa 24-26 września 2024. 253 s.

9. Сікора А.Г. Загальне виживання рослин пшениці ярої залежно від впливу технологічних та абіотичних факторів. *Інновації в агросекторі: наука і практика для сталого розвитку: матеріали науково-практичної конференції*. 11 листопада 2025 р. Снятин, 2025. С. 10-12.

10. Сікора А.Г., Климишена Р.І. Вплив норм мінеральних добрив і строків сівби на урожайність зерна пшениці ярої. *Інноваційні підходи ведення аграрного виробництва в умовах Євроінтеграції: збірник матеріалів I Міжнародної науково-практичної онлайн конференції*. 20-21 листопада 2025 р. Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2025. С. 212-213.

ВСТУП

Пшениці ярій належить важливе місце в структурі землеробства України. Вона є однією з основних зернових культур, яка забезпечує продовольчу безпеку нашої країни та створює сировинну базу для багатьох галузей промисловості – харчової, комбікормової, переробної тощо. Кліматичні умови в зоні Західного Лісостепу України характеризуються достатньою зволоженістю у весняний період, змінною температурою повітря та нестійкою тривалістю вегетаційного періоду. Все це в сукупності спричиняє до нестабільності рівня врожайності та значну варіабельність продуктивності пшениці ярої з року в рік, що негативно впливає на ефективну діяльність аграрних підприємств.

Однією з ключових проблем сучасного землеробства є зростання демографічного навантаження на земельні ресурси та одночасне зменшення площ під продуктивними культурами. За таких умов удосконалення технології вирощування пшениці ярої набуває першочергового значення як для науковців, так і для агротехнологів. Зміна кліматичних умов, часті коливання погодних показників, посушливі періоди в критичні фази розвитку рослин – усе це вимагає перегляду традиційних підходів до формування технологічних схем вирощування. Особливо актуальною є розробка адаптивних елементів технології, що забезпечують стабільний ріст і розвиток рослин, максимальну ефективність використання ресурсів ґрунту та води, а також високу конкурентоспроможність національної продукції на внутрішньому й зовнішньому ринках.

Лісостеп Західної України має специфічні ґрунтово-кліматичні умови, які впливають на потребу у глибокому науковому обґрунтуванні систем удобрення, сівозмін, обробітку ґрунту, норм висіву та захисту від бур'янів, шкідників і хвороб. Недостатня адаптація елементів технології до локальних умов часто призводить до неефективного використання ресурсів, зниження продуктивності рослин та економічних втрат для господарств. Таким чином, вивчення і впровадження оптимальних технологічних заходів є критично важливим для підвищення врожайності пшениці ярої за умов Лісостепу Західного.

Крім того, у контексті сталого розвитку аграрного сектору все більшої уваги потребує зменшення негативного впливу технологічних операцій на навколишнє середовище. Рациональне живлення рослин, мінімізація ерозійних процесів, оптимізація захисту посівів без надмірного використання хімічних засобів – це складові сучасної технології, що орієнтуються на екологічну безпеку та довгострокове збереження родючості ґрунтів. Розробка науково обґрунтованих рекомендацій щодо елементів технології вирощування пшениці ярої, адаптованих до конкретних природно-кліматичних умов Лісостепу Західного, дозволить підвищити продуктивність посівів, знизити ризики виробничих втрат та сприятиме економічній стабільності агропідприємств.

Таким чином, обрана тема є своєчасною і актуальною, має важливе наукове та практичне значення і спрямована на вирішення нагальних проблем сучасного землеробства. Проведенні дослідження в цьому напрямку сприятимуть вдосконаленню агротехнічних прийомів, підвищенню врожайності пшениці ярої та посиленню продовольчої безпеки в регіоні.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами. Дисертаційне дослідження виконувалося впродовж 2023–2025 рр., як складова частина тематичного плану кафедри рослинництва, селекції та насінництва Закладу вищої освіти «Подільський державний університет» (державний реєстраційний номер 0124U003079).

Мета та завдання досліджень. Метою досліджень було встановити ефективність в управлінні процесами формування агрофітоценозу, урожайності та якості зерна сортів пшениці ярої залежно від впливу технологічних та абіотичних факторів навколишнього середовища.

Досягнення мети дослідження зумовило необхідність вирішення наступних завдань:

- встановити залежність польової схожості насіння та загального виживання рослин сортів пшениці ярої від впливу мінерального живлення за різних строків сівби;
- виявити вплив норм мінеральних добрив за різних строків сівби на

формування посівів сортів пшениці ярої;

- виявити кращі строки сівби сортів пшениці ярої, норми застосування мінеральних добрив та їх вплив на формування урожаю та урожайність за структурними компонентами;

- дослідити залежність технологічної та біохімічної якості зерна сортів пшениці ярої від впливу застосованих норм мінеральних добрив за різних строків сівби;

- обґрунтувати економічну та енергетичну ефективність вирощування пшениці ярої залежно від досліджуваних факторів.

Об'єкт дослідження – пшениця яра, рослини, посіви, зерно вирощеного врожаю.

Предмет дослідження – норми мінеральних добрив, строки сівби, сорти пшениці ярої, структура урожайності зерна, продовольча якість зерна.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в науково-теоретичному обґрунтуванні окремих складових компонентів технології вирощування пшениці ярої в умовах Лісостепу західного.

Уперше:

- обґрунтовано оптимальні строки сівби, які забезпечують підвищення рівня врожайності та якості зерна сортів пшениці ярої;

- виявлено позитивний вплив застосованих мінеральних добрив на параметри агрофітоценозу сортів пшениці ярої, урожайність та якість зерна.

Удосконалено:

- за окремими складовими компонентами технологію вирощування пшениці ярої на зерно продовольчого використання.

Набула подальшого розвитку:

- технологія вирощування пшениці ярої в умовах Лісостепу західного шляхом обґрунтування оптимальних строків сівби та норм мінеральних добрив, що забезпечують підвищення урожайності й покращення показників якості зерна.

Практичне значення одержаних результатів. В умовах Західного Лісостепу України при вирощуванні пшениці ярої для забезпечення високого рівня

урожайності та належної якості зерна рекомендовано норми мінеральних добрив $N_{30-90}P_{30-90}K_{30-90}$. Забезпечувати вирощування сорту Сімкода Миронівська дотримуючись ранньо-весняних строків сівби: кінець першої, початок другої декади березня за норми висіву насіння – 4,0 млн шт./га.

Результати досліджень пройшли перевірку на виробництві та впроваджені на площі 45 га в ПП «МРІЯ-2010» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області, на площі 25 га в ВК «ІСКРА-2007» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області, на площі 30 га в ФГ «Беррі» Тернопільського району Тернопільської області та на площі 50 га в ТОВ «Буковинський сад» Дністровського району Чернівецької області.

Особистий внесок здобувача охоплює детальний аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури, присвяченої даній науковій і практичній проблематиці, визначення ключових завдань, проведення польових досліджень і лабораторних аналізів, узагальнення отриманих експериментальних даних, їх систематизацію та підготовку до публікації. Усі матеріали, представлені в дисертаційній роботі, були отримані здобувачем самостійно в процесі проведення наукових досліджень. На основі зібраного експериментального матеріалу підготовлено дисертаційну роботу, сформульовано висновки та рекомендації для практичного застосування, проведено впровадження у виробничий процес, а також опубліковано наукові праці.

Апробація результатів досліджень. Основні результати виконаних досліджень доповідалися на Міжнародній науковій конференції «Soils, where food begins», присвяченій всесвітньому дню ґрунтів «Проблеми використання, збереження та відтворення ґрунтів в умовах сталого розвитку агросфери» (м. Кам'янець-Подільський, 2022); V Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції «Екологічні проблеми сучасності» (м. Кам'янець-Подільський, 2023); VI Всеукраїнській науковій інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві» (м. Кам'янець-Подільський, 2023); VII Всеукраїнській науковій інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві» (м. Кам'янець-Подільський, 2024); konferencja naukowa «Zdrowie roślin w dobie

aktualnych wyzwań» (Warszawa, 2024); науково-практичній конференції «Інновації в агросекторі: наука і практика для сталого розвитку» (м. Снятин, 2025); I Міжнародній науково-практичній онлайн конференції «Інноваційні підходи ведення аграрного виробництва в умовах Євроінтеграції» (м. Кам'янець-Подільський, 2025), а також щорічно оприлюднювалися на звітних наукових конференціях аспірантів та здобувачів факультету агротехнологій та природокористування Закладу вищої освіти «Подільського державного університету» впродовж 2022-2026 рр.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 3 наукові статті у фахових виданнях та 7 тез доповідей за матеріалами науково-практичних конференцій.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота представлена на 145 сторінках, містить вступ, 6 розділів, 16 висновків, рекомендацій виробництву та 48 додатків. Робота містить 36 таблиць, ілюстрована 17 рисунками. Список використаних літературних джерел включає 164 найменування, з яких 49 латиницею.

РОЗДІЛ 1

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ

(Огляд літератури)

1.1. Мінеральні добрива в технології вирощування пшениці ярої

Пшениця яра (*Triticum aestivum* L.) належить до культур інтенсивного типу, у яких рівень урожайності та показники якості зерна істотно залежать від забезпечення рослин елементами живлення та можливості керування цим фактором через систему удобрення. Оптимізація мінерального живлення є одним із найбільш ефективних інструментів підвищення продуктивності, оскільки дозволяє цілеспрямовано впливати на формування листкового апарату, інтенсивність фотосинтезу, продуктивну кущистість, параметри колоса і процеси наливу зерна [1].

У практиці землеробства ключовими елементами, що визначають рівень продуктивності зернових культур є азот (N), фосфор (P) і калій (K). Вони належать до «основних елементів живлення», які використовуються рослинами у найбільших кількостях [2]. Для отримання стабільних урожаїв важливим є не лише внесення достатніх доз NPK, а й збалансованість їх співвідношення, оскільки дефіцит будь-якого одного елемента лімітує ефективність використання інших і знижує загальний результат удобрення (принцип лімітуючого фактора) [3].

Вчені В.В. Гамаюнова, В.Ф. Дворецький, Т.О. Касаткіна та Т.В. Глушко вважають, що застосування мінеральних добрив є важливим чинником оптимізації поживного режиму чорнозему південного при вирощуванні ярих зернових культур, зокрема пшениці ярої. За їхніми дослідженнями встановлено, що використання мінеральних добрив забезпечує підвищення вмісту рухомих форм азоту, фосфору та калію в ґрунті, що забезпечує кращі умови живлення рослин упродовж вегетації. Особливо важливе значення має азот, оскільки саме цей елемент найбільше впливає на формування продуктивності культури. Упродовж вегетаційного періоду вміст рухомих форм NPK у ґрунті зменшується внаслідок їх використання рослинами, однак за внесення мінеральних добрив їх рівень залишається значно

вищим порівняно з неудобреним контролем, що свідчить про ефективність застосування добрив для забезпечення рослин пшениці ярої елементами живлення [4].

У дослідженні С.І. Гриника встановлено, що застосування мінеральних добрив істотно підвищує продуктивність пшениці ярої та економічну ефективність її вирощування. За внесення мінеральних добрив у нормі $N_{80}P_{60}K_{80}$ урожайність культури залежно від способу обробітку ґрунту становила 4,61–4,92 т/га, що значно перевищувало контроль без добрив (2,70–2,85 т/га). При цьому умовно чистий дохід складав 9 449–11 437 грн/га, а рівень рентабельності досягав 59,4–73,2%. Найкращі економічні показники відзначено за поверхневого обробітку ґрунту, де врожайність становила 4,92 т/га, умовно чистий дохід – 11 437 грн/га, а рентабельність – 73,2%, що свідчить про високу ефективність застосування мінеральних добрив у технології вирощування пшениці ярої [5].

У контексті сучасної агрономії особливого значення набуває концепція ефективності використання азоту (Nitrogen Use Efficiency, NUE) – здатності агроценозу трансформувати внесений азот у врожай і білкові сполуки зерна при мінімальних втратах у довкілля [6]. Для пшениці це питання є критичним, оскільки азот безпосередньо пов'язаний із вмістом білка й клейковини, але одночасно є елементом із найвищими ризиками втрат (вимивання, денітрифікація, леткі втрати).

Азот – провідний елемент у системі удобрення пшениці ярої. Він входить до складу хлорофілу, амінокислот, білків і ферментів, впливає на інтенсивність фотосинтезу та ріст вегетативної маси, а також на формування генеративних органів [3]. Саме азот найбільш істотно змінює вміст білка і клейковини в зерні, що зумовлює класність пшениці та її технологічну цінність.

Експериментальні дані, наведені в роботі О.В. Бараболі, свідчать, що за внесення азоту на фоні фосфорно-калійного живлення істотно зростали не лише показники врожайності, а й якісні характеристики зерна: склоподібність, вміст білка, клейковини та число падіння [7]. Зокрема, автор відзначає, що зі збільшенням доз азоту (від N_{30} до N_{120}) підвищувалися показники якості зерна, а

оптимальні за врожайністю варіанти формувалися переважно за помірних доз азоту (приблизно до N_{60}), тоді як подальше збільшення доз не завжди давало пропорційний приріст урожаю [7].

Д.М. Шевніков вважає, що застосування мінеральних добрив відіграє важливу роль у регулюванні поживного режиму ґрунту за вирощування пшениці твердої ярої. За результатами досліджень встановлено, що внесення азотних добрив та повного мінерального удобрення сприяло підвищенню вмісту сумарного мінерального азоту в ґрунті на 30–45% порівняно з неудобреними ділянками, а при застосуванні N_{45} його кількість зростала на 57–64% відносно контролю. Внесення фосфорних і калійних добрив також підвищувало вміст рухомих фосфатів у ґрунті: з 11,8 мг/кг до 13,5 мг/кг за внесення $P_{45}K_{30}$ та 12,6–13,3 мг/кг за повного мінерального удобрення. Отже, використання мінеральних добрив сприяє покращенню забезпечення рослин елементами живлення та створює більш сприятливі умови для реалізації потенціалу продуктивності пшениці ярої [8].

У сучасних міжнародних дослідженнях підкреслюється, що підвищення норм азоту, як правило, збільшує загальний вміст зернового білка та змінює білковий склад, але ефект залежить від ґрунтових умов, клімату, сорту та строків/способів внесення. З огляду на це, важливим завданням є пошук оптимальної стратегії внесення азоту – не лише «скільки», а «коли» і «як» вносити.

Дослідження В.В. Плотнікова, О.О. Чернелівської, В.Г. Гильчука та В.О. Наконечного показали, що рівень мінерального живлення є одним із ключових факторів формування урожайності ярої пшениці. За інтенсивної технології вирощування із застосуванням норм $N_{60}P_{60}K_{60}$ та фоліарним підживленням сечовиною урожайність зерна становила 4,61–5,08 т/га, тоді як за екстенсивної технології без внесення добрив – лише 2,19 т/га. При цьому застосування мінеральних добрив сприяло підвищенню щільності продуктивного стеблостою до 559–569 шт./м² та збільшенню кількості зерен у колосі до 21–23 шт. В економічному аспекті інтенсивна технологія забезпечила прибуток 2750–3600 грн/га за рівня рентабельності 49–64%, що свідчить про високу ефективність застосування мінеральних добрив у технології вирощування пшениці ярої [9].

Практично значущим є підхід дробного внесення азоту, що дозволяє узгодити надходження елемента з критичними фазами потреби культури та підвищити ефективність використання азоту (NUE). Дані польових досліджень показують, що більш пізнє та роздільне внесення азоту може одночасно підвищувати урожайність і вміст білка, а також ефективність використання добрив порівняно з одноразовим внесенням [6]. В.В. Медведєв підкреслює ефективність підходу, коли фосфор і калій вносять переважно під основний обробіток, а азот – частково під основне внесення і частково підживленнями залежно від умов зволоження та типу ґрунту [10].

Водночас надлишкові дози азоту здатні викликати небажані наслідки: надмірний ріст вегетативної маси, підвищення ризику вилягання, порушення балансу між ростом і наливом зерна та зниження окремих фізичних показників (маса 1000 зерен, натура) за певних умов [7]. Це означає, що азотне удобрення повинно бути технологічно оптимізованим, а не максимально можливим.

Фосфор відіграє різноманітну роль у метаболізмі рослин: бере участь у процесах енергетичного обміну (АТФ), впливає на поділ клітин, розвиток кореневої системи та прискорення проходження фенологічних фаз [1, 2]. Для пшениці ярої особливо важливим є достатнє фосфорне живлення у ранні періоди онтогенезу, оскільки воно визначає здатність кореневої системи активно освоювати ґрунтовий профіль і забезпечувати рослину вологою та поживними речовинами у критичні фази.

Щодо управління живленням зернових культур підкреслюється, що фосфор зазвичай доцільно вносити переважно під основний обробіток або при сівбі, оскільки він характеризується низькою рухомістю в ґрунті, а ефективність найбільша при локалізації поблизу кореневої зони [10]. Загалом у системі удобрення фосфор нерідко виконує роль «стабілізатора» продуктивності, підвищуючи стійкість рослин до стресів та покращуючи умови наливу зерна за обмеженої вологи [3].

Калій є одним із ключових регуляторів водного режиму рослин, осмотичного тиску та роботи продихового апарату. Він активує ферментні системи, впливає на

транспортування асимілятів, підвищує стійкість рослин до посухи та низки абіотичних і біотичних стресів [1, 2]. Калійне живлення особливо важливе в умовах нестабільного зволоження, характерного для значної частини Лісостепу України, оскільки сприяє більш ефективному використанню вологи та підвищує стабільність продуктивності.

Експериментальні роботи демонструють, що оптимізація норм P і K може впливати не лише на урожайність, а й на показники засвоєння елементів та ефективність використання добрив у системі вирощування пшениці [11]. Це підтверджує практичну доцільність розглядати калій не як «додатковий» елемент, а як важливий компонент збалансованого живлення.

У дослідженнях О.Г. Сухомуда та В.В. Любича [12] встановлено, що урожайність і якість зерна пшениці ярої здебільшого залежать від умов мінерального удобрення. Автори зазначають, що культура проявляє вищу реакцію на застосування азотних добрив, ніж на фосфорно-калійні добрива. Найвищу ефективність забезпечує застосування азоту в дозі N_{60-90} на фоні варіанта $P_{60}K_{60}$, що сприяє істотному підвищенню врожайності зерна. Подальше використання більших норм азотних добрив не забезпечує суттєвого приросту врожайності. Встановлено також, що зерно пшениці ярої відзначається високим вмістом білка та скловидністю, які значною мірою залежать від погодних умов вегетаційного періоду. Зокрема, підвищена температура, низька вологість повітря та дефіцит ґрунтової вологи сприяють зростанню вмісту білка в зерні, а оптимізація азотного живлення дозволяє покращити показники якості зерна культури.

У сучасних підходах до удобрення пшениці ключовим є принцип: не максимізація одного елемента, а оптимізація балансу. J.L. Havlin, S.L. Tisdale, W.L. Nelson, J.D. Beaton наголошують про необхідність інтегрованого підходу, де дози NPK узгоджуються із запасами ґрунту, потребами культури, умовами зволоження та агротехнікою [1, 3]. Збалансоване живлення підвищує коефіцієнт використання внесених елементів, знижує ризики втрат і покращує економічну ефективність технології.

Практичний приклад взаємодії елементів живлення простежується у дослідженні О.В. Бараболі, де підвищення ефекту азоту реалізовувалось саме на фоні фосфорно-калійного живлення [7]. Це узгоджується з загальноновизнаною позицією: азот є найсильнішим фактором росту, але його дія максимально проявляється за відсутності дефіциту фосфору і калію.

Ефективність мінерального удобрення залежить не лише від доз, а й від строків та способів внесення. Для пшениці ярої, яка проходить фази розвитку у відносно стислий період, помилка у строках може значно знизити ефективність добрив.

З вирощування пшениці зазначено, що за класичної схеми фосфор і калій доцільно вносити під основне внесення, а азот – частково під основне внесення і частково у вигляді підживлень; на легких ґрунтах азот доцільно ділити на три внесення [10]. Такий підхід дозволяє синхронізувати надходження азоту з потребами рослин, зменшуючи ризик втрат.

Сучасні дослідження також демонструють, що розщеплене та відтерміноване внесення азотних добрив може підвищувати як урожайність, так і білковість зерна та ефективність використання азоту (NUE) [6]. Це має особливу практичну вагу в умовах, коли необхідно одночасно забезпечити і врожайність, і відповідність зерна вимогам показників якості.

Урожайність пшениці ярої формується через систему елементів структури врожаю: густина продуктивного стеблостою, кількість зернин у колосі, маса зерна з колоса, маса 1000 зерен та інші. Мінеральне живлення впливає на більшість із них, але характер впливу залежить від доз, співвідношення NPK та агротехнічних факторів.

За даними досліджень О.В. Бараболі, із підвищенням норм висіву зменшувались озерненість колоса, маса зерівки в колосі, а також маса 1000 зерен, при цьому максимальна врожайність формувалася за норм висіву 5–6 млн схожих насінин/га [7]. При цьому внесення азоту на фоні P і K підвищувало урожайність, але надмірні дози не завжди покращували параметри структурних елементів, що підтверджує необхідність до встановлення оптимізації [7].

У ширшому контексті, мінеральне живлення впливає на структуру врожаю таким чином:

- азот переважно підвищує продуктивну кущистість і потенціал озерненості колоса (через покращення розвитку вегетативної маси та фотосинтезу);
- фосфор підсилює розвиток кореневої системи і «стартовий» ріст, що опосередковано впливає на кількість продуктивних стебел;
- калій стабілізує водний режим і налив зерна, що може покращувати виповненість зерна та стійкість до стресів [1, 2, 10].

Для пшениці ярої показники якості зерна (насамперед білок і клейковина) є стратегічно важливими, оскільки визначають технологічні та харчові властивості. Мінеральне живлення, зокрема азот, є ключовим регулятором формування білково-клейковинного комплексу.

У роботі О.В. Бараболі встановлено, що зі зростанням доз азотного добрива збільшувались склоподібність зерна, вміст білка та клейковини, а норми висіву істотно не впливали на ці показники [5]. Також зазначено, що число падіння (як показник, пов'язаний із активністю амілаз і якістю клейковини) зростало зі збільшенням доз азоту [5]. Це підтверджує, що за достатнього забезпечення N можливе цілеспрямоване підвищення якості зерна.

А.Д. Гирка та І.О. Кулик [13] встановили, що рівень продуктивності пшениці ярої значною мірою залежить від режиму мінерального живлення. За результатами проведених досліджень у умовах Північного Степу України встановлено, що застосування мінеральних добрив сприяє покращенню росту і розвитку рослин, формуванню оптимальної густоти продуктивного стеблостою та підвищенню показників структури врожаю. Зокрема, внесення мінеральних добрив розрахунковою нормою 40 кг/га азоту, 20 кг/га фосфору та 20 кг/га калію діючої речовини забезпечувало істотне підвищення врожайності пшениці ярої порівняно з варіантом без удобрення. Автори зазначають, що оптимізація системи мінерального живлення є важливим елементом технології вирощування пшениці ярої, оскільки сприяє більш повній реалізації потенціалу продуктивності культури в умовах степової зони.

Міжнародні дослідження узгоджуються з цим висновком: підвищення норм азоту зазвичай збільшує загальний вміст білка зерна та змінює склад білкових фракцій. При цьому важливо, що не лише величина дози, але й стратегія внесення (строки, розподіл) істотно впливає на результат – зокрема, пізні/родільні внесення можуть підвищувати білковість без значного компромісу щодо урожайності [6].

Отже, для отримання зерна пшениці ярої з підвищеним вмістом білка та клейковини система удобрення має бути орієнтована не тільки на забезпечення врожайності, але й на формування якісних показників, що часто потребує точнішого налаштування азотного живлення [6].

Підвищення рівня інтенсифікації вирощування пшениці неминуче пов'язане із зростанням обсягів використання мінеральних добрив. Водночас сучасні вимоги сталого землеробства передбачають мінімізацію негативного впливу на довкілля та підвищення економічної віддачі кожної одиниці внесеного елемента.

З інтегрованого управління живленням підкреслюється необхідність узгодження внесення NPK із ґрунтовими запасами, технологією вирощування та екологічними ризиками, акцентуючи на тому, що неправильне застосування добрив може призводити до втрат поживних речовин і забруднення водойм [1, 3]. Для азоту ця проблема особливо актуальна, оскільки нітрати є мобільними в ґрунтовому розчині, а газоподібні втрати можливі за певних умов зволоження і температури [3].

Міжнародні огляди з питань ефективності використання азоту (NUE) зазначають, що поєднання агрономічних прийомів (раціональні дози, дробне внесення, точне землеробство, добір сортів з кращим засвоєнням азоту) дозволяє підвищити продуктивність та одночасно зменшити втрати азоту [14]. З практичної точки зору це означає, що оптимізація удобрення має враховувати не лише біологічну реакцію культури, але й економічний ефект (окупність добрив) та екологічні обмеження.

За результатами досліджень В.Ю. Судденка встановлено, що формування продуктивності пшениці ярої м'якої значною мірою залежить від системи удобрення та заходів захисту рослин. Оптимізація мінерального живлення сприяє

покращенню росту і розвитку рослин, підвищенню густоти продуктивного стеблостою, маси 1000 зерен та кількості зерен у колосі. Водночас застосування ефективної системи захисту рослин забезпечує зниження ураження посівів хворобами та пошкодження шкідниками, що позитивно впливає на формування елементів структури врожаю та загальний рівень продуктивності посівів пшениці ярої. Автор зазначає, що поєднання раціональної системи удобрення із заходами захисту рослин є важливою складовою сучасної технології вирощування культури, що сприяє стабільному формуванню елементів продуктивності та підвищенню врожайності пшениці ярої в агроценозах [15].

С.М. Каленська [16] вважає, що рівень урожайності пшениці ярої перебуває в тійсній залежності від оптимізації системи мінерального живлення. За результатами проведених досліджень встановлено, що для умов Південного Лісостепу при вирощуванні пшениці твердої ярої найкраще підходить норма мінеральних добрив із внесенням по 60 кг/га азоту, фосфору та калію з підживленням N_{30} у IV етапі органогенезу. За такого удобрення продуктивність у сорту Ізольда порівняно з контрольним варіантом підвищується в 2,5–2,9 раза, а у сорту Букурія – в 2,3–2,7 раза. При цьому наступне підвищення норм мінеральних добрив призводить до зниження врожайності обох сортів. Водночас встановлено, що в умовах Північного Лісостепу внесення норм мінеральних добрив під пшеницю яру м'яку сорту Колективна 3 забезпечує приріст урожайності залежно від особливостей агротехнології вирощування в середньому на 0,1–1,0 т/га. Зокрема, застосування норми по 30 кг/га азоту, фосфору та калію підвищує врожайність на 15–16% порівняно з контролем, а по 60 кг/га азоту, фосфору та калію забезпечує приріст в межах 4–15%, а по 90 кг/га азоту, фосфору та калію – лише на 2–7%. Це свідчить про доцільність застосування помірних норм мінеральних добрив для формування стабільної продуктивності пшениці ярої.

Аналіз літературних джерел засвідчує, що мінеральні добрива є одним із ключових факторів формування врожайності та якості зерна пшениці ярої. Азот виступає основним регулятором формування білково-клейковинного комплексу та показників склоподібності, проте його ефективність найбільшою мірою

реалізується за умов збалансованого фосфорно-калійного живлення [1, 7, 10]. Оптимальні схеми удобрення повинні поєднувати науково обґрунтовані дози NPK, раціональні строки та способи внесення (зокрема дробне внесення азоту) і врахування ґрунтово-кліматичних умов регіону [3, 6, 10]. Важливим сучасним напрямом є підвищення ефективності використання азоту (NUE) як основи економічної та екологічної результативності технологій вирощування [14].

1.2. Роль сорту в підвищенні врожайності пшениці ярої

У сучасній системі інтенсивно-адаптивного землеробства України пшениця м'яка яра (*Triticum aestivum* L.) розглядається не лише як страхова культура, а як повноцінний високопродуктивний елемент зернового клину, здатний забезпечувати стабільне виробництво продовольчого зерна в умовах зростаючої кліматичної нестабільності. Підвищення середньорічних температур, нерівномірність розподілу опадів, часті весняні посухи та літні гідротермічні стреси зумовлюють необхідність переходу від традиційних підходів до вирощування культури за адаптивних технологій, у яких ключову роль відіграє правильно підібраний сорт. Відповідно до положень адаптивного землеробства, саме сорт є тим біологічним елементом системи, що забезпечує узгодження природного потенціалу регіону з технологічними заходами виробництва [17].

Як свідчать дослідження Л.І. Уліча, В.М. Лисікової та В.В. Скиби важливу роль у підвищенні продуктивності пшениці ярої відіграють сортові особливості культури. Сучасні сорти пшениці ярої характеризуються різним біологічним потенціалом урожайності, рівнем адаптивності та реакцією на умови вирощування. За результатами досліджень встановлено, що нові зареєстровані та перспективні сорти мають високий потенціал продуктивності, який може становити 6–8 т/га, однак його реалізація значною мірою залежить від рівня агротехнології та екологічних умов вирощування. Автори підкреслюють, що сорти відрізняються за типом інтенсивності (високоінтенсивні, інтенсивні та напівінтенсивні), що обумовлює їх різну реакцію на агрофон, попередники та ресурсне забезпечення господарств. Важливою характеристикою сортів є їх адаптивність та стійкість до

несприятливих факторів середовища, зокрема посухи та хвороб, що безпосередньо впливає на формування врожайності. Отже, правильний добір сортів з урахуванням їх біологічних особливостей, адаптивності та вимог до умов вирощування є одним із ключових факторів підвищення продуктивності пшениці ярої у виробництві [18].

Сорт у сучасному агрономічному трактуванні – це не лише морфологічно відмінна форма рослини, а складний генетично зумовлений комплекс господарсько-цінних ознак, що визначають рівень продуктивності, екологічну пластичність, реакцію на агрофон, стійкість до хвороб і шкідників та технологічні показники якості зерна. На відміну від факторів, які потребують додаткових матеріальних і енергетичних витрат, генетичний потенціал сорту реалізується постійно й формує основу технологічної схеми вирощування. Академік В.В. Моргун підкреслює, що селекція є найефективнішим і найдешевшим способом підвищення врожайності, а внесок сорту у формування врожаю сучасної пшениці становить від 25 до 50% залежно від умов вирощування [19]. Таким чином, сорт виступає базовим біологічним фундаментом, на якому вибудовується вся система агротехнічних заходів.

Як показують дослідження вчених Л.В. Іванцової та М.В. Федоренко, важливу роль у підвищенні продуктивності пшениці ярої відіграють сортові особливості культури. Урожайність пшениці формується в результаті складної взаємодії генотипу рослин та умов зовнішнього середовища, тому потенціал сорту значною мірою визначає рівень реалізації продуктивності. Дослідники встановили, що генотип рослин обумовлює не лише потенційний рівень урожайності, а й здатність культури адаптуватися до змінних погодних умов, забезпечуючи стабільність формування врожаю. Особливої уваги набуває добір сортів, які поєднують високу екологічну пластичність та стабільність, що дозволяє ефективно реалізувати генетичний потенціал продуктивності за різних умов вирощування. За результатами досліджень виділено сорти, які характеризуються високими показниками врожайності та адаптивності, що підтверджує важливість використання сучасних високопродуктивних сортів як одного з найбільш доступних та ефективних шляхів підвищення продуктивності пшениці ярої [20].

Біологічні особливості пшениці м'якої ярої визначають її високу чутливість до умов ранньовесняного періоду. Короткий період вегетації, інтенсивний початковий ріст і формування генеративних органів у стислі строки зумовлюють залежність культури від температурного та водного режиму в перші фази розвитку. За даними [21], саме у фазі кушіння закладається густина продуктивного стеблостою, а у фазі виходу в трубку формується потенційна кількість колосків і зерен у колосі. Генотипи, що характеризуються високою енергією проростання та швидким формуванням вторинної кореневої системи, мають перевагу в умовах весняних посух, оскільки здатні ефективніше використовувати запаси ґрунтової вологи.

Фізіолого-біохімічні процеси формування врожаю тісно пов'язані з інтенсивністю фотосинтезу та транспортом асимілятів. О.І. Зінченко зазначає, що за підвищення температури повітря в період наливу зерна понад оптимальні значення відбувається скорочення тривалості активного фотосинтезу, що негативно впливає на масу 1000 зерен і натуру [22]. Сорти з ефектом «stay-green» довше зберігають функціональність листкового апарату, забезпечуючи більш повноцінний налив зерна навіть за підвищених температур.

У дослідженнях С.О. Хоменка, В.Й. Солони та Т.В. Зваруна [23] зазначено, що селекція є одним із найважливіших факторів підвищення врожайності пшениці ярої та стабілізації виробництва зерна. Автори підкреслюють, що створення нових сортів, адаптованих до умов Лісостепу України, забезпечує підвищення продуктивності посівів, ефективніше використання природних ресурсів та стабільність урожаю за різних погодних умов. Встановлено, що сорт є біологічною основою технології вирощування, оскільки визначає рівень урожайності, стійкість рослин до хвороб і шкідників, а також здатність адаптуватися до кліматичних змін. Автори відзначають, що сучасні сорти пшениці ярої характеризуються високим генетичним потенціалом урожайності та високими показниками якості зерна, проте реалізація цього потенціалу значною мірою залежить від технології вирощування, погодних умов та рівня мінерального живлення.

Формування високої врожайності пшениці ярої визначається комплексом

структурних елементів: густотою продуктивного стеблостою, кількістю зерен у колосі, масою зерна з колоса та масою 1000 зерен. Сорт впливає на всі ці компоненти через генетично зумовлені механізми регуляції росту, фотосинтетичної активності та розподілу пластичних речовин. Інтенсивні генотипи характеризуються підвищеною здатністю формувати більшу кількість продуктивних пагонів за оптимальних умов живлення, тоді як напівінтенсивні сорти відзначаються більшою стабільністю за середнього агрофону.

В умовах Західного Лісостепу України вибір сорту має особливе значення через специфіку гідротермічного режиму регіону. Зона характеризується достатнім, але часто нерівномірним зволоженням, високою вологістю повітря в літній період та сприятливими умовами для розвитку грибкових хвороб. За даними [24], використання сортів із генетично зумовленою стійкістю до фузаріозу колоса, септоріозу листя та бурої іржі дозволяє істотно зменшити втрати врожаю та знизити потребу в фунгіцидному захисті.

У дослідженнях О.П. Герасимчука, К.В. Костецької та А.О. Чернеги [25] встановлено, що сортові особливості пшениці м'якої ярої істотно впливають на формування врожайності та показників якості зерна в умовах Лісостепу України. Автори відзначають, що найбільш вдало поєднують високу продуктивність і технологічні показники якості сорти Струна Миронівська та Панянка. Зокрема, сорт Струна Миронівська формував середню врожайність 5,19 т/га та характеризувався високими показниками маси 1000 зерен, натури зерна, склоподібності, вмісту білка та клейковини. Сорт Панянка, при врожайності 4,14 т/га, відзначався високими хлібопекарськими властивостями, зокрема значним загальним виходом борошна, високою якістю клейковини та значним об'ємним виходом хліба. Автори також встановили, що сорти Струна Миронівська та Панянка характеризуються високим числом падіння, що свідчить про їхню стійкість до проростання зерна на корені, а також мають добрі реологічні властивості тіста, що забезпечує високі хлібопекарські якості.

Архітектоніка рослин також є важливою складовою адаптивності. Сорти із середньорослою або короткостебловою формою та міцною соломиною мають

підвищену стійкість до вилягання, що особливо актуально за інтенсивного мінерального живлення та зливових опадів. Вилягання призводить до порушення фотосинтетичної активності, ускладнення збирання та зниження якості зерна, тому генетична стійкість до цього явища має значний економічний ефект.

Селекційна робота миронівської школи спрямована на створення сортів, що поєднують високу потенційну врожайність із комплексною стійкістю до біотичних і абіотичних факторів. За визначенням [19], сучасні селекційні програми базуються на інтеграції генів стійкості та кількісних ознак продуктивності, що забезпечує стабільність результатів у різних екологічних умовах.

Таким чином, вибір сорту пшениці м'якої ярої є визначальним чинником підвищення врожайності та стабільності зернового виробництва. Сорт виступає інтегруючим елементом технології, який поєднує природні ресурси регіону з агротехнічними заходами та забезпечує ефективну реалізацію генетичного потенціалу.

Реалізація генетичного потенціалу сорту пшениці м'якої ярої безпосередньо пов'язана з ефективністю засвоєння та перерозподілу елементів живлення впродовж онтогенезу. Генотипи інтенсивного типу характеризуються підвищеною здатністю трансформувати мінеральний азот у білкові сполуки зерна, що зумовлено активністю ферментів азотного обміну та ефективністю транспорту амінокислот у період наливу. Формування білково-клейковинного комплексу відбувається переважно у фазі молочно-воскової стиглості за встановленого інтенсивного синтезу запасних білків – гліадинів і глютенінів. Саме співвідношення цих фракцій визначає хлібопекарські властивості зерна. Сорти з високою генетичною здатністю до акумуляції білка формують зерно з підвищеним вмістом сирої клейковини навіть за варіабельних погодних умов, що має особливе значення для продовольчого використання.

Біохімічні процеси формування врожаю нерозривно пов'язані з інтенсивністю фотосинтезу та активністю дихання. У період колосіння та наливу зерна відбувається максимальна мобілізація асимілятів із листків і стебла до зернівки. Генотипи, що характеризуються підвищеною тривалістю

функціонування прапорцевого листка, забезпечують більш повноцінне накопичення сухої речовини у зерні. За даними [22], саме прапорцевий листок забезпечує до 40–50% асимілятів, що надходять до колоса в період наливу. Тому генетично зумовлена стійкість листового апарату до передчасного старіння є важливою селекційною ознакою.

В умовах Західного Лісостепу України особливого значення набуває стійкість сорту до гідротермічних коливань. Підвищена вологість повітря та часті опади у фазі колосіння сприяють розвитку фузаріозу колоса, який не лише знижує врожайність, а й погіршує якість зерна через можливе накопичення мікотоксинів. Використання генетично стійких сортів дозволяє мінімізувати ризики втрат і забезпечити стабільність продукції [24].

Реакція сорту на густоту посіву є важливою складовою формування продуктивності. Генотипи з високою потенційною кущистістю здатні компенсувати зниження густоти завдяки формуванню більшої кількості продуктивних пагонів. Натомість сорти зі слабшим кущінням потребують вищої норми висіву для досягнення оптимальної густоти стеблостою. Оптимізація густоти дозволяє зменшити внутрішньовидову конкуренцію за світло, воду й поживні речовини та забезпечити рівномірний розвиток рослин.

Умови за різних строків сівби також взаємодіють із сортовими особливостями. Ранні строки сприяють повнішій реалізації потенціалу кущіння та формуванню розвиненої кореневої системи. Інтенсивні сорти більш вимогливі до ранньої сівби, оскільки саме у початковий період закладаються основні елементи структури урожайності. Напівінтенсивні генотипи відзначаються більшою толерантністю до зміщення строків, що забезпечує їх стабільність у виробничих умовах.

Особливості реакції сорту на мінеральне живлення визначають рівень реалізації генетичного потенціалу. Інтенсивні сорти за високого агрофону формують більшу кількість продуктивних стебел і підвищену озерненість колоса. За оптимального азотного живлення збільшується вміст білка й клейковини, що покращує продовольчі показники зерна. Напівінтенсивні сорти демонструють

стабільні результати за середнього рівня забезпеченості елементами живлення, що робить їх доцільними для господарств із помірним рівнем інтенсифікації.

Селекційна стратегія сучасного етапу передбачає поєднання високої врожайності з комплексною стійкістю до абіотичних і біотичних стресів. Як зазначає [19], інтеграція генів стійкості до хвороб із ознаками високої продуктивності дозволяє формувати сорти нового покоління, здатні забезпечувати стабільний урожай у різних екологічних умовах.

У контексті кліматичних змін особливої актуальності набуває селекція на посухостійкість та жаростійкість. Підвищення температури у фазі наливу зерна може призводити до скорочення періоду активного фотосинтезу та зниження маси 1000 зерен. Генотипи з підвищеною здатністю до осмотичної адаптації та ефективної регуляції транспірації демонструють кращу стабільність продуктивності за стресових умов. Саме тому селекція на адаптивність є стратегічним напрямом розвитку зерновиробництва.

Таким чином, вибір сорту пшениці м'якої ярої є ключовим елементом системи підвищення врожайності. Сорт визначає потенціал формування структурних елементів урожаю, якість зерна, стійкість до стресових факторів і ефективність використання ресурсів. Умови Західного Лісостепу України вимагають добору генотипів із високою екологічною пластичністю, стійкістю до хвороб і здатністю формувати зерно з підвищеним вмістом білка. Комплексний підхід до добору сортового складу у поєднанні з оптимальною агротехнікою забезпечує стабільне підвищення врожайності та економічну ефективність зернового виробництва.

1.3. Вплив умов за різних строків сівби на продуктивність пшениці ярої

Як свідчать численні наукові дослідження [26], виконані в Україні та за її межами, лише за дотримання оптимальних строків сівби рослини пшениці ярої здатні максимально реалізувати потенціал агротехнологічних заходів, що забезпечує їх повноцінний ріст і розвиток та формування найвищого рівня врожайності. Протягом багатьох десятиліть строки посіву пшениці ярої в

Лісостеповій зоні спричиняють значний інтерес, а іноді й розбіжності в думках серед наукових та агрономічних спеціалістів. На сьогоднішній час існує два різних підходи до визначення оптимального строку висіву. Деякі фахівці вважають, що пшеницю яру слід висівати лише в ранні терміни – після того, як ґрунт досягне фізичної стиглості. Інші дослідники обґрунтовують доцільність дещо пізнішої сівби в окремих регіонах, зокрема на Поліссі, що пояснюється можливістю очищення площі від ранніх ярих бур'янів та кращим використанням ґрунтового азоту внаслідок активізації процесів нітрифікації [27].

Безперечно, умови за різних строків сівби істотно впливають на ріст і розвиток рослин, проходження фенологічних фаз та реалізацію генетичного потенціалу сорту. За даними [28], ранні строки сівби забезпечують вищий коефіцієнт реалізації потенційної продуктивності сорту порівняно з пізнішими. Це сприяє підвищенню врожайності, покращенню вирівняності зерна та збільшенню вмісту білка, що підтверджується також на практиці [29].

Формування повноцінного агроценозу є результатом поєднання оптимальної норми висіву та раціонально визначених строків сівби [30]. Водночас подальший ріст і розвиток рослин значною мірою визначаються тим, у яких гідротермічних умовах проходять фенофази кушення, вихід в трубку, а також колосіння і налив зерна.

О.В. Князюк вважає, що строки сівби та норма висіву істотно впливають на польову схожість і збереженість рослин пшениці ярої. За результатами досліджень встановлено, що дещо вища польова схожість насіння спостерігалася за пізніших строків сівби (10–20 квітня), що пояснюється сприятливішим температурним режимом для проростання насіння. Водночас найкраща збереженість рослин відмічена за ранніх строків сівби (1–5 квітня) та норми висіву 200 нас./м², тоді як збільшення норми висіву до 250–300 нас./м² призводило до її зниження через посилення конкуренції між рослинами та підвищення ураження посівів хворобами [31].

Дослідження, проведені в умовах Правобережного Лісостепу України, засвідчили, що ранні строки сівби (перша декада квітня) забезпечують формування

більшої кількості продуктивних стебел і підвищення врожайності порівняно з пізнішими строками [32]. Зміщення строку сівби навіть на 5–7 діб може призвести до зниження врожайності на 0,3–0,6 т/га.

У дослідженнях, проведених у Західному Лісостепу, встановлено, що ранні строки сівби сприяють збільшенню довжини колоса, кількості зерен у колосі та маси 1000 зерен, тоді як пізні строки знижують показники якості зерна [33].

Зарубіжні дослідження підтверджують універсальність встановлених закономірностей. У Канаді доведено, що ранні строки сівби дозволяють максимально використати запаси ґрунтової вологи та уникнути теплового стресу під час наливу зерна [34]. У Фінляндії встановлено, що затримка сівби на кожен тиждень може знижувати врожайність на 3–5% через скорочення періоду наливу зерна та зменшення маси зернівки [35].

Фізіолого-біохімічні механізми впливу строків сівби пов'язані з формуванням листової поверхні та фотосинтетичного потенціалу. За ранньої сівби формується більший листовий індекс, що забезпечує ефективніше використання фотосинтетично активної радіації [36]. Подовжений період функціонування листового апарату сприяє накопиченню більшої кількості сухої речовини до фази колосіння.

Важливу роль відіграє водний режим. Пшениця яра за вегетаційний період споживає 2500–4000 м³ води на 1 га [37]. Ранні строки сівби дозволяють використати зимово-весняні запаси вологи та забезпечити оптимальні умови для кушення. За пізньої сівби критичні фази розвитку часто припадають на період дефіциту вологи, що обмежує формування генеративних органів.

Дослідження [38] показали, що ранні строки сівби сприяють кращому засвоєнню азоту та його накопиченню в надземній масі, що позитивно впливає на білковість зерна. Підвищення температури під час наливу зерна за пізніх строків сівби прискорює дихальні процеси та скорочує тривалість синтезу крохмалю, що знижує масу 1000 зерен.

Вплив температурного режиму та зволоження залежно від строків сівби на формування врожаю підтверджено також у роботі [39], де встановлено підвищення

коефіцієнта продуктивного кушення за ранніх строків сівби на 12–18%.

В умовах змін клімату строки сівби розглядаються як адаптивний інструмент мінімізації ризиків [40]. Для України проблема набуває особливої актуальності у зв'язку з тенденціями зміни гідротермічного режиму, що відзначено у праці [41].

У своїх дослідженнях Л.Д. Карпенко [42] встановила, що формування структури врожаю пшениці ярої значною мірою залежить від термінів сівби, зокрема строків сівби, норми висіву, глибини загортання, ваговитості насіння, а також від сортових особливостей. Встановлено, що оптимальні значення структурних елементів врожаю (густота стеблестою, продуктивне кушення рослин, маса 1000 зерен, озерненість колоса) формуються за ранніх строків сівби та оптимальних норм висіву. Найвищу урожайність у сортів пшениці ярої отримано за норм висіву 5,0-6,0 млн. схожих насінин на гектар. Доведено, що збільшення норми висіву та запізнення із сівбою призводить до зниження урожайності культури. При цьому найбільший вплив на формування врожайності має норма висіву насіння (46,4%), дещо менший – строки сівби (25,3%) та сортові особливості (10,6%). Оптимізація цих технологічних елементів сприяє формування врожайності зерна пшениці ярої 3,0–4,0 т/га з вмістом білка в зерні 13,1–14,0%.

Вчені Л.В. Вишневська, А.А. Сичкар, С.В. Рогальський та В.С. Кравченко [43] зазначають, що одним із визначальних факторів формування врожайності пшениці м'якої ярої в умовах південної частини Лісостепу України є строки сівби. Вони встановили, що врожайність культури значною мірою залежить саме від своєчасності проведення сівби, оскільки цей фактор визначає умови росту й розвитку рослин упродовж вегетаційного періоду. Встановлено також, що середньостиглий сорт формує дещо вищу врожайність порівняно з ранньостиглим: середня за три роки досліджень врожайність сорту Вітка коливалася від 4,00 т/га до 4,53 т/га, а у сорту Колективна – від 4,08 т/га до 4,94 т/га. На основі отриманих результатів автори дійшли висновку, що в умовах південної частини Лісостепу України оптимальною є сівба пшениці ярої після попередника соя на початку першої декади квітня, що забезпечує формування більш високого рівня врожайності культури [44]. За пізніших строків сівби спостерігалось зниження

польової схожості, густоти продуктивного стеблостою, врожайності та показників якості зерна (маси 1000 зерен, натури зерна), що негативно впливало на продуктивність посівів ярої пшениці [43].

Таким чином, строки сівби пшениці ярої визначають формування фотосинтетичного потенціалу, інтенсивність кушення, ефективність використання води та азоту, тривалість наливу зерна, масу 1000 зерен, вміст білка та загальну врожайність культури. Оптимізація строків сівби повинна базуватися на врахуванні фізичної стиглості ґрунту, температурного режиму, запасів продуктивної вологи, сортових особливостей та прогнозованих погодних умов. Саме комплексний підхід до визначення строків сівби забезпечує максимальну реалізацію біологічного потенціалу сучасних сортів пшениці ярої в умовах Лісостепу України.

Висновки до розділу 1.

1. Застосування мінеральних добрив є одним із ключових чинників формування врожайності пшениці ярої та ефективності її вирощування. Оптимізація норм і співвідношення елементів живлення забезпечує підвищення продуктивності посівів і поліпшення якісних показників зерна.

2. Сорт є одним із визначальних чинників формування врожайності пшениці ярої та її адаптивності до умов вирощування. Правильний добір сорту забезпечує реалізацію генетичного потенціалу культури й підвищення стабільності та якості врожаю.

3. Строки сівби є одним із ключових абіотичних факторів, які визначають ріст, розвиток і врожайність пшениці ярої. Дотримання оптимальних строків сівби сприяє кращому використанню ґрунтово-кліматичних ресурсів і формуванню високопродуктивних посівів.

Опубліковані праці за розділом 1

1. Сікора А. Агротехнологічні та біологічні чинники вирощування пшениці ярої в Західному Лісостепу. *Проблеми використання, збереження та відтворення ґрунтів в умовах сталого розвитку агросфери: Збірник тез Міжнародної наукової конференції “Soils, where food begins”, присвяченої всесвітньому дню ґрунтів (5 грудня 2022 року, м. Кам’янець-Подільський). Кам’янець-Подільський: Зклад*

вищої освіти «Подільський державний університет», 2023. С. 195-197.

2. Сікора А. Перспективи екологізації аграрного виробництва на прикладі пшениці ярої. *Екологічні проблеми сучасності: зб. матеріалів V Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції, 13 квітня 2023 року. Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2023. С. 163-166.*

3. Сікора А.Г., Климишена Р.І. Біологічні основи росту і розвитку пшениці ярої. *Інноваційні технології в рослинництві: зб. матеріалів VI Всеукраїнської наукової інтернет-конференції, 28 квітня 2023 року. Кам'янець-Подільський: Видавництво ЗВО «ПДУ», 2023. С. 164-166.*

4. Сікора А.Г., Сторожук О., Климишена Р.І. Сорт, як біологічний фактор технології вирощування пшениці. *Інноваційні технології в рослинництві: матеріали VII Всеукраїнської наукової інтернет-конференції. 25 квітня 2024 р. Кам'янець-Подільський, 2024. С. 127-129.*

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика ґрунтових умов

Дослідження виконувалися впродовж 2023–2025 роках на дослідному полі Закладу вищої освіти «Подільський державний університет» в типових для західної частини Лісостепу України ґрунтово-кліматичних умовах, які загалом є сприятливими для вирощування основних польових культур. Ґрунтові умови відіграють важливу роль у формуванні продуктивності рослин, реалізації їх біологічного потенціалу та ефективності застосованих елементів технології вирощування [45, 46].

Дослідне поле університету розташоване в межах Подільської височини, для якої характерне поширення родючих чорноземних ґрунтів. У ґрунтовому покриві переважають чорноземи типові та опідзолені, середньо- та важкосуглинкові за гранулометричним складом, сформовані на лесовидних суглинках. Такі ґрунти відзначаються доброю структурністю, високою ємністю поглинання, сприятливим водно-повітряним режимом і значним потенціалом природної родючості.

За результатами агрохімічного обстеження орного шару ґрунту (0–30 см) встановлено основні показники родючості (табл. 2.1), що зумовлювалися погодними умовами вегетаційного періоду та особливостями системи удобрення. Орний шар ґрунту дослідного поля має потужність у середньому 28–32 см, характеризується добре вираженою грудкуватою зернистою структурою та рівномірним забарвленням. Вміст гумусу в орному горизонті в роки проведення досліджень, за результатами агрохімічного аналізу, становив у середньому 3,9–4,1%, що відповідає середньому та підвищеному рівню забезпеченості ґрунту органічною речовиною. Наявність достатньої кількості гумусу зумовлювала високу буферність ґрунту, стабільність його агрофізичних властивостей і сприятливі умови для мінерального живлення рослин.

Реакція ґрунтового розчину була близькою до нейтральної або слабокислої. Значення рН сольової витяжки в орному шарі ґрунту становили 6,4–6,7, що

відповідає слабокислій реакції середовища та є оптимальним для більшості сільськогосподарських культур, зокрема пшениці ярої. Такий рівень кислотності сприяв високій доступності основних елементів мінерального живлення та активній мікробіологічній діяльності ґрунту.

Таблиця 2.1

Агрохімічні показники родючості ґрунту

Рік	Кислотність, мг-екв/100 г		Сума поглинутих основ, мг-екв/100г	Гумус, %	Забезпеченість елементами живлення, мг/кг		
	Hr	pH			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2023	0,59	6,7	32,2	4,1	115	144	130
2024	0,65	6,4	31,5	3,9	105	123	118
2025	0,53	6,6	34,0	4,0	111	131	122

За вмістом рухомих форм поживних речовин ґрунти дослідного поля характеризувалися середнім та підвищеним рівнем забезпеченості. Зокрема, вміст легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) становив у середньому 105–115 мг/кг ґрунту, що відповідає середньому рівню забезпеченості. Вміст легкогідролізованого азоту в орному шарі ґрунту був середнім, що зумовлювало необхідність застосування азотних добрив для отримання стабільно високих урожаїв. Забезпеченість рухомими формами фосфору і обмінного калію (за Чириковим) перебувала на середньому або підвищеному рівні. Вміст рухомого фосфору становив 123–144 мг/кг ґрунту, а обмінного калію – 118–130 мг/кг, що створювало сприятливі умови для росту і розвитку рослин, а також для формування генеративних органів.

Загалом водний режим ґрунтів дослідного поля був достатньо сприятливим. Чорноземи відзначалися доброю водоутримувальною здатністю та достатньою вологоємністю. У роки з оптимальним зволоженням ґрунтові умови забезпечували рівномірні сходи, активний ріст вегетативної маси та ефективне використання поживних речовин. Водночас у посушливі періоди спостерігалось зниження запасів продуктивної вологи в орному шарі, що могло обмежувати реалізацію потенціалу окремих сортів і варіантів удобрення.

Структурно-агрегатний стан ґрунту в роки досліджень залишався відносно стабільним. Високий вміст агрегатів сприяв кращій аерації, проникненню кореневої системи в глибші горизонти та активізації ґрунтової мікрофлори. За умови дотримання науково обґрунтованих систем обробітку ґрунту істотного ущільнення орного шару не спостерігалось.

Слід зазначити, що ґрунтові умови в окремі роки проведення досліджень зазнавали певних змін під впливом погодних факторів і рівня антропогенного навантаження. Коливання температурного режиму та кількості опадів впливали на інтенсивність мінералізації органічної речовини, доступність елементів живлення та ефективність добрив. Проте загалом ґрунти дослідного поля зберігали високий рівень родючості та забезпечували об'єктивність і надійність отриманих експериментальних результатів.

Отже, ґрунтові умови в роки проведення досліджень на дослідному полі Закладу вищої освіти «Подільський державний університет» були типовими для зони Лісостепу та характеризувалися високим потенціалом природної родючості. Сукупність агрохімічних, агрофізичних і водних властивостей ґрунту створювала сприятливі умови для росту, розвитку та формування врожайності сільськогосподарських культур, що дало змогу повною мірою оцінити вплив досліджуваних агротехнічних факторів, що узгоджується з даними вітчизняних наукових досліджень [47, 48, 49].

2.2. Метеорологічні умови

Пшениця яра, на відміну від пшениці озимої, вирізняється більшою вимогливістю до тепла та вологи у період вегетації, оскільки її вегетаційний цикл повністю припадає на теплий сезон року. За відсутності оптимальних метеорологічних умов – особливо рівномірного забезпечення вологою та сприятливого температурного режиму – продуктивність ярої пшениці суттєво знижується, що негативно відображається на формуванні врожайності та якості зерна.

Кліматичні фактори впливають на всі основні фази росту та розвитку рослин:

від проростання насіння до наливання зерна. Температурні умови визначають початок і тривалість вегетації, впливають на етапи кущіння, колосіння та достигання, тоді як достатня кількість опадів та ґрунтової вологи є критичною для забезпечення фізіологічних процесів у періоди найбільшої потреби рослин – зокрема під час виходу в трубку і наливання зерна. Недостатня вологість ґрунту в критичні фази перешкоджає розвитку кореневої системи та щільності продуктивних стебел, що знижує потенціал урожайності, тоді як надмірні опади можуть сприяти виляганню та розвитку хвороб.

У дослідженнях погодні умови визнаються ключовим фактором варіабельності врожайності зернових культур, зокрема й пшениці ярої. Згідно з даними досліджень, погодні умови можуть визначати до 15–30% загальної величини врожайності культури, а в окремі роки – практично всю її варіабельність залежно від конкретних погодних аномалій у вегетаційний період. Це підкреслює важливість врахування агрометеорологічних даних при плануванні польових дослідів та технологій вирощування.

Особливо актуальним є вивчення погодних впливів у контексті зміни клімату: дослідження показують, що підвищення середньорічних температур і зміна розподілу опадів можуть зміщувати критичні фази розвитку рослин пшениці, впливати на фенологію та знижувати потенційні врожаї. Це зумовлює необхідність адаптації технологій вирощування, строків сівби, вибору сортів з ширшим агрокліматичним адаптаційним потенціалом, а також інтеграції метеорологічного прогнозування у систему прийняття агрономічних рішень на дослідних полях.

Аналіз погодних показників температури повітря та кількості опадів дозволяє не лише оцінити вплив окремих факторів на формування врожаю, але й визначити шляхи адаптації агротехнічних заходів до річних коливань погоди. Цей підхід забезпечує підвищення надійності дослідних результатів і сприяє розробці рекомендацій для практичного застосування в регіональному агровиробництві.

В роки проведення досліджень погодні умови при вирощуванні пшениці ярої були сприятливими, як для росту і розвитку рослин, так і для формування високого врожаю. Відповідно до представлених даних на рис. 2.1, 2.2 та 2.3 слід зазначити,

що на основі спостереження температурний режим місяця березня сприяв прогріванню ґрунту та забезпечував можливість проведення весняно-польових робіт.

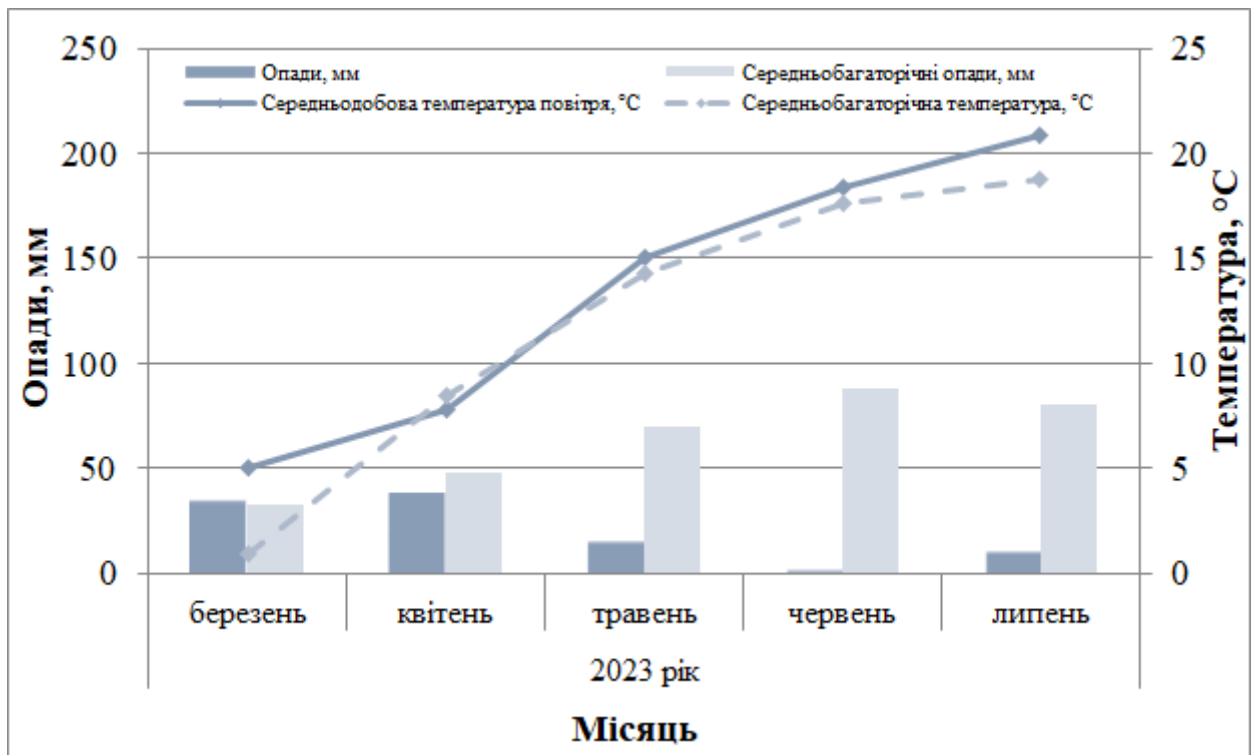


Рис. 2.1. Погодні умови 2023 року

Пшениця яра – це холодостійка культура, насіння якої проростає вже при температурі ґрунту 1–2°C, а з’явлення дружніх сходів спостерігається – при 4–5°C [50, 51]. У березні кліматичні умови відзначались поступовим переходом від зимового періоду до весняного, що мало важливе значення для проростання насіння та з’явлення сходів пшениці ярої. Середньодобові значення першої декади місяця склали залежно року від 2,9 до 5,9°C. Друга декада березня, як свідчать дані була теплішою, середньодекадні значення склали по роках від 3,1 до 6,8°C. Аналогічно характеризується і третя декада березня, де середньодобові значення склали від 7,4 до 8,7°C. Повні сходи самих ранніх посівів з’являлись вже в кінці третьої декади березня. Щодо опадів – березень зазвичай характеризується невеликою їх кількістю. Так, у 2023 р. їх випало 32,4 мм, у 2024 р. – 26,4 мм та у 2025 р. – 17,3 мм. Отже, температурні умови березня з поступовим підвищенням тепла та помірні опади сприяли утримуванию ґрунтової вологи, необхідної для

проростання насіння пшениці ярої ранніх строків сівби.

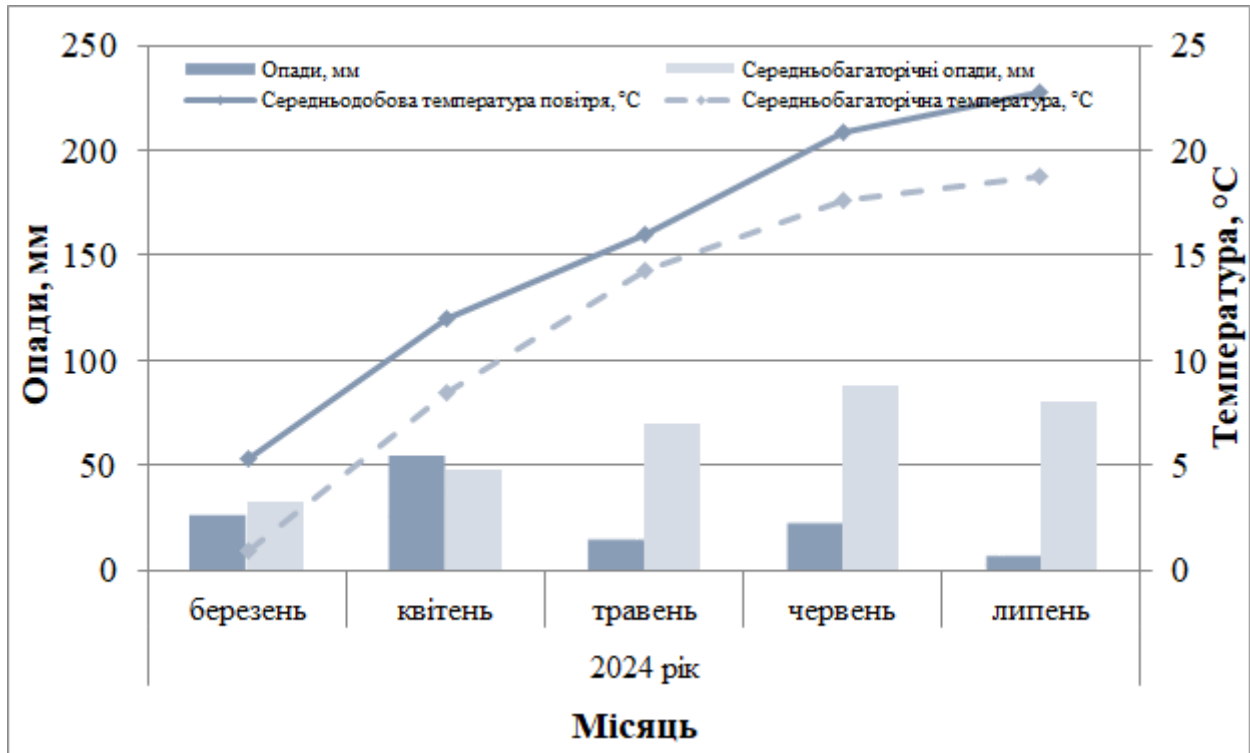


Рис. 2.2. Погодні умови 2024 року

Початок квітня по роках характеризувався стабільним наростанням температури повітря порівняно з березнем. У 2023 та 2025 роки середньодобові значення за першу декаду склали відповідно 4,4°C та 4,7°C, що менше за багаторічні дані на 2,6°C та 2,3°C, відповідно. Тоді як у 2024 році перша декада квітня характеризувалася вдвічі вищими показниками повітря порівняно до багаторічних даних. Друга декада квітня в роки проведення досліджень характеризувалася плавним ходом середньодобових температур, які у 2023, 2024 та 2025 роки зросли до 9,4°C; 11,5°C та 11,2°C. Перепадів, які могли б негативно впливати на ріст і розвиток рослин не встановлено. Середньодобові значення температури за третю декаду квітня у 2023, 2024 та 2025 роки склали 9,8°C; 10,3°C та 15,0°C при багаторічних даних – 10,4°C, що свідчить про сприятливі температурні умови для інтенсивного росту рослин пшениці ярої – зокрема для формування листової маси та наступних фаз розвитку. Опадів у першій декаді квітня в роки досліджень випало помірно 22,8 мм; 8,0 мм та 21,2 мм, що сприяло підтриманню оптимального зволоження ґрунту на початку вегетації. Отже, умови

квітня були важливі для інтенсивнішого розвитку рослин пшениці ярої: підвищення температур сприяло кращому росту листової поверхні та кущінню, а помірні дощі в першій декаді допомагали поповнювати запаси ґрунтової вологи.

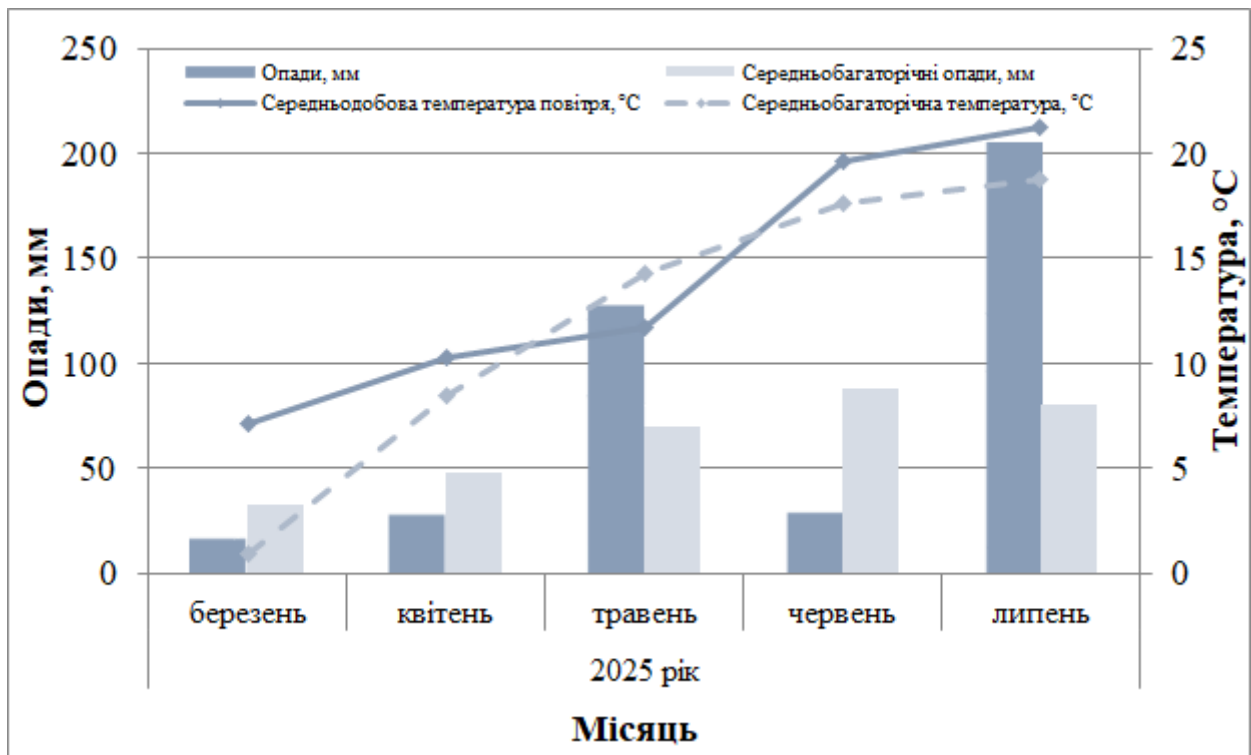


Рис. 2.3. Погодні умови 2025 року

Травень характеризувався ще вищими середніми температурами повітря порівняно з попереднім місяцем. Це сприяло завершенню фази кущіння та швидшому переходу рослин у фазу вихід в трубку, що важливо для формування продуктивності культури. У першій декаді місяця середньодобові значення склали залежно року від 11,3 до 15,5°C, при багаторічних даних 13,1°C. У 2023 році друга декада місяця характеризувалася дещо вищими показниками повітря порівняно до багаторічних даних на 0,9°C, тоді як у 2024 та 2025 роках вони були меншими на 1,6°C та 5,6°C, відповідно. Третя декада травня характеризувалася поступовим підвищенням середньодобових температур у 2023, 2024 та 2025 роках до 18,0°C; 19,1°C та 13,8°C. Опадів в травні 2023 та 2024 роках випало менше норми, тоді як у 2025 році кількість їх була більшою і становила 128,2 мм. В цілому кліматичні умови в травні були оптимальними для розвитку вегетативної маси та формування продуктивних стебел у пшениці ярої, оскільки саме достатня кількість

тепла і вологи сприяє кращому росту рослин.

За температурним режимом місяць червень аналогічно характеризується позитивно. В цей період у пшениці відбувається колосіння, запліднення, формування, розвиток та досягання зернівки. Як правило, рослини чутливі до зовнішнього середовища, особливо, високої температури. Отримані результати досліджень доводять, що температурні умови першої та другої декад червня були сприятливими. Температурні дані по роках відповідали багаторічним даним, або відхилялись від них у незначній мірі. Особливістю третьої декади червня та першої декади липня є те, що в цей період відбувається формування та досягання зернівки. За температурним фактором у роки проведення досліджень цей період характеризується, як досить сприятливий.

Отже, під час проведення досліджень спостерігався поступовий перехід температурних умов – від низьких весняних до теплих літніх, із відповідним збільшенням опадів у перехід від весни до літа. Така динаміка є типовою для помірно-континентального клімату та сприяє успішній вегетації рослин пшениці ярої: від проростання та кушіння до колосіння, наливання та досягання зерна.

2.3. Методика проведення досліджень

Закладка дослідів проводилась із дотриманням вимог наукової агрономії викладених В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, П.В. Костоґриз та В.П. Опришко [52].

За темою дисертації закладено два польових досліди.

Дослід 1. Оцінка технологічних та абіотичних факторів при вирощуванні пшениці ярої сорту Сімкода Миронівська. Завдання досліді – встановити вплив норм мінеральних добрив за різних строків сівби на рівень урожайності та якість зерна пшениці ярої. Схема досліді: фактор А – норми внесення мінеральних добрив: $N_0P_0K_0$ (контроль – без удобрення), $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$; фактор В – строки сівби: перший (в кінці першої – на початку другої декади березня); другий (в кінці другої – на початку третьої декади березня); третій (по завершенню третьої декади березня). Параметри досліді: $l_a = 4$, $l_e = 3$, $n = 4$, облікова площа дослідної ділянки – 25 м². Розміщення дослідних ділянок: повторень –

чотирирярусне, варіантів норм внесення добрив – систематичне, варіантів строків сівби – систематичне (рис. 2.4). Норма висіву – 400 шт. нас./м². Спосіб сівби – рядковий, ширина міжрядь 12,5 см.

Дослід 2. Оцінка технологічних та абіотичних факторів при вирощуванні пшениці ярої сорту Елегія Миронівська. Завдання досліджу – встановити вплив норм мінеральних добрив за різних строків сівби на урожайність та якість зерна пшениці ярої. Схема досліджу: фактор А – норми внесення мінеральних добрив: N₀P₀K₀ (контроль – без удобрення), N₃₀P₃₀K₃₀; N₆₀P₆₀K₆₀; N₉₀P₉₀K₉₀; фактор В – строки сівби: перший (в кінці першої – на початку другої декади березня); другий (в кінці другої – на початку третьої декади березня); третій (по завершенню третьої декади березня). Параметри досліджу: $l_a = 4$, $l_e = 3$, $n = 4$, облікова площа дослідної ділянки – 25 м². Розміщення дослідних ділянок: повторень – чотирирярусне, варіантів норм внесення добрив – систематичне, варіантів строків сівби – систематичне (рис. 2.4). Норма висіву – 400 шт. нас./м². Спосіб сівби – рядковий, ширина міжрядь 12,5 см.

Характеристика сортів

Сорт Сімкода Миронівська – заявник та власник: Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла Української академії аграрних наук [53, 54].

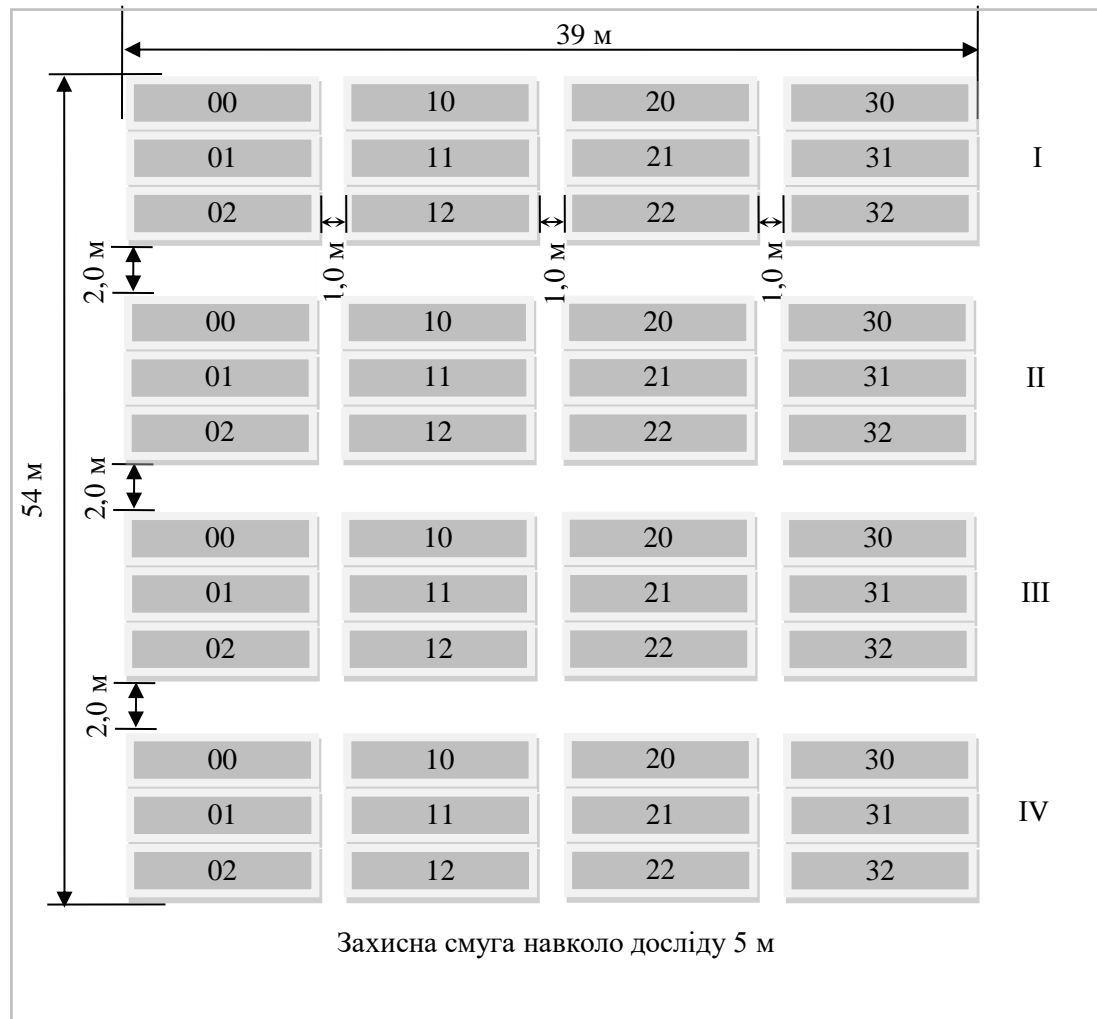
Рік державної реєстрації – 2013 рік.

Напрямок використання – зерновий. Група стиглості – середньорання. Якість – сильна.

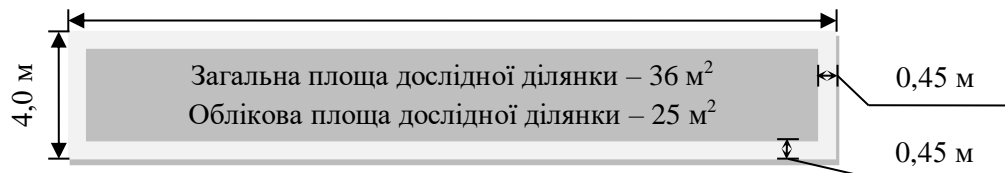
Автори: В.А. Власенко, В.С. Кочмарський, В.Й. Солоня, Г.В. Федченко, Т.В. Зварун, С.О. Хоменко, В.П. Кавунець, Г.М. Ковалишина, Т.П. Лозінська.

Господарські та біологічні характеристики. Сорт характеризується високою врожайністю. Посухостійкість, стійкість до вилягання та обсіпання є максимальними й оцінюються у 9 балів. Ступінь ураження хворобами становить: 1% – борошнистою росю, 20% – бурюю іржею, 15% – септоріозом листя.

Якість зерна. Зерно характеризується високою масою 1000 насінин (43,1 г) та натурою (764 г/л). Загальна скловидність становить 94%, вміст білка сягає 16,9%, а клейковини – 30,0%. Показник седиментації (75 мл) свідчить про високу якість білкового комплексу. Сила борошна становить 177 о. а., об'єм хліба – 650 см³.



9,0 м



Градації факторів		Шифр варіанту
Фактор А, Норма добрив, кг/га д.р.	Фактор В, Строк сівби	
N ₀ P ₀ K ₀ (A ₀)	перший (B ₀)	A ₀ B ₀
	другий (B ₁)	A ₀ B ₁
	третій (B ₂)	A ₀ B ₂
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (A ₁)	перший (B ₀)	A ₁ B ₀
	другий (B ₁)	A ₁ B ₁
	третій (B ₂)	A ₁ B ₂
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (A ₂)	перший (B ₀)	A ₂ B ₀
	другий (B ₁)	A ₂ B ₁
	третій (B ₂)	A ₂ B ₂
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ (A ₃)	перший (B ₀)	A ₃ B ₀
	другий (B ₁)	A ₃ B ₁
	третій (B ₂)	A ₃ B ₂

Рис. 2.4. Схема для дослідів 1 та 2
(метод систематичних повторень)

Апробаційні ознаки сорту. Різновидність сорту – лютесценс (*Lutescens*). Висота рослин – середня 83 см. Стебло у сорту міцне та середньої товщини. Колос має циліндричну форму, довгий та середньої щільності. Колоскова луска овальної форми, плече середнє за розміром, пряме, зубець короткої форми, трішки зігнутий. Зернівка за розмірами середня, овальної форми, червоного кольору.

Агротехнічні вимоги до сорту. Сорт інтенсивного типу, адаптований до загальноприйнятої агротехніки вирощування у відповідній зоні. Рекомендовано ранні строки сівби. Оптимальна норма висіву становить 5,5–6,0 мільйонів схожих насінин на 1 гектар (коригується залежно від попередника та стану ґрунту). Глибина загортання насіння – 3–5 см з обов’язковим наступним коткуванням. Максимальна реалізація потенціалу врожайності та якості зерна досягається на високому агрофоні. Система захисту передбачає 2–3-разову обробку фунгіцидами та інсектицидами протягом вегетації.

Сорт Елегія Миронівська – заявник та власник: Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла Української академії аграрних наук.

Рік державної реєстрації – 2004 рік.

Напрямок використання – зерновий. Група стиглості – середньостигла. Якість – сильна.

Автори: В.А. Власенко, В.Й. Солона, А.Ф. Мельніков, Л.П. Мельнікова, С.М. Жудра, Г.В. Федченко, Л.О. Животков, В.Т. Колючий.

Господарські та біологічні характеристики. Сорт характеризується високим потенціалом продуктивності (на рівні 6,5 т/га) та комплексною стійкістю до вилягання, обсипання й посухи. Виявляє високу польову резистентність до бурої іржі та борошнистої роси, а також середню стійкість до септоріозу.

Якість зерна. Сорт характеризується високими технологічними показниками: маса 1000 насінин становить 44,0–51,5 г, натура – 751 г/л. Сорт формує високоякісне зерно зі скловидністю 90%, вмістом білка 15,7% та клейковини 29%. Сила борошна становить 320 о. а.

Апробаційні ознаки. Різновидність сорту – суберитроспермум (*Suberitrospermum*). Рослини середньорослі (90–100 см). Колос циліндричної

форми, щільності середньої (на 10 см стрижня 19–20 колосків), завдовжки 9,4–12,0 см. У верхній частині колоса є остюкоподібні відростки (1,5–2,5 см). Колоскова луска яйцеподібної форми із середньо вираженою нервацією; злегка зігнутий зубець, вузьке та пряме плече. Добре виражений кіль, вузький. Велика зернівка, яйцеподібної форми, з мілкою та широкою борозенкою.

Агротехнічні вимоги до сорту. Тип сорту: напівінтенсивний. Рекомендовано ранні строки сівби. Оптимальна норма висіву становить 5,0–6,0 мільйонів схожих насінин на 1 гектар. Посів слід проводити добре відкаліброваним та обов'язково протруєним насінням високих репродукцій на глибину 3–5 см з наступним прикочуванням. Кращими попередниками є соя, кукурудза, картопля та цукрові буряки за умови їх своєчасного збирання. Система основного обробітку ґрунту базується на зяблевій оранці; на полях, чистих від бур'янів, можливе застосування дискових, чизельних або плоскорізних знарядь. Основне внесення добрив передбачає норму 30 кг/га діючої речовини. У період від фенофази кушіння до початку виходу в трубку необхідно провести підживлення азотом у дозі 30 кг/га д.р. Гербициди застосовують за необхідності у фазі кушіння. Для реалізації потенціалу врожайності слід передбачити 2–3-разове інтегроване обприскування посівів фунгіцидами та інсектицидами.

Для сівби використана сівалка СПУ-4. Фосфорно-калійні добрива при закладанні дослідів вносили вручну восени під зяблеву оранку, азотні – навесні під передпосівний обробіток ґрунту. Попередник – ріпак озимий.

Під час проведення досліджень виконували наступні аналізи, спостереження і обліки:

Фенологічні спостереження проводили з метою встановлення фенофаз росту і розвитку рослин ярої пшениці: проростання, сходи, кушіння, вихід в трубку, колосіння, повна стиглість (візуальний метод) [52, 55]. Початок фази реєстрували, коли вона наставала у 15% рослин, а повну фазу – у 75%.

Облік густоти рослин проводили двічі за вегетаційний період на одних і тих самих ділянках, які виділяли невисокими кілочками після появи сходів. Польову схожість насіння встановлювали у фазі повних сходів, виживання рослин – перед

збиранням врожаю.

Биометричний аналіз рослин проводили за пробними снопами не менше як з 33 рослин, які відбирали безпосередньо перед збиранням врожаю з кожного варіанту дослідження за такими ознаками: кількість продуктивних стебел, кількість зерен в колосі, маса зернівки.

Площу листової поверхні встановлювали методом висічок у фази кушіння, вихід в трубку та колосіння за формулою

$$П = \frac{М \times n \times К}{m}$$

де П – загальна площа листків у пробі, см²; М – маса листків в пробі, г; n – площа 1 висічки, см²; К – кількість висічок, шт.; m – маса висічок, г.

Встановлення рівня урожайності пшениці ярої проведено на основі обліку з пробних ділянок в кількості 50 шт. з площі 1 м².

Технологічні та біохімічні показники якості зерна ярої пшениці – вміст сирої клейковини; вміст білка та натуру зерна встановлювали відповідно до ДСТУ 3768:2010 «Пшениця. Технічні умови» [56].

Математично-статистичну обробку результатів досліджень проводили за різницеvim, дисперсійним, кореляційним та регресійним методами з використанням спеціальних пакетів програм MS Excel 2016, Statistica 12 [52, 57].

Економічний та біоенергетичний аналіз вирощування пшениці ярої виконаний за дотримання рекомендацій М.Г. Лобаса, О.К. Медведовського та П.І. Іваненка [58, 59].

Висновки до розділу 2.

1. Дослідження за темою роботи проводили впродовж 2023-2025 рр. в типових для західного Лісостепу ґрунтово-кліматичних умовах. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем опідзолений сприятливий для вирощування сільськогосподарських культур.

2. Погодні умови в роки досліджень характерні для даної агрокліматичної зони були сприятливі для росту і розвитку рослин пшениці ярої.

3. В організації досліджень дотримано вимог наукової агрономії викладених В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, П.В. Костоґриз та В.П. Опришко.

РОЗДІЛ 3

ФОРМУВАННЯ ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ

3.1. Польова схожість насіння пшениці ярої

Яра пшениця (*Triticum aestivum* L.) є важливою продовольчою культурою, яка характеризується високою адаптивністю до умов вирощування, однак чутливо реагує на строки сівби та рівень мінерального живлення [69]. Одним із ключових етапів формування врожаю є отримання дружних і рівномірних сходів, що безпосередньо визначається рівнем польової схожості насіння [61].

Польова схожість залежить від комплексу факторів: біологічних особливостей сорту, якості насіння, умов навколишнього середовища в період проростання, строків сівби та агротехнічних заходів. Своєчасна сівба забезпечує оптимальне поєднання температури й вологості ґрунту, що сприяє активному набухання насіння та енергійному росту проростків. Запізнення або надмірне раннє проведення сівби може призводити до зниження схожості через несприятливий температурний режим, нестачу або надлишок вологи, а також ураження хворобами [62].

Важливу роль у формуванні високої польової схожості відіграє мінеральне живлення [63, 64]. Вплив цього технологічного фактору на параметри схожості насіння носить суперечливий характер: в одних випадках мінеральні добрива забезпечують отримання більшого відсотка польової схожості, а в інших, навпаки, меншого. Оптимальні норми добрив сприяють активізації обміну речовин у зародку та підвищенню енергії проростання, що забезпечує більш повне використання насінневого матеріалу. Натомість надлишкові або недостатні дози добрив можуть негативно позначатися на схожості та початковому рості рослин.

Також важливим агрономічним прийомом є строк проведення сівби, що впливає на виробництво ярої пшениці [65]. Вчені зазначають, що саме від часу з'явлення сходів залежить ріст і розвиток рослин, врожайність зерна пшениці, а в підсумку і його якість [66]. Аналіз кліматичних умов показав, що максимально

рання сівба підвищує шанси на успішне становлення посівів і зменшує ризик літньої спеки. Тоді як занадто пізня сівба, навпаки, підвищує ризик недобору густоти через тепловий та водний стрес [67].

Серед багатьох біотичних та екологічних чинників, які впливають на з'явлення сходів, найважливішим є температура [68, 69]. Ще в 2004 році вчені Y.W. Jame та H.W. Cutforth дослідили, як температура ґрунту і глибина загортання із зміщенням строків сівби впливають на швидкість та відсоток з'явлення сходів, а також на втрати рослин до фази кушення [68].

Таким чином, дослідження впливу строків сівби та норм мінеральних добрив на польову схожість насіння ярої пшениці є актуальним завданням сучасного землеробства. Результати таких досліджень дадуть змогу вдосконалити технологічні прийоми вирощування культури, забезпечити дружні сходи, формування оптимальної густоти стояння та підвищення продуктивності посівів.

За результатами проведених досліджень встановлено, що в середньому за 2023-2025 рр. польова схожість насіння сортів пшениці ярої залежала від мінеральних добрив за різних строків сівби. Значення показника знаходились в межах від 88,08% до 92,42% (табл. 3.1). В середньому по досліді у сорту Елегія Миронівська схожість насіння становила 90,91%, у сорту Сімкода Миронівська – 90,79%.

Таблиця 3.1

Вплив норм мінеральних добрив за різних строків сівби на показник польової схожості насіння пшениці ярої, % (середнє за 2023–2025 рр.)

Норма добрив, кг/га д.р., фактор А	сорт Елегія Миронівська				сорт Сімкода Миронівська			
	Строк сівби, фактор В							
	1-й	2-й	3-й	середнє по фактору А	1-й	2-й	3-й	середнє по фактору А
N ₀ P ₀ K ₀	89,67	89,92	88,08	89,22	89,83	89,75	88,67	89,42
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	91,67	92,42	90,50	91,53	92,00	91,92	90,42	91,45
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	91,83	91,75	90,25	91,28	91,83	91,58	89,83	91,08
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	92,25	92,17	90,42	91,61	92,08	91,67	89,92	91,22
Середнє по фактору В	91,36	91,56	89,81	90,91	91,44	91,23	89,71	90,79

Встановлено, що польова схожість насіння сортів пшениці ярої залежала від мінеральних добрив, проте норми їх внесення істотних змін не спричиняли. Отримані показники при застосуванні мінеральних добрив виявилися статистично однаковими. Так, в середньому вони становили 91,47% – у сорту Елегія Миронівська та 91,25% – у сорту Сімкода Миронівська. На контрольному варіанті, без удобрення польова схожість насіння була меншою на 2,25% та 1,83%, відповідно до порядку зазначених вище сортів.

Показники польової схожості насіння пшениці ярої залежали від впливу умов середовища, що доведено на основі тесту Дункана. Найбільші і статистично однакові значення були отримані за першого та другого строків сівби: у сорту Елегія Миронівська – 91,36% та 91,56%, а у сорту Сімкода Миронівська – 91,44% та 91,23%, відповідно. Істотно найменша польова схожість насіння встановлена на варіанті досліду за умови третього строку сівби у сорту Елегія Миронівська – 89,81% та у сорту Сімкода Миронівська – 89,71%.

Отже, встановлено, що польова схожість насіння сортів пшениці ярої залежала від мінеральних добрив, але не від їх норм. Показники за варіантів добрив в нормах по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію становили відповідно для сорту Елегія Миронівська – 91,53; 91,28; 91,61%, а для сорту Сімкода Миронівська – 91,45; 91,08; 91,22%.

Встановлено також залежність польової схожості насіння пшениці ярої від абіотичних факторів середовища. Значення показника сортів Сімкода Миронівська та Елегія Миронівська за умови 1-го, 2-го та 3-го строків сівби склали: 91,36; 91,56; 89,81% та 91,44; 91,23; 89,71%, відповідно.

3.2. Загальне виживання рослин пшениці ярої

Вирощування ярої пшениці є одним із ключових напрямів інтенсифікації рослинництва, оскільки ця культура відіграє важливу роль у забезпеченні населення хлібопродуктами та тваринництва цінними кормами. Проте продуктивність посівів ярої пшениці значною мірою залежить від формування оптимальної густоти стояння рослин, що визначається рівнем їх виживання

протягом онтогенезу [64, 70].

Одним із головних факторів, що впливають на загальне виживання рослин, є строки сівби [71, 72]. Вчені S. Bagherikia, H. Soughi, M. Khodarahmi, F. Naghipour дослідили, що при затримці сівби підвищувався вміст білка та знижувалася якість клейковини, через підвищену температуру під час наливу зерна скорочувалась вегетація рослин і зростали ризики втрат рослин, що зрештою призводило до зменшення врожаю [73]. Вибір оптимальних строків забезпечує сприятливі умови для проростання насіння, дружної появи сходів, розвитку кореневої системи та нагромадження біомаси. Надто рання чи пізня сівба, навпаки, призводить до нерівномірних сходів, зниження польової схожості та загибелі частини рослин.

Не менш важливим чинником є норми внесення мінеральних добрив, які регулюють живлення рослин у критичні періоди росту й розвитку. Оптимальне забезпечення елементами живлення сприяє кращому укоріненню рослин, підвищенню їх стійкості до несприятливих абіотичних і біотичних факторів та збереженню більшої кількості продуктивних стебел до збирання врожаю [74, 75].

Таким чином, вивчення взаємного впливу строків сівби та норм мінеральних добрив на загальне виживання рослин ярої пшениці має важливе наукове й практичне значення. Отримані результати дадуть змогу удосконалити елементи технології вирощування культури, забезпечити формування оптимальної густоти посівів і досягти стабільно високої врожайності зерна.

Одержані результати загального виживання рослин пшениці ярої у проведених дослідженнях показують, що параметри показника залежать від внесених мінеральних добрив за різних строків сівби (табл. 3.2). Значення знаходилися в межах від 73,67% до 82,92% – у сорту Елегія Миронівська та від 73,75% до 83,33% – у сорту Сімкода Миронівська.

Результати загального виживання рослин сортів пшениці ярої залежали від мінеральних добрив, але норми їх застосування до суттєвих змін не призводили. Оскільки показники при внесенні мінеральних добрив були статистично однаковими і в середньому становили 80,59% – у сорту Елегія Миронівська та 80,66% – у сорту Сімкода Миронівська (табл. 3.3). На варіанті, де мінеральні

добрива не вносили загальне виживання рослин було меншим на 5,28% та 5,10%, відповідно до порядку зазначених вище сортів.

Таблиця 3.2

Вплив норм мінеральних добрив за різних строків сівби на показник загального виживання рослин пшениці ярої, % (середнє за 2023–2025 рр.)

Норма добрив, кг/га д.р.	сорт Елегія Миронівська			сорт Сімкода Миронівська		
	строк сівби					
	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й
N ₀ P ₀ K ₀	76,75	75,50	73,67	77,25	75,67	73,75
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	82,92	81,08	78,42	82,92	80,92	78,00
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	82,33	80,58	78,08	82,67	80,67	77,75
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	82,50	80,83	78,58	83,33	81,33	78,33

Встановлено, що загальне виживання рослин пшениці ярої суттєво залежало від строків сівби. Закономірність змін результатів доведена на основі тесту Дункана. Найбільші параметри показника були отримані при 1-му строковій сівби 81,12% – у сорту Елегія Миронівська та 81,54% – у сорту Сімкода Миронівська (табл. 3.4). На варіанті 2-го строку сівби виживання рослин порівняно з першим строком зменшилося на 1,62% – у сорту Елегія Миронівська та на 1,89% – у сорту Сімкода Миронівська. Найменші значення показника встановлені на варіанті досліду 3-го строку сівби 77,19% – у сорту Елегія Миронівська та 76,96% – у сорту Сімкода Миронівська.

Таблиця 3.3

Загальне виживання рослин пшениці ярої залежно від впливу норм мінеральних добрив, % (середнє за 2023-2025 рр.)

№	Норма добрив	сорт Елегія Миронівська	сорт Сімкода Миронівська	Гомогенні групи	
				1	2
1	N ₀ P ₀ K ₀	75,31	75,56	****	
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	80,81	80,61		****
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	80,33	80,36		****
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	80,64	81,00		****

**Загальне виживання рослин пшениці ярої за різних строків сівби, %
(середнє за 2023-2025 рр.)**

№	Строк сівби	сорт Елегія Миронівська	сорт Сімкода Миронівська	Гомогенні групи		
				1	2	3
1	1-й	81,12	81,54	****		
2	2-й	79,50	79,65		****	
3	3-й	77,19	76,96			****

На основі проведеного статистичного аналізу встановлено вплив досліджуваних факторів на загальне виживання рослин пшениці ярої. У сорту Елегія Миронівська вплив мінеральних добрив становив 66,45%, а строків сівби – 32,94% (рис. 3.1). У сорту Сімкода Миронівська абіотичні умови середовища є більш впливовими на цей показник, частка впливу яких становить 41,45%. Відповідно частка впливу мінеральних добрив зменшилася, в результаті чого вона становила 57,74%.

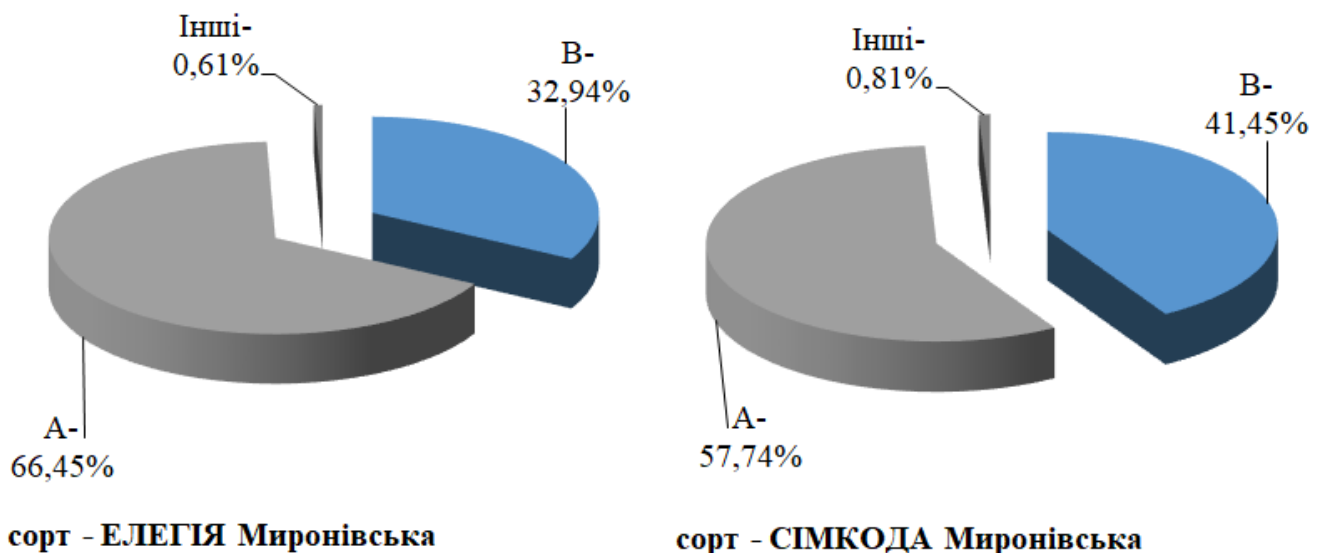


Рис. 3.1. Частка впливу факторів на загальне виживання рослин пшениці ярої (фактор А – мінеральні добрива, фактор В – строк сівби)

Отже, встановлено, що загальне виживання рослин сортів пшениці ярої

залежало від мінеральних добрив, але не від норм їх застосування. Показники за варіантів добрив в нормах по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію становили відповідно для сорту Елегія Миронівська – 80,81; 80,33; 80,64%, а для сорту Сімкода Миронівська – 80,61; 80,36; 81,00%.

Встановлено також залежність виживання рослин пшениці ярої від абіотичних факторів середовища. За умови 1-го, 2-го та 3-го строків сівби значення показника становили для сорту Сімкода Миронівська – 81,12; 79,50; 77,19%, а для сорту Елегія Миронівська – 81,54; 79,65; 76,96%, відповідно.

Встановлено частка впливу: у сорту Елегія Миронівська для норм мінеральних добрив – 66,45%, для строків сівби – 32,94%, а у сорту Сімкода Миронівська – 57,74% та 41,45% відповідно.

3.3. Фенофази росту та розвитку рослин пшениці ярої

Яра пшениця (*Triticum aestivum* L.) в процесі свого вегетаційного циклу проходить послідовну зміну морфологічних і фізіологічних фаз: від сівби і до повної стиглості зерна. Кожна з цих фаз має важливе значення для формування майбутнього врожаю [76, 77, 78].

Першим і важливим етапом росту і розвитку рослин є проростання та появи сходів, під час якого формується коренева система. Успішне проходження цього етапу забезпечує високий рівень енергії проростання і закладає основу для подальшого росту рослини. На ранніх етапах розвитку також починається формування продуктивних пагонів і листя, що визначає потенційний листковий апарат культури у майбутньому.

Фаза кушіння є однією з ключових у життєвому циклі ярої пшениці [79]. У цей період відбувається активне утворення вторинних пагонів, які в подальшому можуть стати продуктивними стеблами з колосками. Кількість пагонів безпосередньо впливає на формування кількості колосків на одиниці площі посіву, а отже й на потенційну врожайність культури. Ця фаза також супроводжується інтенсивним нарощуванням вегетативної маси і кореневої системи, що підсилює потребу у поживних речовинах та воді.

Перехід у фазу виходу в трубку, і далі – колосіння та цвітіння – є періодом органогенезу генеративних органів [80, 81]. Саме в цей час відбувається диференціація колосових частин, закладка кількості колосків і квіток, що визначає потенціал майбутнього врожаю зерна. Нестача ресурсів у цей період може призвести до зниження кількості насінневих зачатків і, як наслідок, врожайності.

Фази наливу зерна та досягання характеризуються накопиченням сухої речовини, білка і крохмалю у зернах, що визначає як кількісні, так і якісні показники врожаю [82, 83]. Від тривалості цього періоду суттєво залежить маса тисячі зерен і технологічні властивості продукції.

Загалом, поділ циклу розвитку на фенологічні фази дозволяє більш точно планувати агротехнологічні заходи – внесення добрив, захист від шкідників і хвороб, зрошення – у критичні моменти, коли рослини найбільш чутливі до зовнішніх факторів. Такий підхід сприяє оптимізації використання ресурсів і підвищенню продуктивності культури.

Отже, значення кожної фази росту і розвитку ярої пшениці є важливою в сучасному рослинництві, що безпосередньо впливає на реалізацію генетичного потенціалу культури і стабільність врожайності.

В результаті проведених фенологічних спостережень встановлено, що з'явлення повних сходів пшениці ярої залежало від абіотичних умов за різних строків сівби, і не залежало від норм внесених мінеральних добрив. Так, період від сівби до появи повних сходів у сортів Елегія Миронівська та Сімкода Миронівська становив у 2023 році за першого строку сівби 16 днів при всіх нормах мінеральних добрив, у 2024 році – 15 днів та у 2025 році – 14 днів. За другого строку сівби він був дещо меншим і становив 15, 14 та 13 днів відповідно до зазначених вище років. За третього строку повні сходи у роки досліджень отримано через 15, 13 та 12 днів після сівби.

Настання фази куціння у сортів Елегія Миронівська та Сімкода Миронівська пшениці ярої також в більшій мірі залежало від умов середовища за різних строків сівби. За спостереженнями при першому строкові вона наставала у 2023 році через 29 днів після сівби, у 2024 році – через 27 днів та у 2025 році – через 26 днів. За

другого строку сівби відповідно до зазначених вище років кушіння розпочиналося через 28, 26 та 24 днів. І за третього строку настання фази спостерігалось на 27, 24 та 22 день від сівби.

Фаза кушіння, яка відповідає третьому етапу органогенезу є надзвичайно важливою, оскільки саме в цей період у рослин зернових культур, таких як ячмінь, пшениця, закладаються розміри колоса [84]. Аналіз тривалості періоду від фази кушіння до настання фази виходу в трубку свідчить, що він залежав від норм мінеральних добрив і від абіотичних умов вирощування за різних строків сівби. Так, в середньому за три роки досліджень у сорту Елегія Миронівська при першому строковій сівби на контролі міжфазний період кушіння – вихід в трубку тривав 16 днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 14 днів, по 60 та 90 кг/га д.р. – 13 днів (рис. 3.2). За другого строку сівби фаза кушіння тривала менше на контролі – 15 днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 13 днів, по 60 та 90 кг/га д.р. – 12 днів. І за третього строку тривалість періоду кушіння – вихід в трубку становила на контролі – 14 днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 12 днів, по 60 та 90 кг/га д.р. – 11 днів.

У сорту пшениці ярої Сімкода Миронівська тривалість фази кушіння була довшою. При першому строковій сівби на контролі вона тривала 18 днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 17 днів, по 60 кг/га д.р. – 16 днів та по 90 кг/га д.р. – 15 днів. За другого строку сівби міжфазний період кушіння – вихід в трубку був меншим і становив на контролі – 17 днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 16 днів, по 60 та 90 кг/га д.р. – 15 днів. І за третього строку тривалість фази кушіння становила на контролі – 16 днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 15 днів, по 60 та 90 кг/га д.р. – 14 днів.

Наступна фаза – вихід в трубку, яка також є важливою, так як під час цього періоду відбувається інтенсивний ріст стебла та розпочинає відбуватися реалізація потенціалу продуктивності генеративних органів, зокрема за процесом активного функціонування апексів, що визначально впливає на показник кількості зернин

колоса, який є важливим елементом структури урожайності. Тривалість її залежала від досліджуваних факторів включених в експеримент.

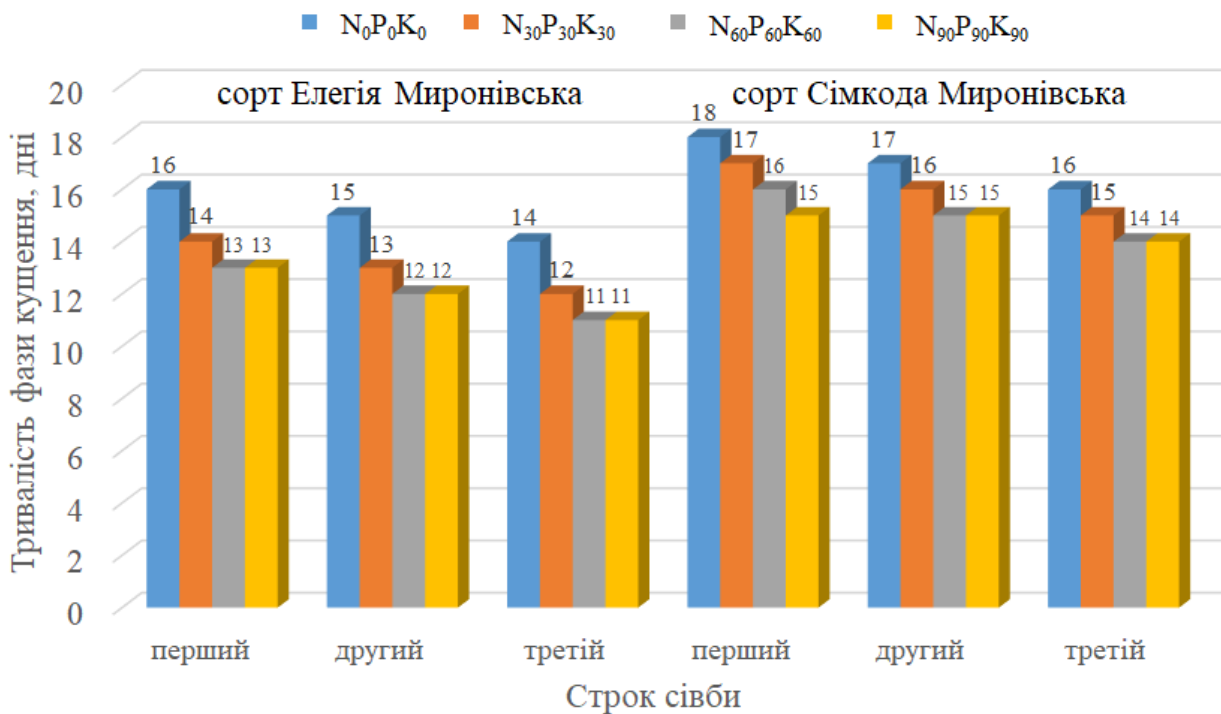


Рис. 3.2. Залежність тривалості фази кушіння пшениці ярої від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби

В середньому за три роки досліджень у сорту Елегія Миронівська за 1-го строку сівби на контролі її тривалість становила 24 дні, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 22 дні, по 60 та 90 кг/га д.р. – 20 днів. За 2-го строку сівби тривалість фази вихід в трубку була меншою: на контролі – 23 дня, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 22 дня, по 60 та 90 кг/га д.р. – 20 днів. І за 3-го строку цей період на контролі тривав 22 дня, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 21 день, по 60 та 90 кг/га д.р. – 19 днів.

У сорту Сімкода Миронівська період вихід в трубку – колосіння був довшим. За 1-го строку сівби на контролі тривалість його становила 27 днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 25 днів, по 60 кг/га д.р. – 24 дня та по 90 кг/га д.р. – 23 дня. За 2-го строку сівби вихід в трубку тривав: на контролі – 26 днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30

кг/га д.р. – 25 днів, по 60 та 90 кг/га д.р. – 23 дня. І за 3-го строку цей період тривав на контролі – 25 днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 24 дня, по 60 кг/га д.р. – 23 дня та по 90 кг/га д.р. – 22 дня.

Фаза колосіння у пшениці ярої є важливим етапом органогенезу, який визначає подальший перебіг цвітіння та наливання зерна. Тривалість її також зумовлювалася нормами мінеральних добрив та абіотичними умовами вирощування за різних строків сівби.

В середньому за три роки досліджень у сорту Елегія Миронівська за 1-го строку сівби тривалість періоду від фази колосіння до повної стиглості становила на контролі 30 днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 31 день, по 60 та 90 кг/га д.р. – 33 дня. За 2-го строку сівби тривалість періоду становила на контролі – 29 днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 31 день, по 60 та 90 кг/га д.р. – 32 дня. І за 3-го строку його тривалість була на контролі – 28 днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 30 днів, по 60 та 90 кг/га д.р. – 31 день.

У сорту пшениці ярої Сімкода Миронівська тривалість міжфазного періоду колосіння – повна стиглість була довшою. За 1-го строку сівби на контролі він тривав 31 день, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 32 дня, по 60 та 90 кг/га д.р. – 33 дня. За 2-го строку сівби тривалість періоду була меншою і становила на контролі – 30 днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 32 дня, по 60 та 90 кг/га д.р. – 33 дня. І за 3-го строку він тривав на контролі – 30 днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 31 день, по 60 та 90 кг/га д.р. – 32 дня.

Період вегетації рослин пшениці ярої у роки проведення досліджень залежав від норм мінеральних добрив та від абіотичних умов вирощування за різних строків сівби, які визначали тривалість окремих фенологічних фаз росту та розвитку. В середньому за 2023-2025 роки досліджень тривалість його у сорту Елегія Миронівська знаходилася в межах від 85 до 96 днів, у сорту Сімкода Миронівська – від 92 до 103 дні.

Так, у сорту Елегія Миронівська за 1-го строку сівби на контролі вегетаційний період тривав 96 днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 94 дні, по 60 та 90 кг/га д.р. – 93 дні (рис. 3.3). За 2-го строку сівби він був меншим: на контролі – 93 дня, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 91 день, по 60 та 90 кг/га д.р. – 90 днів. І за 3-го строку тривалість вегетаційного періоду становила на контролі – 89 днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 87 днів, по 60 та 90 кг/га д.р. – 85 днів.

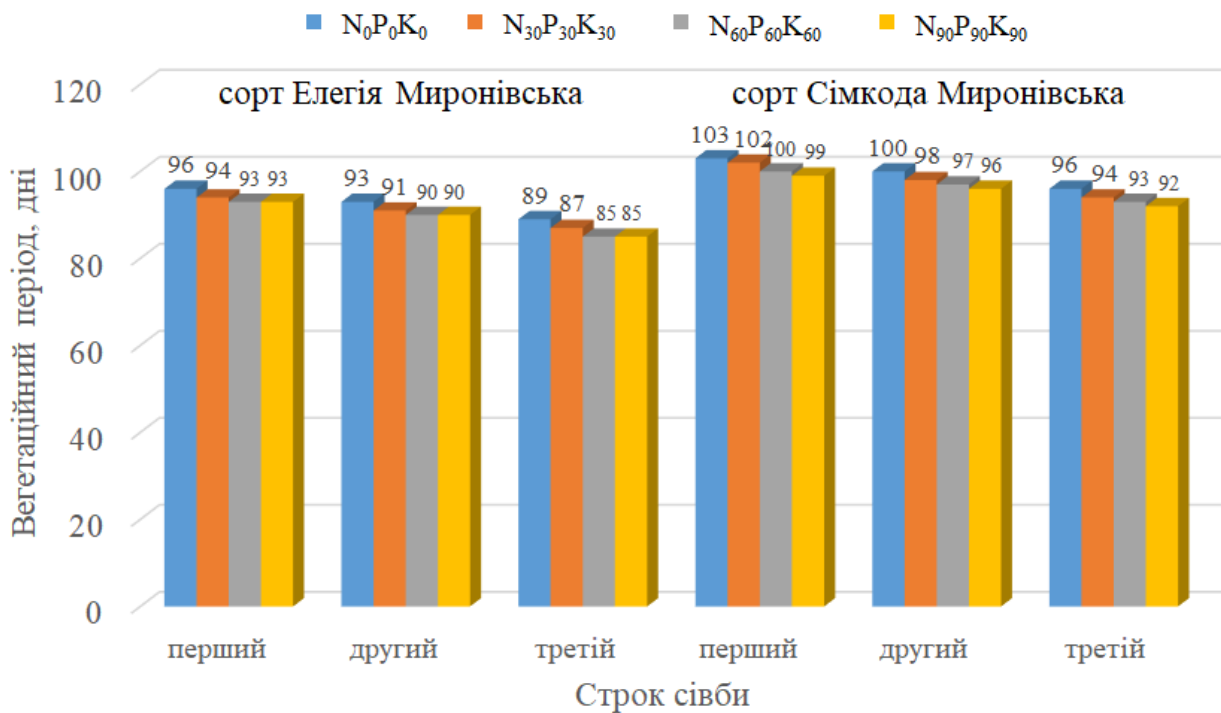


Рис. 3.3. Залежність вегетаційного періоду пшениці ярої від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби

Веgetаційний період пшениці ярої сорту Елегія Миронівська був довшим. Так, за умови 1-го строку сівби на контролі тривалість його становила 103 дня, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 102 дня, по 60 кг/га д.р. – 100 днів та по 90 кг/га д.р. – 99 днів. За 2-го строку сівби він був меншим і становив на контролі – 100 днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 98 днів, по 60 кг/га д.р. – 97 днів та по 90 кг/га д.р. – 96 днів. І за 3-го строку тривалість вегетаційного періоду на контролі була 96

днів, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору та калію: по 30 кг/га д.р. – 94 дня, по 60 кг/га д.р. – 93 дня та по 90 кг/га д.р. – 92 дня.

3.4. Густота продуктивного стеблостою пшениці ярої

Пшениця яра є основною зерновою культурою і має важливе значення для забезпечення продовольчої безпеки та розвитку аграрного сектора. Ефективність вирощування культури значною мірою залежить від оптимально сформованої густоти посіву за кількістю рослин на одиниці площі. Саме від цього показника залежить конкуренція між рослинами за світло, вологу та поживні речовини, а в підсумку і продуктивність агрофітоценозу. Важливими факторами підвищення врожайності сільськогосподарських культур, зокрема й пшениці ярої, є раціональне застосування мінеральних добрив, дотримання оптимальних строків сівби, норм висіву тощо.

Оптимальна кількість рослин пшениці ярої на одиниці площі посіву є визначальною, від якої залежить рівень урожайності культури [61, 85]. В науковій літературі питання густоти посіву досліджується вже протягом багатьох десятиліть [86, 87]. Занадто висока густота посіву призводить до надмірної конкуренції між рослинами, що знижує їхню біологічну продуктивність. Натомість при низькій густоті посівів значно зменшується загальна кількість продуктивних стебел на полі.

Дослідження також вказують на залежність оптимальної густоти посіву від ґрунтово-кліматичних умов, сортових особливостей та агротехнічних прийомів [88, 89]. Наприклад, сорти інтенсивного типу краще реалізують свій потенціал за меншої густоти, тоді як для традиційних сортів рекомендовано збільшену кількість рослин на одиниці площі посіву.

Крім того, сучасні підходи до вирощування ярої пшениці враховують впровадження технологій точного землеробства, що дає змогу оптимізувати густоту посіву залежно від зональних характеристик поля [90, 91].

Важливим чинником інтенсифікації рослинництва є мінеральні добрива [85, 92]. Яра пшениця належить до культур високих вимог щодо елементів живлення, особливо до азоту, фосфору та калію, які забезпечують формування

високопродуктивних посівів [93].

При вирощуванні сільськогосподарських культур, зокрема пшениці ярої, також значна увага надається строкам сівби. Від цього залежить, як формування посівів, так і кількість і якість вирощеного врожаю. Саме тому в технології вирощування пшениці вкрай важливим завданням є правильний вибір строку сівби [94]. Відхилення від оптимальних строків сівби навіть на один день спричиняє до зниження врожайності. Оптимізація строків сівби у поєднанні з ефективним застосуванням мінеральних добрив є запорукою формування оптимальної густоти рослин пшениці ярої, що у свою чергу сприяє підвищенню врожайності.

Таким чином, вище висвітлена інформація підтверджує важливість диференційованого підходу до встановлення кількості рослин пшениці ярої в процесі вирощування на одиниці площі посіву, що забезпечить стабільне зростання урожайності та ефективність виробництва.

За результатами проведених досліджень встановлено, що густота стояння рослин сортів пшениці ярої залежала від факторів включених в експеримент. Параметри показника знаходилися в межах від 295 до 332 шт./м² – у сорту Елегія Миронівська та від 295 до 333 шт./м² – у сорту Сімкода Миронівська (табл. 3.5). В середньому по досліді кількість рослин у досліджуваних сортів була – 317 та 318 шт./м².

Таблиця 3.5

Залежність кількості рослин пшениці ярої від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби, шт./м² (середнє за 2023-2025 рр.)

Норма добрив, кг/га Д.Р.	сорт Елегія Миронівська			сорт Сімкода Миронівська		
	строк сівби					
	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й
N ₀ P ₀ K ₀	307	302	295	309	303	295
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	332	324	314	332	324	312
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	329	322	312	331	323	311
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	330	323	314	333	325	313

Кількість рослин пшениці ярої залежала від мінерального удобрення, але

норми їх застосування до суттєвих змін не призводили. На контрольному варіанті, де добрива не вносили показники були найменшими і становили 301 шт./м² – у сорту Елегія Миронівська та 302 шт./м² – у сорту Сімкода Миронівська (табл. 3.6). На фонах мінерального живлення, де азот, фосфор, калій вносили у нормі по 30, 60, 90 кг/га д.р. кількість рослин була однаковою, що підтверджується проведеним статистичним аналізом на основі тесту Дункана. Так, значення показників знаходилися в одній гомогенній групі: у сорту Елегія Миронівська вони становили 321–323 шт./м², у сорту Сімкода Миронівська – 322–324 шт./м².

Таблиця 3.6

Залежність параметрів кількості рослин пшениці ярої від впливу норм мінеральних добрив, шт./м² (середнє за 2023-2025 рр.)

№	Норма добрив	сорт Елегія Миронівська	сорт Сімкода Миронівська	Гомогенні групи	
				1	2
1	N ₀ P ₀ K ₀	301	302	****	
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	323	323		****
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	321	322		****
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	322	324		****

Встановлено, що кількість рослин ярої пшениці на одиниці площі посіву залежала від умов розвитку за різних строків сівби. Закономірність змін результатів доведена. Найбільші значення показника були отримані при 1-му строковій сівбі 324 шт./м² – у сорту Елегія Миронівська та 326 шт./м² – у сорту Сімкода Миронівська (табл. 3.7). На варіанті 2-го строку сівби кількість рослин порівняно з першим строком зменшилася на 6 шт./м² – у сорту Елегія Миронівська та на 7 шт./м² – у сорту Сімкода Миронівська. Найменші параметри показника встановлені на варіанті досліду 3-го строку сівби у сорту Елегія Миронівська – 309 шт./м² та у сорту Сімкода Миронівська – 308 шт./м².

Отже, кількість рослин сортів пшениці ярої залежала від мінеральних добрив, але не від норм їх застосування. Показники на варіантах удобрення з нормами внесення по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію становили відповідно для

сорту Елегія Миронівська – 323; 321; 322 шт./м², а для сорту Сімкода Миронівська – 323; 322; 324 шт./м². Встановлено також залежність показника і від абіотичних факторів середовища. За 1-го, 2-го та 3-го строків сівби параметри для сорту Сімкода Миронівська становили 326; 319; 308 шт./м², а для сорту Елегія Миронівська – 324; 318; 309 шт./м², відповідно.

Таблиця 3.7

**Параметри кількості рослин пшениці ярої за різних строків сівби, шт./м²
(середнє за 2023-2025 рр.)**

№	Строк сівби	сорт Елегія Миронівська	сорт Сімкода Миронівська	Гомогенні групи		
				1	2	3
1	1-й	324	326	****		
2	2-й	318	319		****	
3	3-й	309	308			****

Важливим в структурі урожайності зернових культур є кількість продуктивних стебел на одиниці площі, яка характеризує процес кущення, густоту стояння рослин і, відповідно, загальний потенціал врожайності [61, 74]. На цей показник суттєво впливають строки сівби та рівень мінерального живлення.

Відомо, що оптимальні строки сівби забезпечують сприятливі умови для рівномірних сходів, гарного розвитку вузла кущення та формування необхідної кількості продуктивних стебел [95]. Занадто рання сівба може спричинити перерозвиненість рослин і підвищений ризик вилягання, тоді як запізнена – знижує коефіцієнт кущення і кількість продуктивних пагонів.

Не менш важливим чинником є забезпеченість рослин елементами живлення. Внесення оптимальних норм мінеральних добрив, особливо азотних, стимулює інтенсивність кущення та формування більшої кількості продуктивних стебел [96]. Однак надлишок азоту може викликати формування надмірної вегетативної маси, зниження стійкості до вилягання та погіршення якості зерна [97].

Таким чином, поєднання раціональних строків сівби з оптимальними нормами мінеральних добрив є визначальним у формуванні продуктивного

стеблостою, що безпосередньо впливає на рівень урожайності та якісні показники зерна.

На основі аналізу результатів проведених досліджень встановлено, що кількість продуктивних стебел на одиниці площі посіву сортів пшениці ярої суттєво залежала від факторів включених в експеримент. Параметри показника у сорту Елегія Миронівська знаходилися в межах від 306 до 595 шт./м², а у сорту Сімкода Миронівська – від 321 до 644 шт./м² (табл. 3.8). В середньому по досліді кількість продуктивних стебел у досліджуваних сортів була 446 шт./м² та 478 шт./м², відповідно.

Таблиця 3.8

Залежність кількості продуктивних стебел пшениці ярої від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби, шт./м² (середнє за 2023-2025 рр.)

Норма добрив, кг/га д.р.	сорт Елегія Миронівська			сорт Сімкода Миронівська		
	строк сівби					
	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й
N ₀ P ₀ K ₀	406	360	306	447	386	321
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	474	422	362	517	455	382
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	531	476	413	577	511	435
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	595	537	469	644	575	498

За одержаними результатами спостерігається, що кількість продуктивних стебел пшениці на одиниці площі посіву залежала від впливу застосованих мінеральних добрив та зовнішніх умов середовища при вирощуванні за різних строків сівби. Аналіз впливу факторів, зокрема мінеральних добрив показав, що при кожному наступному підвищенні рівня мінерального живлення відбувалося суттєве збільшення кількості пагонів кущіння, про що свідчать проведені статистичні розрахунки за критерієм Дункана. На контрольному варіанті N₀P₀K₀, без внесення добрив показник був найменшим: у сорту Елегія Миронівська він становив 357 шт./м² та у сорту Сімкода Миронівська – 384 шт./м² (табл. 3.9). На фоні мінерального удобрення із нормою внесення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію кількість продуктивних стебел збільшилася порівняно з контролем на 63

шт./м² – у сорту Елегія Миронівська і на 67 шт./м² – у сорту Сімкода Миронівська. При підвищенні норми добрив до 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію відбувалося суттєве збільшення пагонів кушення до 474 шт./м² та 508 шт./м² відповідно до зазначених вище сортів. І найбільші параметри показника були на варіанті добрив з нормою по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію і становили для сорту Елегія Миронівська – 534 шт./м² та для сорту Сімкода Миронівська – 572 шт./м².

Таблиця 3.9

Залежність параметрів кількості продуктивних стебел пшениці ярої від впливу норм мінеральних добрив, шт./м² (середнє за 2023-2025 рр.)

№	Норма добрив	сорт Елегія Миронівська	сорт Сімкода Миронівська	Гомогенні групи			
				1	2	3	4
1	N ₀ P ₀ K ₀	357	384	****			
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	420	451		****		
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	474	508			****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	534	572				****

Кількість продуктивних стебел пшениці залежала від умов середовища за різних строків сівби, що підтверджується проведеним статистичним аналізом на основі критерію Дункана. Так, у сорту Елегія Миронівська за першого строку сівби отримано найвище значення показника – 502 шт./м², за другого строку сівби спостерігалось істотне зниження кількості продуктивних стебел – 449 шт./м² і за третього строку сівби їх було найменше 388 шт./м² (табл. 3.10). У сорту Сімкода Миронівська параметри показника характеризувалися аналогічною закономірністю. Кількість продуктивних стебел істотно зменшувалася із зміщенням строків сівби від ранніх до більш пізніх: 546, 482, 409 шт./м² відповідно до зазначених вище строків сівби.

Отже, кількість продуктивних стебел пшениці ярої залежала від досліджуваних факторів включених в експеримент. На контролі та на варіантах із нормами внесення азоту, фосфору та калію по 30, 60, 90 кг/га д.р. параметри показника суттєво збільшувалися і становили відповідно для сорту Елегія

Миронівська – 357, 420, 474, 534 шт./м², для сорту Сімкода Миронівська – 384, 451, 508, 572 шт./м². Кількість продуктивних стебел залежала і від абіотичних умов середовища: за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби значення у сорту Елегія Миронівська становили 502, 449, 388 шт./м², у сорту Сімкода Миронівська – 546, 482, 409 шт./м².

Таблиця 3.10

Параметри кількості продуктивних стебел пшениці ярої за різних строків сівби, шт./м² (середнє за 2023-2025 рр.)

№	Строк сівби	сорт Елегія Миронівська	сорт Сімкода Миронівська	Гомогенні групи		
				1	2	3
1	1-й	502	546	****		
2	2-й	449	482		****	
3	3-й	388	409			****

Продуктивне кущення рослин є важливою біологічною властивістю за впливом на реалізацію складових компонентів структури урожайності зернових культур, зокрема й пшениці, адже в результаті процесу кущення відбуваються зміни співвідношення між кількістю сформованих продуктивних пагонів та кількістю рослин [61]. Від кущення значною мірою залежить структура агрофітоценозу та його функціональна здатність трансформації енергії сонячного світла в енергію ковалентних зав'язків біополімерів забезпечуючи цим самим процес асиміляції.

Важливу роль у регуляції коефіцієнта продуктивного кущення відіграють строки сівби [95, 98, 99]. Оптимальні строки створюють умови для дружніх сходів, інтенсивного розвитку вузла кущення і формування більшої кількості продуктивних стебел [100]. Ранні строки можуть сприяти утворенню надлишкової кількості пагонів, частина з яких відмирає, тоді як запізнілі строки часто призводять до зниження коефіцієнта продуктивного кущення через слабший розвиток рослин та обмежений період їх вегетації.

Забезпечення рослин елементами мінерального живлення є також важливим технологічним фактором [101, 102]. Азотні добрива, зокрема, впливають на процес

кущення і збільшують кількість пагонів, проте ефективність їх використання значною мірою залежить від поєднання з оптимальними строками сівби. Надмірні дози азоту за ранніх строків можуть спричинити надлишкове вегетативне наростання, тоді як недостатнє живлення за пізньої сівби не дає можливості сформувати необхідну кількість продуктивних стебел.

Саме тому поєднання сприятливих строків сівби та оптимальних норм мінеральних добрив є вирішальною умовою за впливом на продуктивне кущення рослин, що безпосередньо впливає, як на урожайність, так і на якість отриманого в процесі вирощування зерна пшениці ярої.

Результати проведених досліджень свідчать про те, що коефіцієнт продуктивного кущення сортів пшениці ярої залежав від норм застосованих мінеральних добрив та від умов середовища за різних строків сівби. Значення показника знаходилися в межах від 1,04 до 1,80 – у сорту Елегія Миронівська та від 1,09 до 1,93 – у сорту Сімкода Миронівська (табл. 3.11). В середньому по досліді коефіцієнт кущення у досліджуваних сортів був 1,40 та 1,50 відповідно.

Таблиця 3.11

Залежність продуктивного кущення пшениці ярої від впливу мінеральних добрив за різних строків сівби, коефіцієнт (середнє за 2023-2025 рр.)

Норма добрив, кг/га д.р.	сорт Елегія Миронівська			сорт Сімкода Миронівська		
	строк сівби					
	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й
$N_0P_0K_0$	1,32	1,19	1,04	1,45	1,27	1,09
$N_{30}P_{30}K_{30}$	1,43	1,30	1,16	1,56	1,41	1,22
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,61	1,48	1,32	1,74	1,58	1,40
$N_{90}P_{90}K_{90}$	1,80	1,66	1,49	1,93	1,77	1,59

За результатом проведеного статаналізу на основі тесту Дункана доведено ефективність впливу внесених мінеральних добрив на кущення рослин (табл. 3.12). Кожна із норм добрив формує окрему гомогенну групу, що вказує про істотні розходження при порівнянні їх один з одним, тобто градації фактора норм внесення

добрив за впливом на досліджувану ознаку дистанційно розмежовані. На варіанті без внесення добрив коефіцієнт кушення був найменшим і становив для сорту Елегія Миронівська – 1,19, а для сорту Сімкода Миронівська – 1,27. На варіанті із застосуванням норми добрив по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію коефіцієнт продуктивного кушення був істотно більшим, як для сорту Елегія Миронівська, так і для сорту Сімкода Миронівська, де показники становили 1,30 та 1,40, відповідно. Варіант із застосуванням норми добрив по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію сприяв подальшому збільшенню параметрам показника до 1,47 та 1,58 для зазначених вище сортів. Найбільше значення коефіцієнта продуктивного кушення встановлено на варіанті застосування норми мінерального добрива по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію у сорту Елегія Миронівська – 1,65 та у сорту Сімкода Миронівська – 1,76.

Таблиця 3.12

Продуктивне кушення пшениці ярої залежно від впливу норм мінеральних добрив, коефіцієнт (середнє за 2023-2025 рр.)

№	Норма добрив	сорт Елегія Миронівська	сорт Сімкода Миронівська	Гомогенні групи			
				1	2	3	4
1	N ₀ P ₀ K ₀	1,19	1,27	****			
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,30	1,40		****		
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,47	1,58			****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,65	1,76				****

Далі показано ефективність впливу умов середовища при різних строках сівби на коефіцієнт продуктивного кушення. Кожний із них утворює свою гомогенну групу, як для сорту Елегія Миронівська, так і для сорту Сімкода Миронівська, що свідчить про істотну різницю у порівнянні між собою за впливом на коефіцієнт кушення. Найбільші значення цього показника були завжди за 1-го строку сівби у сорту Елегія Миронівська – 1,54 та у сорту Сімкода Миронівська – 1,67 (табл. 3.13). За 2-го строку сівби відбувалося істотне зниження коефіцієнта кушення до 1,41 – у сорту Елегія Миронівська та до 1,51 – у сорту Сімкода

Миронівська. Найменші параметри показника забезпечив 3-й строк сівби – 1,25 та 1,33, відповідно до зазначених вище сортів.

Таблиця 3.13

**Продуктивне кушення пшениці ярої за різних строків сівби, коефіцієнт
(середнє за 2023-2025 рр.)**

№	Строк сівби	сорт Елегія Миронівська	сорт Сімкода Миронівська	Гомогенні групи		
				1	2	3
1	1-й	1,54	1,67	****		
2	2-й	1,41	1,51		****	
3	3-й	1,25	1,33			****

Отже, на контролі та на варіантах із нормами внесення азоту, фосфору та калію по 30, 60, 90 кг/га д.р. коефіцієнт продуктивного кушення пшениці ярої становив для сорту Елегія Миронівська – 1,19; 1,30; 1,47; 1,65, для сорту Сімкода Миронівська – 1,27; 1,40; 1,58; 1,76, відповідно. Встановлено залежність параметрів показника від абіотичного середовища: за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби для сорту Елегія Миронівська вони становили 1,54; 1,41; 1,25, для сорту Сімкода Миронівська – 1,67; 1,51; 1,33.

3.5. Формування площі листкової поверхні рослин пшениці ярої

До найважливіших фізіологічних умов забезпечення життєздатності рослин належить процес фотосинтезу, який відіграє значну роль у формуванні врожайності багатьох сільськогосподарських культур. Це унікальний процес на Землі, що відбувається у колослальних масштабах, під час якого енергія сонячного світла перетворюється на хімічну енергію органічних сполук. Ця сонячна енергія, накопичена зеленими рослинами становить основу життя для всіх біологічних організмів [103]. Від процесу фотосинтезу безпосередньо залежать і ріст, і розвиток рослин, а в результаті також і рівень їх врожайності. Оцінка фотосинтетичної продуктивності у рослин зазвичай проводиться за двома основними показниками: загальною площею поверхні листків та інтенсивністю процесів фотосинтезу.

Формування розмірів асимілюючої поверхні листка при вирощуванні сільськогосподарських культур обумовлене як технологічними чинниками, так і факторами вегетації [104, 105].

Врожайність сільськогосподарських культур, в тому числі й пшениці ярої, визначається показниками росту та розвитку рослин, їхнім фотосинтетичним апаратом, а також інтенсивністю процесу засвоєння поживних речовин упродовж всього вегетаційного періоду [104, 106]. Фотосинтез є одним із ключових біологічних процесів у природі, оскільки саме він забезпечує створення органічних сполук з вуглекислого газу та води під дією сонячної енергії.

Площа листової поверхні є ключовим показником фотосинтетичної активності рослин сільськогосподарських культур. Згідно з науковими джерелами, для досягнення високих врожаїв зернових культур, площа поверхні листків має становити 50-60 тис. м²/га. При таких умовах забезпечується оптимальне освітлення та достатнє водопостачання рослин у посівах [107, 108]. Чим більша площа листової поверхні, тим ефективніше посіви засвоюють сонячну радіацію, що призводить до інтенсивнішого накопичення органічних речовин і, як наслідок, до збільшення врожайності сільськогосподарських культур [109].

Листковий апарат та його фотосинтезуюча поверхня відіграють ключову роль у формуванні основного репродуктивного органу рослин, зокрема продуктивного колоса. Життєво важливі процеси росту та розвитку всієї рослини залежать від розміру листків та їхньої здатності поглинати сонячну енергію для її трансформації в органічні сполуки. Як правило, площа листової поверхні збільшується протягом першої половини вегетаційного періоду, досягаючи свого максимуму. Після цього, на завершальному етапі вегетації, спостерігається зменшення площі листків, а накопичені в них органічні речовини переміщуються до репродуктивних частин рослини [110].

У зелених частинах рослин, таких як листки та стебла, відбувається фотосинтез, що відповідає за утворення та накопичення переважної більшості органічних сполук (до 90-95%) в їхніх клітинах. Зокрема, приблизно 80% від загальної біомаси врожаю пшениці формується саме у листках. Таким чином,

листок є головним органом, що здійснює фотосинтез і транспірацію. Ефективність та життєдіяльність листкової системи значною мірою визначається темпами її розвитку та динамікою формування загальної площі листків. Число, розмір і розташування листків на рослині безпосередньо впливають на обсяг сонячної енергії, яку вона здатна абсорбувати [111].

Головним показником оцінки агрофітоценозів, як фотосинтетичної системи, є ріст і розвиток листків за площею їхньої поверхні [112]. Розміри листків на стебловій частині рослин, термін їхньої функціональної активності та тривалість вегетації здебільшого впливають на утворення листкового покриву. Розміри листків пшениці та їхня фізіологічна діяльність багато в чому залежать від застосованих технологічних прийомів при вирощуванні.

Величина листового апарату рослин також залежить і від інших чинників, зокрема кліматичних та біологічних. Досить важливою умовою для одержання високого врожаю є збереження функціональної здатності листкової поверхні впродовж усього періоду росту рослин [113]. Відомо, що висока фотосинтетична активність посилює ефективний процес цвітіння, що сприяє збільшенню продуктивності колоса через зростання кількості зернівок.

Одним із важливих методів підвищення продуктивності сільськогосподарських культур є агротехнічний прийом внесення мінеральних добрив [113, 114]. Завдяки належному забезпеченню рослин мінеральними речовинами відбувається цілеспрямоване регулювання їхнього росту та розвитку, що сприяє формуванню високих урожаїв належної якості [74].

Р.А. Вожегова та Л.А. Сергєєв звертають увагу на те, що внесення добрив суттєво впливає на роботу листкової поверхні рослин, що допомагає посівам активно поглинати світлову енергію для фотосинтезу. Проте, максимального ефекту від добрив можна досягти лише в комплексі з іншими агротехнологічними прийомами [115].

Отже, важливим є вивчення закономірностей зміни площі листкової поверхні посівів ярої пшениці, що зумовлені різними нормами мінеральних добрив за умов різних строків сівби.

Проведені дослідження свідчать, що норми мінеральних добрив за різних строків сівби суттєво впливали на площу листкової поверхні ярої пшениці на всіх етапах росту та розвитку рослин.

Внесення мінеральних добрив за всіх строків сівби забезпечувало збільшення параметрів показника рослин протягом періоду від фази кущення до фази колосіння. В середньому за 2023-2025 роки площа листкової поверхні рослин ярої пшениці у сорту Сімкода Миронівська на варіантах удобрення була достовірно вищою порівняно з контрольним варіантом (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Вплив норм мінеральних добрив на площу листкової поверхні сорту пшениці ярої Сімкода Миронівська, тис. м²/га (середнє за 2023-2025 рр.)

№	Норма добрив	Площа листкової поверхні по фазах			Гомогенні групи			
		кущення	вихід в трубку	колосіння	1	2	3	4
1	N ₀ P ₀ K ₀	14,09	27,83	40,13	****			
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	17,94	31,19	43,11		****		
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	20,59	33,50	45,20			****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	22,39	34,80	46,37				****

За результатами тесту Дункана встановлено, що найменші значення показника формувалися на контролі у фазах: кущення – 14,09 тис. м²/га, вихід в трубку – 27,83 тис. м²/га та колосіння – 40,13 тис. м²/га. Внесення мінеральних добрив в нормі по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію забезпечило суттєве збільшення площі листків порівняно до контролю на 3,85; 3,36 та 2,98 тис. м²/га, відповідно до вище зазначених фенофаз розвитку. Подальше підвищення норми добрив до 60 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію сприяло інтенсивному наростанню асиміляційної поверхні рослин у фази кущення, вихід в трубку та колосіння – 20,59 тис. м²/га; 33,50 та 45,20 тис. м²/га, відповідно. Норма добрив, де азот, фосфор та калій вносили по 90 кг/га д.р. забезпечила максимальні значення фотосинтетичної поверхні у фазах: кущення – 22,39 тис.м²/га, вихід в трубку – 34,80 тис.м²/га та колосіння – 46,37 тис.м²/га.

Результати статистичного аналізу за критерієм Дункана свідчать, що абіотичні умови за різних строків сівби також впливали на формування фотосинтетичної поверхні листків. Зокрема, за 1-го строку отримано найвищі значення показника у фазах: кущіння – 20,38 тис. м²/га, вихід в трубку – 33,24 тис. м²/га і колосіння – 45,03 тис. м²/га. При зміщенні термінів сівби на 2-ий строк площа листової поверхні ставала істотно меншою порівняно до 1-го строку на 1,74; 1,51 та 1,41 тис. м²/га на всіх етапах вегетації. За 3-го строку сівби отримано найменші значення показника у фазах: кущіння – 17,23 тис.м²/га, вихід в трубку – 30,52 тис.м²/га та колосіння – 42,46 тис.м²/га.

Таблиця 3.15

**Формування площі листової поверхні сорту пшениці ярої Сімкода
Миронівська за різних строків сівби, тис. м²/га (середнє за 2023-2025 рр.)**

№	Строк сівби	Площа листової поверхні по фазах			Гомогенні групи		
		кущіння	вихід в трубку	колосіння	1	2	3
1	1-й	20,38	33,24	45,03	****		
2	2-й	18,64	31,73	43,62		****	
3	3-й	17,23	30,52	42,46			****

Оцінка впливу норм мінеральних добрив на формування фотосинтетичної поверхні листків пшениці ярої сорту Елегія Миронівська наведена в табл. 3.16. За результатами проведеного дисперсійного аналізу із застосуванням критерію Дункана підтверджено вплив досліджуваного фактора. Наведені дані вказують на те, що кожне підвищення норми мінеральних добрив забезпечувало істотне збільшення асиміляційної листової поверхні рослин. На основі одержаних результатів за критерієм Дункана виділено чотири статистичних гомогенних групи, що підтверджує ефективність досліджуваного фактора за проведеним порівнянням середніх значень фотосинтетичної поверхні листків між варіантами.

За результатами статистичного аналізу встановлено, що контрольний варіант, без внесення мінеральних добрив займає першу гомогенну групу. Параметри показника були суттєво найменшими і становили у фазах: кушення –

12,80 тис. м²/га, вихід в трубку – 26,66 тис. м²/га і колосіння – 39,03 тис. м²/га. Застосування норми добрив по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію забезпечило збільшення асиміляційної поверхні листків порівняно з контролем у фазах: кущення – на 3,58 тис. м²/га, вихід в трубку – 3,17 тис. м²/га і колосіння – 2,87 тис. м²/га. Норма добрив із внесенням по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію також виявилася ефективною, де значення показника становили 18,64; 31,66; 43,56 тис. м²/га, відповідно до вище зазначених фаз розвитку. Максимальну результативність показав варіант із внесенням азоту, фосфору та калію по 90 кг/га д.р., де площа листової поверхні рослин була істотно найбільшою на всіх етапах розвитку: 20,27 тис. м²/га – кушіння, 32,86 тис. м²/га – вихід в трубку і 44,38 тис. м²/га – колосіння.

Таблиця 3.16

Вплив норм мінеральних добрив на площу листової поверхні сорту пшениці ярої Елегія Миронівська, тис. м²/га (середнє за 2023-2025 рр.)

№	Норма добрив	Площа листової поверхні по фазах			Гомогенні групи			
		кушіння	вихід в трубку	колосіння	1	2	3	4
1	N ₀ P ₀ K ₀	12,80	26,66	39,03	****			
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	16,38	29,83	41,90		****		
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	18,64	31,66	43,56			****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	20,27	32,86	44,38				****

Результати дисперсійного аналізу за критерієм Дункана підтверджують перевагу ранніх строків сівби для формування фотосинтетичного апарату листків пшениці ярої. Найвищі показники були за 1-го строку і становили у фази: кущення – 18,49 тис. м²/га, вихід в трубку – 31,64 тис. м²/га і колосіння – 43,51 тис. м²/га (табл. 3.17). Подальше зміщення строків сівби призводило до суттєвого зниження асиміляційної листової поверхні. Зокрема, за 2-го строку сівби параметри показника зменшилися у фази: кущення – до 16,89 тис. м²/га, вихід в трубку – 30,14 тис. м²/га і колосіння – 42,09 тис. м²/га. Найменші значення площі листків отримано за 3-го строку сівби – 15,68; 28,98 та 41,05 тис.м²/га залежно від фаз розвитку.

Отже, доведено вплив добрив на формування асиміляційної поверхні посівів

пшениці ярої. На варіантах із нормою внесення азоту, фосфору, калію по 30, 60, 90 кг/га д.р. у сорту Сімкода Миронівська параметри показника становили у фазу кущення – 17,94; 20,59; 22,39 тис. м²/га, вихід в трубку – 31,19; 33,50; 34,80 тис. м²/га та колосіння – 43,11; 45,20; 46,37 тис. м²/га. Аналогічна закономірність встановлена і у сорту Елегія Миронівська.

Таблиця 3.17

**Формування площі листкової поверхні сорту пшениці ярої Елегія
Миронівська за різних строків сівби, тис. м²/га (середнє за 2023-2025 рр.)**

№	Строк сівби	Площа листкової поверхні по фазах			Гомогенні групи		
		кущиння	вихід в трубку	колосіння	1	2	3
1	1-й	18,49	31,64	43,51	****		
2	2-й	16,89	30,14	42,09		****	
3	3-й	15,68	28,98	41,05			****

Встановлено також залежність площі листкової поверхні посівів пшениці ярої від абіотичних умов за різних строків сівби. За 1-го, 2-го та 3-го строків сівби значення показника у сорту Сімкода Миронівська становили у фазу кущення – 20,38; 18,64; 17,23 тис. м²/га, вихід в трубку – 33,24; 31,73; 30,52 тис. м²/га та колосіння – 45,03; 43,62; 42,46 тис. м²/га. Подібна закономірність виявлена і у сорту Елегія Миронівська.

Висновки до розділу 3.

Встановлено, що показник польової схожості насіння сортів пшениці ярої залежав від внесених мінеральних добрив, але не від норм їх застосування. На варіантах із нормою внесення азоту, фосфору, калію по 30, 60, 90 кг/га д.р. він становив відповідно для сорту Елегія Миронівська – 91,53; 91,28; 91,61%, а для сорту Сімкода Миронівська – 91,45; 91,08; 91,22%. Польова схожість насіння ярої пшениці також залежала і від абіотичних факторів середовища. За 1-го, 2-го та 3-го строків сівби значення показника для сорту Сімкода Миронівська становили: 91,36; 91,56; 89,81%, а для сорту Елегія Миронівська – 91,44; 91,23; 89,71%, відповідно.

Встановлено, що загальне виживання рослин сортів пшениці ярої залежало від мінеральних добрив, але не від норм їх застосування. На варіантах із нормою внесення азоту, фосфору, калію по 30, 60, 90 кг/га д.р. показники становили відповідно для сорту Елегія Миронівська – 80,81; 80,33; 90,64%, а для сорту Сімкода Миронівська – 80,61; 80,36; 81,00%. Виживання рослин пшениці ярої залежало і від абіотичних факторів середовища. За 1-го, 2-го та 3-го строків сівби значення показника для сорту Сімкода Миронівська становили: 81,12; 79,50; 77,19%, а для сорту Елегія Миронівська – 81,54; 79,65; 76,96%, відповідно. Частка впливу для норм мінеральних добрив у сорту Елегія Миронівська становила 66,45%, для строків сівби – 32,94%, а у сорту Сімкода Миронівська – 57,74% та 41,45% відповідно.

Вегетаційний період пшениці ярої у роки проведення досліджень зумовлювався, як нормами мінеральних добрив, так і абіотичними умовами вирощування за різних строків сівби, які визначали тривалість окремих фенологічних фаз росту і розвитку рослин. В середньому за 2023-2025 роки досліджень його тривалість у сорту Елегія Миронівська знаходилася в межах від 85 до 96 днів, у сорту Сімкода Миронівська – від 92 до 103 дні.

Кількість рослин сортів пшениці ярої залежала від мінеральних добрив, але не від норм їх застосування. На варіантах із нормою внесення азоту, фосфору, калію по 30, 60, 90 кг/га д.р. показники становили відповідно для сорту Елегія Миронівська – 323; 321; 322 шт./м², а для сорту Сімкода Миронівська – 323; 322; 324 шт./м². Встановлено також залежність показника і від абіотичних факторів середовища. За 1-го, 2-го та 3-го строків сівби параметри для сорту Сімкода Миронівська становили: 326; 319; 308 шт./м², а для сорту Елегія Миронівська – 324; 318; 309 шт./м², відповідно.

Кількість продуктивних стебел пшениці ярої залежала від досліджуваних факторів включених в експеримент. На контролі та на варіантах із нормами внесення азоту, фосфору та калію по 30, 60, 90 кг/га д.р. параметри показника суттєво збільшувалися і становили відповідно для сорту Елегія Миронівська – 357, 420, 474, 534 шт./м², для сорту Сімкода Миронівська – 384, 451, 508, 572 шт./м².

Кількість продуктивних стебел залежала і від абіотичних умов середовища: за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби у сорту Елегія Миронівська значення становили 502, 449, 388 шт./м², у сорту Сімкода Миронівська – 546, 482, 409 шт./м².

На контролі та на варіантах із нормами внесення азоту, фосфору та калію по 30, 60, 90 кг/га д.р. коефіцієнт продуктивного кушення пшениці ярої становив для сорту Елегія Миронівська – 1,19; 1,30; 1,47; 1,65, для сорту Сімкода Миронівська – 1,27; 1,40; 1,58; 1,76, відповідно. Встановлено залежність параметрів показника від абіотичних факторів: за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби для сорту Елегія Миронівська вони становили 1,54; 1,41; 1,25, у сорту Сімкода Миронівська – 1,67; 1,51; 1,33.

Доведено, що формування асиміляційної листкової поверхні посівів ярої пшениці залежало від застосування мінеральних добрив. На варіантах із нормою внесення азоту, фосфору, калію по 30, 60, 90 кг/га д.р. у сорту Сімкода Миронівська показники становили у фази: кушення – 17,94; 20,59; 22,39 тис. м²/га, вихід в трубку – 31,19; 33,50; 34,80 тис. м²/га, колосіння – 43,11; 45,20; 46,37 тис. м²/га, відповідно. Аналогічний характер впливу мінеральних добрив на формування площі листкової поверхні спостерігався і у сорту Елегія Миронівська.

Встановлено також, що асиміляційна поверхня листків ярої пшениці залежала і від абіотичних умов вирощування при різних строках сівби. За 1-го, 2-го та 3-го строків сівби значення показника для сорту Сімкода Миронівська становили у фази: кушіння – 20,38; 18,64; 17,23 тис. м²/га, вихід в трубку – 33,24; 31,73; 30,52 тис. м²/га, колосіння – 45,03; 43,62; 42,46 тис. м²/га, відповідно. Для сорту Елегія Миронівська підтверджена подібна закономірність щодо строків сівби.

Опубліковані праці за розділом 3

1. Сікора А.Г. Формування площі листкової поверхні пшениці ярої залежно від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби. *Аграрні інновації*. 2024. №26. С. 106-110. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.26.15>

2. Sikora A. Agrotechnological and biological factors of growing spring wheat in the conditions of the Western Forest Steppe. *Konferencja naukowa «Zdrowie roślin w*

dobie aktualnych wyzwań». Polskie towarzystwo fitopatologiczne. Warszawa 24-26 września 2024. С. 253.

3. Сікора А.Г. Загальне виживання рослин пшениці ярої залежно від впливу технологічних та абіотичних факторів. *Інновації в агросекторі: наука і практика для сталого розвитку: матеріали науково-практичної конференції. 11 листопада 2025 р. Снятин, 2025. С. 10-12.*

РОЗДІЛ 4

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ЗА СТРУКТУРНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ

4.1. Урожайність зерна пшениці ярої

Пшениця яра належить до основних зернових культур, що забезпечують продовольчу та економічну стабільність аграрного сектору України [116]. Нестабільність її урожайності значною мірою зумовлена мінливістю гідротермічних умов вегетації. Високі та низькі температури, нерівномірне вологозабезпечення ґрунту, а також тривалі періоди посухи часто спричиняють зниження врожайності сільськогосподарських культур, зокрема й пшениці. Відомо, що вагомим чинником від якого залежить рівень урожайності культури, є дотримання оптимальних строків сівби, які забезпечують своєчасне проходження критичних фенофаз росту та розвитку рослин. Паралельно з цим, інтенсивність накопичення біомаси та якісні показники зерна визначаються рівнем мінерального живлення. Нині в сучасних умовах землеробства пріоритетним є пошук раціонального поєднання строків сівби та норм добрив для максимально повної реалізації генетичного потенціалу сортів.

Пшениця (*Triticum aestivum* L.) є ключовою зерновою культурою не лише в Україні, але й у всьому світі, і для значної частини населення зерно її є продуктом харчування [117].

До ключових елементів технології вирощування колосових зернових культур, в т.ч. пшениці, належить обґрунтований вибір строків сівби. Особливої актуальності це набуває в умовах кліматичних змін, що є однією з провідних наукових проблем. Правильний вибір строку сівби розглядається як важливий чинник забезпечення високої врожайності зерна [118, 119].

Дотримання оптимальних строків сівби для створення сприятливих умов вирощування є важливим засобом пом'якшення негативного впливу стресів, зумовлених спекою та посухою [120]. У низці досліджень зазначається, що ранні

строки сівби, як правило, подовжують період наливу зерна та сприяють підвищенню врожайності, тоді як пізні, навпаки, можуть збільшувати вміст білка, але водночас знижувати рівень урожаю. Подібні результати отримано в багаторічних експериментах як для пшениці, так і для споріднених зернових культур [121, 122, 123].

До найвагоміших чинників, що впливають на формування врожайності колосових зернових культур, належать мінеральні добрива. Їх застосування забезпечує інтенсивний ріст і розвиток рослин, сприяє накопиченню біомаси та формуванню асиміляційної листкової поверхні, що в підсумку підвищує врожайність і покращує якість зерна [108].

Оптимізація строків сівби та рівнів мінерального живлення є визначальними чинниками підвищення продуктивності ярої пшениці, що підтверджується численними польовими дослідженнями в різних агрокліматичних умовах. Встановлено, що відхилення від оптимальних термінів сівби – як у бік ранніх, так і пізніх – призводить до зниження врожайності: кожен день такого відхилення супроводжується помітними змінами продуктивності та тривалості вегетаційних фаз, що зрештою впливає на масу й кількість зерен у колосі [125].

Попри значний обсяг наукових досліджень, проведених як в Україні, так і за її межами, у технології вирощування зернових культур і досі існують прогалини, зумовлені появою нових сортів та змінами кліматичних умов. У зв'язку з цим зростає актуальність вивчення взаємодії строків сівби з технологічними чинниками, зокрема системами мінерального живлення.

Урожайність зерна ярої пшениці формується під впливом багатьох факторів, у тому числі технологічних. За результатами наших досліджень встановлено підвищення врожайності зерна при застосуванні різних норм мінеральних добрив порівняно з контрольним варіантом (табл. 4.1).

За норми внесення азоту, фосфору, калію по 30 кг/га д.р. рівень урожайності зерна для 1-го, 2-го та 3-го строків сівби становив відповідно 5,43; 4,94; 4,37 т/га у сорту Елегія Миронівська та 5,86; 5,34; 4,69 т/га у сорту Сімкода Миронівська. Порівняно з контрольним варіантом приріст урожайності для цих сортів склав

відповідно 0,75; 0,71; 0,71 т/га та 0,78; 0,77; 0,75 т/га. Підвищення норми внесення азоту, фосфору, калію по 60 кг/га д.р. забезпечило подальше зростання врожайності зерна. Додаткова прибавка порівняно з варіантом внесення азоту, фосфору, калію по 30 кг/га д.р. становила для сорту Елегія Миронівська 0,50; 0,48; 0,45 т/га, а для сорту Сімкода Миронівська – 0,54; 0,51; 0,47 т/га відповідно до 1-го, 2-го та 3-го строків сівби. Подальше збільшення норми внесення азоту, фосфору, калію по 90 кг/га д.р. також сприяло суттєвому підвищенню врожайності ярої пшениці. Різниця між варіантами внесення N, P, K по 60 та 90 кг/га д.р. за відповідними строками сівби становила для сорту Елегія Миронівська 0,34; 0,31; 0,29 т/га, а для сорту Сімкода Миронівська – 0,34; 0,33; 0,33 т/га.

Таблиця 4.1

Рівень урожайності зерна ярої пшениці залежно від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби, т/га (середнє за 2023-2025 рр.)

Норма добрив, кг/га д.р.	сорт Елегія Миронівська			сорт Сімкода Миронівська		
	строк сівби					
	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й
N ₀ P ₀ K ₀	4,68	4,23	3,66	5,08	4,57	3,94
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,43	4,94	4,37	5,86	5,34	4,69
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,93	5,42	4,82	6,40	5,85	5,16
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	6,27	5,73	5,11	6,74	6,18	5,49

За результатами тесту Дункана встановлено, що в середньому за 2023-2025 роки досліджень найнижчий рівень урожайності зерна спостерігався на контрольному варіанті і становив 4,19 т/га для сорту Елегія Миронівська та 4,53 т/га для сорту Сімкода Миронівська (табл. 4.2). Застосування мінеральних добрив у нормі по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію сприяло достовірному підвищенню врожайності до 4,91 т/га та 5,30 т/га відповідно для зазначених сортів. Подальше збільшення норми до 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію забезпечило зростання показника до 5,39 т/га у сорту Елегія Миронівська та 5,80 т/га у сорту Сімкода Миронівська. Найвищі значення врожайності отримано за норми внесення азоту,

фосфору, калію по 90 кг/га д.р.: 5,70 т/га для сорту Елегія Миронівська та 6,14 т/га для сорту Сімкода Миронівська.

Важливу роль відіграють також абіотичні чинники зовнішнього середовища, які впливають на ріст і розвиток рослин, а також на формування та продуктивність посівів. Від обґрунтованого вибору строків сівби значною мірою залежить досягнення максимального рівня врожайності сільськогосподарських культур.

Таблиця 4.2

Урожайність зерна ярої пшениці залежно від впливу норм мінеральних добрив, т/га (середнє за 2023-2025 рр.)

№	Норма добрив	сорт Елегія Миронівська	сорт Сімкода Миронівська	Гомогенні групи			
				1	2	3	4
1	N ₀ P ₀ K ₀	4,19	4,53	****			
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4,91	5,30		****		
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,39	5,80			****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	5,70	6,14				****

За результатами тесту Дункана, також встановлено залежність рівня врожайності зерна пшениці від умов вирощування за різних строків сівби (табл. 4.3). Найвищі показники зафіксовано за 1-го строку сівби: у сорту Елегія Миронівська – 5,58 т/га, у сорту Сімкода Миронівська – 6,02 т/га. За 2-го строку сівби врожайність була достовірно нижчою – на 0,50 та 0,54 т/га відповідно порівняно з 1-м строком для зазначених сортів. Найнижчі значення отримано за 3-го строку сівби: 4,49 т/га у сорту Елегія Миронівська та 4,82 т/га у сорту Сімкода Миронівська.

Відтак, як технологічні, так і абіотичні чинники істотно впливають на рівень урожайності зерна ярої пшениці (рис. 4.1), причому їхня частка є різною. У сорту Елегія Миронівська частка строків сівби становила 37,76%, тоді як норм мінеральних добрив – 62,15%. У сорту Сімкода Миронівська вона становила відповідно 39,64% і 60,30%.

Враховуючи вищевикладене, підтверджено залежність рівня врожайності

зерна ярої пшениці від норм внесення мінеральних добрив. Зокрема, на варіантах із нормою внесення азоту, фосфору, калію по 30, 60, 90 кг/га д.р. урожайність у сорту Елегія Миронівська становила відповідно 4,91; 5,39; 5,70 т/га, а у сорту Сімкода Миронівська – 5,30; 5,80; 6,14 т/га.

Таблиця 4.3

**Урожайність зерна ярої пшениці за різних строків сівби, т/га
(середнє за 2023-2025 рр.)**

№	Строк сівби	сорт Елегія Миронівська	сорт Сімкода Миронівська	Гомогенні групи		
				1	2	3
1	1-й	5,58	6,02	****		
2	2-й	5,08	5,48		****	
3	3-й	4,49	4,82			****

Також встановлено, що формування врожайності зерна ярої пшениці залежить від умов навколишнього середовища за різних строків сівби. За 1-го, 2-го та 3-го строків сівби показники врожайності для сорту Елегія Миронівська становили 5,58; 5,08; 4,49 т/га, а для сорту Сімкода Миронівська — 6,02; 5,48; 4,82 т/га відповідно.

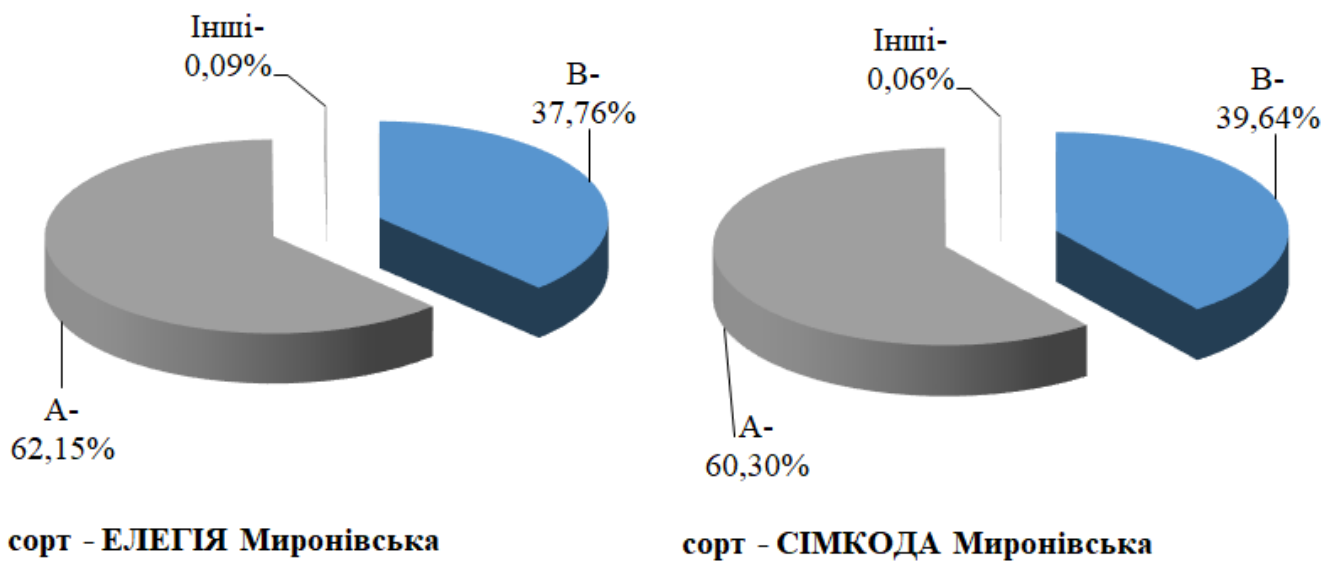


Рис. 4.1. Частка впливу факторів на урожайність зерна пшениці ярої (фактор А – мінеральні добрива, фактор В – строк сівби)

Частка впливу досліджуваних факторів була різною: у сорту Елегія Миронівська на строки сівби припадало 37,76%, а на норми мінеральних добрив – 62,15%; у сорту Сімкода Миронівська вона склала відповідно 39,64% і 60,30%.

4.2. Продуктивність колоса за показником кількості зерен пшениці ярої

Як одна з найважливіших продовольчих культур у світі пшениця яра (*Triticum aestivum* L.) відіграє ключову роль у формуванні продовольчої безпеки багатьох країн. До важливого складового компонента, за впливом на рівень урожайності цієї культури, належить показник продуктивності колоса за кількістю зернин та загальна їх кількість на рослині. Кількість зернин прямо пов'язана з процесами цвітіння та розвитку колосу, а також є однією з головних ознак селекційної оцінки продуктивності сортів пшениці ярої, оскільки вона безпосередньо впливає на масу врожаю і виробничі показники зерна [100, 111].

На сьогоднішній день низка досліджень показують, що значення кількості зерен у колосі пшениці ярої варіюється залежно від сорту та умов вирощування. Так, за даними польових досліджень українських вчених, кількість зерен в одному колосі м'якої пшениці ярої коливалася приблизно від 26 до 32 зерен, залежно від сортових особливостей та умов вирощування [128]. Інші дослідження також підтверджують, що середнє значення числа зерен у колосі може змінюватись у межах приблизно 30–60 зерен як для пшениці твердого, так і м'якого типу, що є важливим компонентом для формування високого врожаю [129].

Таким чином, кількість зерен у колосі пшениці ярої – це одна з основних продуктивних ознак, яка відображає як генетичні властивості сорту, так і вплив агротехніки, а її вивчення необхідне для селекційної роботи, прогнозування врожайності та оптимізації технології виробництва зерна [130].

Отримані результати показують, що озерненість колоса пшениці ярої між сортами істотно відрізнялася, що свідчить про сортові особливості формування елементів структури врожаю та різну реакцію генотипів на умови вирощування. У сорту Елегія Миронівська кількість зерен в колосі була 28,66 шт., у сорту Сімкода Миронівська – 28,16 шт. При порівнянні отриманих даних різниця – 0,50 шт.

істотна; імовірність нульової гіпотези на рівні значущості 0,05 становить $p=0,00$.

За отриманими результатами досліджень встановлено, що фактори включені в експеримент істотно впливають на озерненість колоса пшениці ярої (табл. 4.4). При внесенні норми добрив по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію в середньому за умови 1-го, 2-го та 3-го строків сівби кількість зерен в колосі пшениці ярої становила для сорту Елегія Миронівська – 28,49; 29,15; 29,68 шт. та для сорту Сімкода Миронівська – 28,03; 28,65; 29,15 шт. Порівняно до варіанта без внесення добрив параметри показника у вище зазначених сортів зменшилися відповідно на 0,34; 0,42; 0,46 шт. та 0,32; 0,39; 0,44 шт. Внесення норми мінеральних добрив по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби порівняно до варіанта з нормою внесення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію спричиняло зменшення кількості зерен в колосі пшениці ярої: для сорту Елегія Миронівська – на 0,47; 0,54; 0,64 шт. та для сорту Сімкода Миронівська – на 0,45; 0,53; 0,61 шт. Застосування мінерального живлення в нормі по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію порівняно до варіанта з нормою по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію призводило до подальшого істотного зниження параметрів показника. За 1-го, 2-го та 3-го строків сівби різниця даних між цими варіантами становила відповідно 1,09; 1,11; 1,10 шт. та 1,10; 1,13; 1,16 шт. – для сортів Елегія Миронівська та Сімкода Миронівська.

Таблиця 4.4

Залежність кількості зерен колоса пшениці ярої від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби, шт. (середнє за 2023-2025 рр.)

Норма добрив, кг/га д.р.	сорт Елегія Миронівська			сорт Сімкода Миронівська		
	строк сівби					
	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й
$N_0P_0K_0$	28,83	29,57	30,14	28,35	29,04	29,59
$N_{30}P_{30}K_{30}$	28,49	29,15	29,68	28,03	28,65	29,15
$N_{60}P_{60}K_{60}$	28,02	28,61	29,04	27,58	28,12	28,54
$N_{90}P_{90}K_{90}$	26,93	27,50	27,94	26,48	26,99	27,38

На основі проведеного тесту Дункана середні значення озерненості колоса пшениці за впливом фактора А: контроль та варіанти із нормами внесення мінеральних добрив по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію для сорту Елегія Миронівська становили – 29,51; 29,11; 28,56; 27,46 шт., для сорту Сімкода Миронівська – 28,99; 28,61; 28,08; 26,95 шт. (табл. 4.5). Оцінювання впливу норм мінеральних добрив на параметри досліджуваного показника пшениці свідчить, що їх внесення спричиняло зниження реалізації біологічного потенціалу генеративних органів. В результаті при збільшенні норм добрив кількість зерен в колосі пшениці ярої суттєво зменшувалася від 29,51 до 27,46 шт. – у сорту Елегія Миронівська та від 28,99 до 26,95 шт. – у сорту Сімкода Миронівська.

Таблиця 4.5

Кількість зерен колоса пшениці ярої залежно від впливу норм мінеральних добрив, шт. (середнє за 2023-2025 рр.)

№	Норма добрив	сорт Елегія Миронівська	сорт Сімкода Миронівська	Гомогенні групи			
				1	2	3	4
1	N ₀ P ₀ K ₀	29,51	28,99	****			
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	29,11	28,61		****		
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	28,56	28,08			****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	27,46	26,95				****

Зовнішні умови середовища при вирощуванні за різних строків сівби впливали на реалізацію продуктивності колоса за кількістю зерен (табл. 4.6). Зміщення строків сівби від ранніх до більш пізніх сприяло збільшенню параметрів цього показника. В середньому по досліді за критерієм Дункана за 1-го строку сівби озерненість колоса була найменшою і становила у сорту Елегія Миронівська 28,07 шт., а у сорту Сімкода Миронівська – 27,61 шт. При сівбі за 2-го строку значення показника було більшим порівняно до 1-го строку на 0,64 шт. та 0,59 шт. відповідно до зазначених вище сортів. Найбільша кількість зерен в колосі пшениці була за 3-го строку сівби: у сорту Елегія Миронівська – 29,20 шт. та у сорту Сімкода Миронівська – 28,66 шт. Тобто між даними всіх строків сівби встановлена істотна

різниця, що свідчить відповідно про ефективність кожного строку сівби, який утворює свою окрему гомогенну групу. Різниця озерненості колоса між даними 1-го, 2-го та 3-го строків сівби у сорту Елегія Миронівська становила 1,13 шт.; у сорту Сімкода Миронівська – 1,05 шт.

Таблиця 4.6

**Кількість зерен колоса пшениці ярої за різних строків сівби, шт.
(середнє за 2023-2025 рр.)**

№	Строк сівби	сорт Елегія Миронівська	сорт Сімкода Миронівська	Гомогенні групи		
				1	2	3
1	1-й	28,07	27,61	****		
2	2-й	28,71	28,20		****	
3	3-й	29,20	28,66			****

Оцінка технологічного та абіотичного факторів, як джерел варіації за часткою впливу на озерненість колоса пшениці ярої показала наступні результати: у сорту Елегія Миронівська вона склала для мінеральних добрив 73,28%, для умов зовнішнього середовища за різних строків сівби – 26,41%, а у сорту Сімкода Миронівська – 75,76% та 23,85%, відповідно (рис. 4.2).

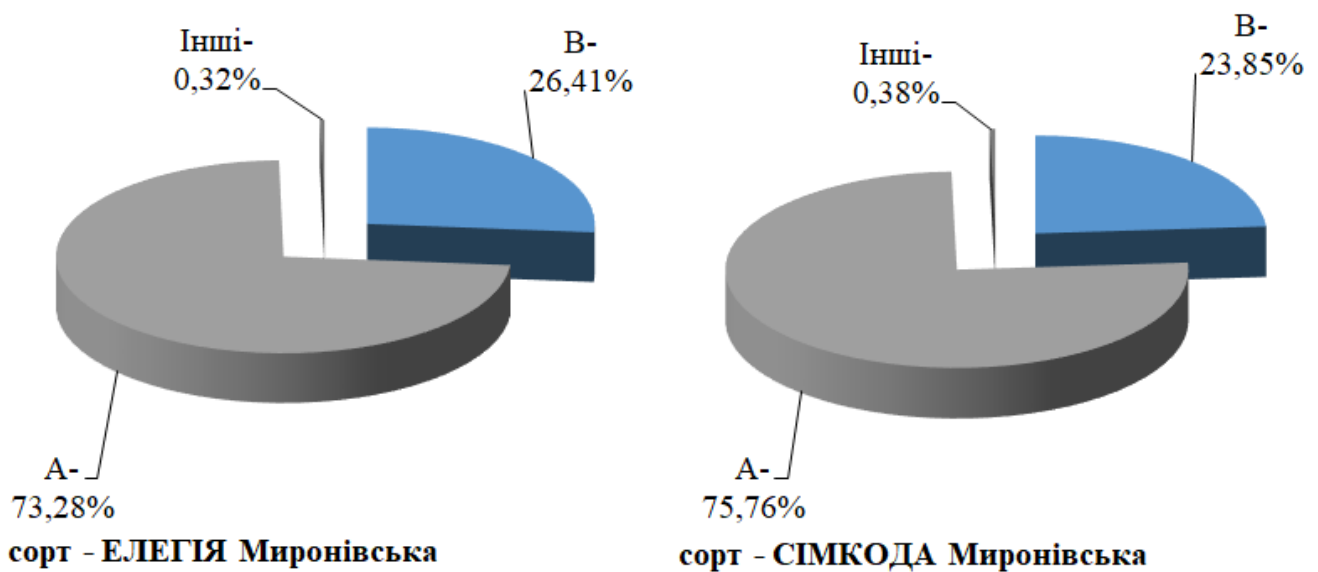


Рис. 4.2. Частка впливу факторів на озерненість колоса пшениці ярої (фактор А – мінеральні добрива, фактор В – строк сівби)

Отримані показники озерненості колоса пшениці ярої свідчать, що визначальну роль у формуванні цього параметра відігравали умови агрофітоценозу, зумовлені густиною продуктивних стебел на одиниці площі. За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлено залежність озерненості колоса від кількості продуктивних пагонів на одиниці площі посіву: для сорту Елегія Миронівська $r=-0,963$ та для сорту Сімкода Миронівська $r=-0,960$ (рис. 4.3, дод. В14, В15).

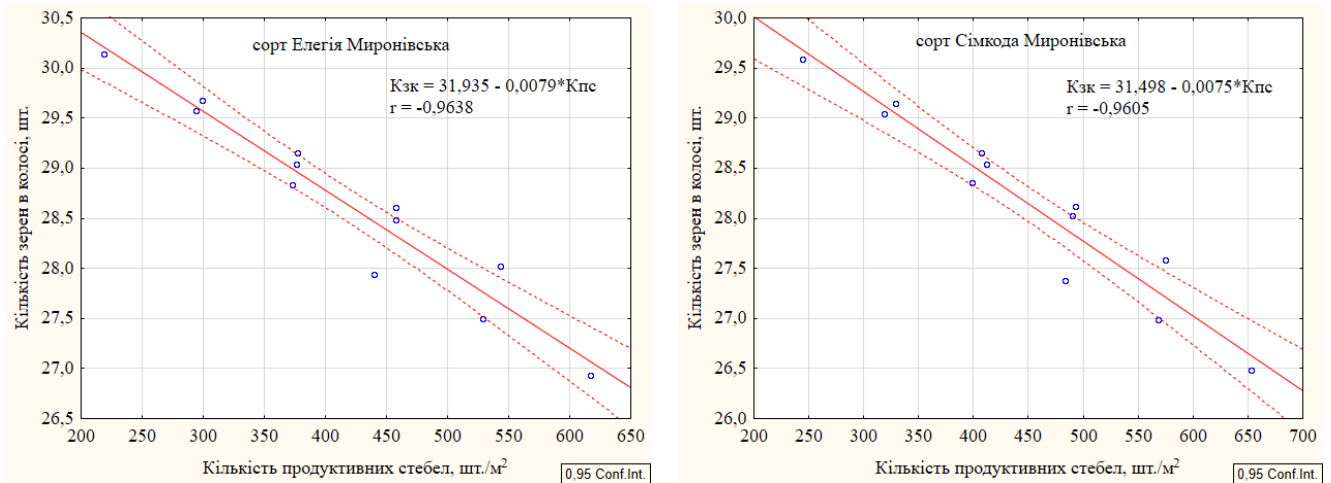


Рис. 4.3. Залежність кількості зерен колоса пшениці ярої від кількості продуктивних стебел

Виявлений взаємозв'язок є сильним і має зворотний характер. При цьому спостерігається детермінація результативної ознаки $r^2=0,928$ у сорту Елегія Миронівська та $r^2=0,922$ у сорту Сімкода Миронівська, що свідчить про те, що результативна ознака у сортів пшениці ярої на 92% залежить від незалежної змінної – кількості продуктивних стебел $F=130$ та $F=119$. У межах одержаних експериментальних даних форма цього зв'язку є прямолінійною.

Отже, встановлено, що кількість зерен в колосі пшениці ярої залежала від досліджуваних факторів включених в експеримент. На контролі та на варіантах із нормами внесення добрив по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію параметри показника суттєво зменшувалися і становили відповідно для сорту Елегія Миронівська – 29,51; 29,11; 28,56; 27,46 шт., для сорту Сімкода Миронівська – 28,99; 28,61; 28,08; 26,95 шт.

Кількість зерен в колосі залежала і від абіотичних умов середовища: за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби значення у сорту Елегія Миронівська становили 28,07; 28,71; 29,20 шт., у сорту Сімкода Миронівська – 27,61; 28,20; 28,66 шт.

Частка впливу у сорту Елегія Миронівська становила для мінеральних добрив 73,28%, для умов зовнішнього середовища за різних строків сівби – 26,41%, а у сорту Сімкода Миронівська – 75,76% та 23,85%, відповідно.

В результаті кореляційно-регресійного аналізу встановлено залежність кількості зерен в колосі від кількості продуктивних стебел на одиниці площі посіву: для сорту Елегія Миронівська $r=-0,963$ та для сорту Сімкода Миронівська $r=-0,960$.

4.3. Продуктивність колоса за показником маси зернівки пшениці ярої

Маса зернівки є ключовим показником продуктивності й якості зерна у пшениці ярій (*Triticum aestivum* L.). Цей показник відображає біомасу окремої зернівки або величину середньої маси певної кількості зерен (часто 1000 зерен – thousand kernel weight, ТКВ), яка використовується як узагальнений критерій розмірів і щільності зерна. Маса зернівки безпосередньо впливає на врожайність та технологічні властивості зерна, оскільки більша маса свідчить про кращу реалізацію асимілятів у колосі й вищу здатність насіння до проростання і зберігання поживних речовин. Саме тому цей показник широко застосовується у селекції та агрономічних дослідженнях для оцінки продуктивності сортів пшениці ярої та оптимізації технологій вирощування [131, 132].

У наукових дослідженнях показано, що маса 1000 у пшениці ярої зазвичай коливається в межах приблизно 30–60 г, залежно від генотипу, умов вирощування та агротехнічних прийомів. Наприклад, у генотипів м'якої пшениці середня маса 1000 зерен становила близько 43 г при оптимальному зволоженні, тоді як за стресових умов (посуха) цей показник знижувався до 23–41 г [101]. Аналогічні дослідження різних сортів показують варіацію маси 1000 в межах 35–43 г, що свідчить про сортову мінливість цього показника і його чутливість до умов вирощування [132]. Маса зернівки є важливою ознакою не лише для оцінки врожайності, а й для оцінювання якості зерна: більші зерна часто містять більше

крохмалю та білка, що позитивно впливає на хлібопекарські властивості та інші технологічні показники. Тому вивчення факторів, які впливають на масу зернівки пшениці ярої, має важливе значення для аграрної науки та практики, особливо в умовах змін клімату та підвищення вимог до якості зерна [133, 134].

Оцінка продуктивності колоса пшениці ярої дала можливість встановити, що досліджувані сорти за показником маси зернівки між собою відрізнялися. В середньому по досліді значення показника у сорту Сімкода Миронівська становило 42,21 мг, у сорту Елегія Миронівська – 41,62 мг (табл. 4.7). Виявлена різниця в 0,59 мг є статистично достовірною, оскільки значення імовірності нульової гіпотези дорівнювало $p = 0,00$ при рівні значущості 5%. Головним чинником формування зазначеної відмінності є агрофітоценоз, важливу роль у впливі якого відіграє густина продуктивного стеблостою на одиниці площі посіву. У сорту Елегія Миронівська густина посівів була значно меншою.

Таблиця 4.7

Залежність маси зернівки колоса пшениці ярої від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби, мг (середнє за 2023-2025 рр.)

Норма добрив, кг/га д.р.	сорт Елегія Миронівська			сорт Сімкода Миронівська		
	строк сівби					
	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й
N ₀ P ₀ K ₀	41,95	42,58	43,27	42,52	43,10	43,76
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	41,52	42,05	42,71	42,13	42,65	43,25
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	40,91	41,44	42,11	41,59	42,05	42,59
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	39,69	40,26	40,89	40,49	40,92	41,42

Отримані результати маси зернівки пшениці ярої свідчать, що на її параметри чинять вплив технологічні фактори – норми мінеральних добрив та абіотичні фактори за різних строків сівби. Фактично це свідчить про те, що формування зазначеного структурного елемента врожайності визначається застосуванням керованих елементів технології вирощування. У сортів Елегія Миронівська та Сімкода Миронівська встановлено, що середнє значення показника найбільшим

було тоді, коли мінеральні добрива не вносили – 42,60 мг та 43,13 мг, відповідно (табл. 4.8). Підвищення норм внесення мінеральних добрив зумовлювало істотне зменшення маси зернівки. Усі варіанти дослідів мали статистично значущий вплив на показники зернівки пшениці, причому така закономірність стабільно проявлялася щороку за всіх строків сівби. Так, на варіанті із застосуванням норми добрив по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію маса зернівки була істотно меншою, як у сорту Елегія Миронівська, так і у сорту Сімкода Миронівська, де показники становили 42,09 мг та 42,68 мг, відповідно. Варіант із застосуванням норми добрив по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію сприяв подальшому зменшенню параметрам показника до 41,49 мг та 42,08 мг для вище зазначених сортів. Найменше значення маси зернівки встановлено на варіанті застосування норми мінерального добрива по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію у сорту Елегія Миронівська – 40,28 мг та у сорту Сімкода Миронівська – 40,94 мг.

Таблиця 4.8

Маса зернівки колоса пшениці ярої залежно від впливу норм мінеральних добрив, мг (середнє за 2023-2025 рр.)

№	Норма добрив	сорт Елегія Миронівська	сорт Сімкода Миронівська	Гомогенні групи			
				1	2	3	4
1	N ₀ P ₀ K ₀	42,60	43,13	****			
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃	42,09	42,68		****		
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	41,49	42,08			****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	40,28	40,94				****

Аналіз даних зовнішніх умов середовища в процесі вирощування за диференційованих строків сівби також доводить, що дія їх є значущою на результативну ознаку маса зернівки (табл. 4.9). Зміна значень показників носить поступовий характер. На статистичному рівні істотно меншою була маса зернівки при 1-му строковій сівби: у сорту Елегія Миронівська – 41,02 мг та і сорту Сімкода Миронівська – 41,68 мг. За 2-го строку сівби відбулося істотне збільшення параметрів показника порівняно до першого на 0,56 мг – у сорту Елегія

Миронівська та на 0,50 мг – у сорту Сімкода Миронівська. При 3-му строковій сівби маса зернівки була суттєво більшою в обох вище зазначених сортів – 42,24 мг та 42,76 мг, відповідно.

Таблиця 4.9

**Маса зернівки колоса пшениці ярої за різних строків сівби, мг
(середнє за 2023-2025 рр.)**

№	Строк сівби	сорт Елегія Миронівська	сорт Сімкода Миронівська	Гомогенні групи		
				1	2	3
1	1-й	41,02	41,68	****		
2	2-й	41,58	42,18		****	
3	3-й	42,24	42,76			****

Дія досліджуваних факторів: норм мінеральних добрив та умов зовнішнього середовища за різних строків сівби є статистично достовірною на рівні значущості похибки 0,05 за їх впливом на результативний показник маси зернівки пшениці (рис. 4.4). Частка впливу для мінеральних добрив становила у сорту Елегія Миронівська – 74,79%, у сорту Сімкода Миронівська – 77,53%; а для абіотичних умов – 25,12% та 22,18%, відповідно.

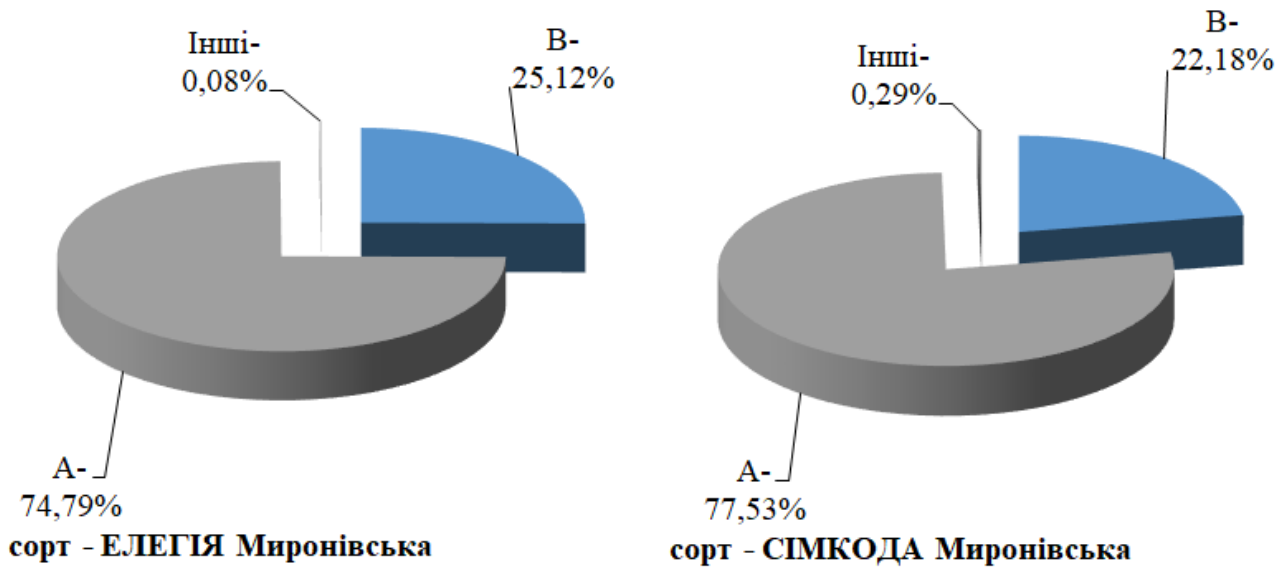


Рис. 4.4. Частка впливу факторів на масу зернівки пшениці ярої (фактор А – мінеральні добрива, фактор В – строк сівби)

На основі кореляційно-регресійного аналізу встановлено залежність маси зернівки пшениці ярої від кількості продуктивних стебел на одиниці площі посіву, яка характеризується закономірністю, що чим більша кількість стебел, тим менша маса зернівки. Коефіцієнт кореляції для сорту Елегія Миронівська $r = -0,968$; для сорту Сімкода Миронівська $r = -0,965$ (рис. 4.5, дод. В20, В21).

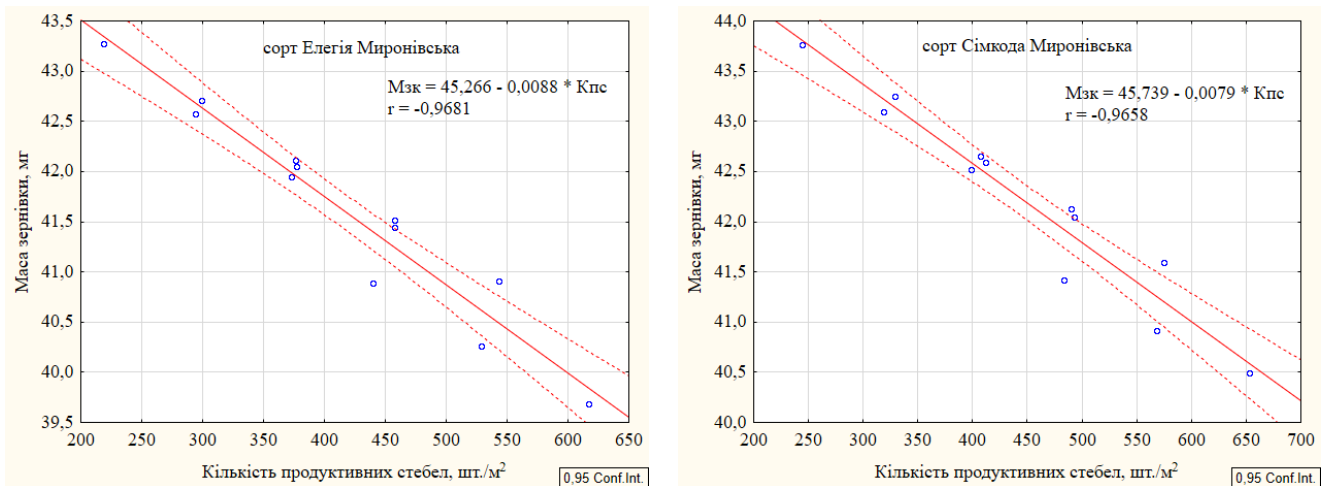


Рис. 4.5. Залежність маси зернівки колоса пшениці ярої від кількості продуктивних стебел

Коефіцієнт детермінації у сортів зазначених вище $r^2 = 0,937$ та $r^2 = 0,932$; $F = 149$ та $F = 138$. Відповідно коефіцієнт детермінації залежної величини від впливу незалежної становить 93%. Форма зв'язку прямолінійна. Залежність зворотна. Відповідно чим більшою буде структура посівів за кількістю продуктивних стебел на одиниці площі посіву, тим меншою буде маса зернівки пшениці ярої.

Отже, встановлено, що маса зернівки в колосі пшениці ярої залежала від досліджуваних факторів включених в експеримент. На контролі та на варіантах із нормами внесення мінеральних добрив по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію параметри показника суттєво зменшувалися і становили відповідно для сорту Елегія Миронівська – 42,60; 42,09; 41,49; 40,28 мг, для сорту Сімкода Миронівська – 43,13; 42,68; 42,08; 40,94 мг.

Маса зернівки в колосі залежала і від абіотичних умов середовища: за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби значення у сорту Елегія Миронівська склали 41,02; 41,58;

42,24 мг, у сорту Сімкода Миронівська – 41,68; 42,18; 42,76 мг.

Частка впливу для мінеральних добрив становила у сорту Елегія Миронівська – 74,79%, у сорту Сімкода Миронівська – 77,53%; а для абіотичних умов – 25,12% та 22,18%, відповідно.

На основі кореляційно-регресійного аналізу встановлено залежність маси зернівки пшениці ярої від кількості продуктивних стебел на одиниці площі посіву, яка характеризується закономірністю, що чим більша кількість стебел, тим менша маса зернівки. Коефіцієнт кореляції для сорту Елегія Миронівська $r = -0,968$; для сорту Сімкода Миронівська $r = -0,965$.

Висновки до розділу 4.

Доведено залежність урожайності зерна ярої пшениці від впливу норм внесення мінеральних добрив. На варіантах із нормою внесення азоту, фосфору, калію по 30, 60, 90 кг/га д.р. показники відповідно становили 4,91; 5,39; 5,70 т/га – у сорту Елегія Миронівська та 5,30; 5,80; 6,14 т/га – у сорту Сімкода Миронівська. Виявлено закономірності формування урожайності зерна ярої пшениці під впливом умов зовнішнього середовища при різних строках сівби. За 1-го, 2-го та 3-го строків сівби значення показника становили 5,58; 5,08; 4,49 т/га – для сорту Елегія Миронівська та 6,02; 5,48; 4,82 т/га – для сорту Сімкода Миронівська. Частка впливу строків сівби та норм мінеральних добрив склала у сорту Елегія Миронівська 37,76% та 62,15%, а у сорту Сімкода Миронівська – 39,64% та 60,30%, відповідно.

Встановлено, що кількість зерен в колосі пшениці ярої залежала від досліджуваних факторів включених в експеримент. На контролі та на варіантах із нормами внесення мінеральних добрив по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію параметри показника суттєво зменшувалися і становили відповідно для сорту Елегія Миронівська – 29,51; 29,11; 28,56; 27,46 шт., для сорту Сімкода Миронівська – 28,99; 28,61; 28,08; 26,95 шт. Кількість зерен в колосі залежала і від абіотичних умов середовища: за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби значення у сорту Елегія Миронівська становили 28,07; 28,71; 29,20 шт., у сорту Сімкода Миронівська – 27,61; 28,20; 28,66 шт. Частка впливу у сорту Елегія Миронівська становила для

мінеральних добрив 73,28%, для умов зовнішнього середовища за різних строків сівби – 26,41%, а у сорту Сімкода Миронівська – 75,76% та 23,85%, відповідно. В результаті кореляційно-регресійного аналізу встановлено залежність кількості зерен в колосі від кількості продуктивних стебел на одиниці площі посіву: для сорту Елегія Миронівська $r = -0,963$ та для сорту Сімкода Миронівська $r = -0,960$.

Встановлено, що маса зернівки в колосі пшениці ярої залежала від досліджуваних факторів включених в експеримент. На контролі та на варіантах із нормами внесення мінеральних добрив по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію параметри показника суттєво зменшувалися і становили відповідно для сорту Елегія Миронівська – 42,60; 42,09; 41,49; 40,28 мг, для сорту Сімкода Миронівська – 43,13; 42,68; 42,08; 40,94 мг. Маса зернівки в колосі залежала і від абіотичних умов середовища: за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби значення у сорту Елегія Миронівська становили 41,02; 41,58; 42,24 мг, у сорту Сімкода Миронівська – 41,68; 42,18; 42,76 мг. Частка впливу для мінеральних добрив становила у сорту Елегія Миронівська – 74,79%, у сорту Сімкода Миронівська – 77,53%; а для абіотичних умов – 25,12% та 22,18%, відповідно. На основі кореляційно-регресійного аналізу встановлено залежність маси зернівки пшениці ярої від кількості продуктивних стебел на одиниці площі посіву, яка характеризується закономірністю, що чим більша кількість стебел, тим менша маса зернівки. Коефіцієнт кореляції для сорту Елегія Миронівська $r = -0,968$; для сорту Сімкода Миронівська $r = -0,965$.

Опубліковані праці за розділом 4

1. Сікора А.Г. Урожайність зерна пшениці ярої залежно від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби. *Аграрні інновації*. 2025. №33. С. 106-110. С. 246-249. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.33.41>

2. Сікора А.Г., Климишена Р.І. Вплив норм мінеральних добрив і строків сівби на урожайність зерна пшениці ярої. *Інноваційні підходи ведення аграрного виробництва в умовах Євроінтеграції: збірник матеріалів I Міжнародної науково-практичної онлайн конференції*. 20-21 листопада 2025 р. Кам'янець-Подільський, 2025. С. 212-213.

РОЗДІЛ 5

ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ

5.1. Натура зерна пшениці ярої

Натура зерна пшениці ярої – це важливий фізичний показник якості зерна, який відображає масу об'єму одного літра зерна в грамах (г/л) і відображає щільність та виповненість зернової маси при стандартизованих умовах вимірювання [135]. Цей показник широко використовується в зерновій галузі для оцінки класності та технологічних властивостей зерна, оскільки високі значення натури, як правило, корелюють із кращими борошномельними і круп'яними властивостями сировини [136].

Наукові дослідження підтверджують, що натура зерна може суттєво варіювати залежно від сорту, кліматичних умов, агротехніки. Наприклад, у дослідженні сортових особливостей пшениці м'якої ярої в умовах Правобережного Лісостепу України було встановлено, що сорт Струна Миронівська характеризувався натурою зерна на рівні приблизно 800 г/л, інші параметри якості, такі як маса 1000 зерен та вміст білка, також були високими, що загалом відображає високі технологічні властивості зерна [137]. Важливе значення має фактор сорту: у різних селекційних лініях пшениці спостерігались значення натури в межах 680–780 г/л залежно від генотипу, що також корелювало з іншими фізичними параметрами зерна, як-от маса 1000 зерен [138].

Таким чином, натура зерна пшениці ярої не лише фізичний показник насипної щільності, це загалом може бути інтегральною характеристикою, яка відображає взаємодію сортового генотипу з умовами середовища в процесі вирощування. Цей показник має важливе значення для агрономів, технологів та переробників, оскільки прямо впливає на комерційну вартість зерна та його придатність для борошномельної промисловості.

Отже, натура зерна пшениці ярої – це важливий комплексний показник, що не лише відображає фізичну щільність зернової маси, але й тісно пов'язаний з

якістю зерна, як сировини для подальшої переробки та харчового використання.

На основі отриманих результатів в середньому за 2023-2025 рр. встановлено, що натура зерна у сортів пшениці ярої Елегія Миронівська та Сімкода Миронівська залежала від застосування мінеральних добрив та умов середовища за різних строків сівби (табл. 5.1, 5.2).

Таблиця 5.1

Залежність натури зерна ярої пшениці сорту Елегія Миронівська від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби, г/л

Норма добрив, кг/га д.р.	Строк сівби	Рік			
		2023	2024	2025	середнє
N ₀ P ₀ K ₀	1-й	757,8±1,49	755,0±0,91	764,0±1,58	758,9
	2-й	763,0±1,00	760,0±1,22	769,8±0,85	764,3
	3-й	766,3±0,85	763,5±0,65	772,8±0,75	767,5
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1-й	752,5±1,19	748,8±1,31	758,3±1,11	753,2
	2-й	758,0±0,91	754,5±1,04	764,5±1,19	759,0
	3-й	761,5±1,04	758,3±1,11	767,8±0,63	762,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1-й	745,5±1,32	741,5±0,87	751,3±0,85	746,1
	2-й	751,5±0,87	747,8±1,18	758,0±0,71	752,4
	3-й	755,3±1,11	752,0±1,08	761,5±1,19	756,3
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1-й	735,8±0,63	731,5±1,32	741,5±1,04	736,3
	2-й	742,5±1,19	738,5±1,04	748,8±1,11	743,3
	3-й	746,8±0,75	743,3±0,85	752,8±1,18	747,6

Отримані результати свідчать про наслідки застосування мінеральних добрив за впливом норм внесення на технологічний показник якості пшениці ярої до якого відноситься натура зерна. У 2023 році по сорту Елегія Миронівська при порівнянні середньоарифметичних даних натури зерна пшениці ярої між контрольним варіантом та варіантом із нормою внесення добрив по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію встановлена істотна різниця: за 1-го строку сівби – 5,3 г/л ($t_{\text{ф}}-2,78 > t_{0,05}-2,45$); за 2-го строку сівби – 5,0 г/л ($t_{\text{ф}}-3,70 > t_{0,05}-2,45$) і за 3-го строку сівби – 4,8 г/л ($t_{\text{ф}}-3,57 > t_{0,05}-2,45$). По сорту Сімкода Миронівська за 1-го строку сівби різниця

5,7 г/л також була істотна ($t_{\phi}-2,99 > t_{0,05}-2,45$); за 2-го строку сівби – 5,3 г/л ($t_{\phi}-6,56 > t_{0,05}-2,45$) і за 3-го строку сівби – 5,0 г/л ($t_{\phi}-3,86 > t_{0,05}-2,45$). Що свідчить про те, що внесення норми добрив по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію спричинило до істотного зменшення параметрів натури зерна за всіх строків сівби.

Таблиця 5.2

Залежність натури зерна ярої пшениці сорту Сімкода Миронівська від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби, г/л

Норма добрив, кг/га д.р.	Строк сівби	Рік			
		2023	2024	2025	середнє
N ₀ P ₀ K ₀	1-й	765,5±1,44	762,0±1,58	770,8±1,03	766,1
	2-й	769,8±0,48	766,8±0,63	774,5±0,50	770,4
	3-й	772,5±0,87	769,8±1,03	777,0±0,82	773,1
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1-й	759,8±1,25	756,5±1,19	765,8±1,03	760,7
	2-й	764,5±0,65	761,8±0,75	770,0±0,91	765,4
	3-й	767,5±0,96	765,0±0,91	772,8±0,63	768,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1-й	753,0±1,47	749,8±1,31	759,8±1,55	754,2
	2-й	758,3±0,85	755,5±0,96	764,5±0,65	759,4
	3-й	761,5±0,96	759,0±0,82	767,5±0,87	762,7
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1-й	744,0±1,22	740,5±1,32	751,3±0,75	745,3
	2-й	750,0±0,91	746,8±0,75	756,5±0,65	751,1
	3-й	753,5±1,04	750,8±1,25	760,0±0,91	754,8

При порівнянні між даними варіантами удобрення по 30 та 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію для сорту Елегія Миронівська отримано аналогічний результат достовірності різниці на 5% рівні значущості похибки: за 1-го строку сівби – 7,0 г/л ($t_{\phi}-3,94 > t_{0,05}-2,45$); за 2-го строку сівби – 6,5 г/л ($t_{\phi}-5,16 > t_{0,05}-2,45$) і за 3-го строку сівби – 6,2 г/л ($t_{\phi}-4,08 > t_{0,05}-2,45$). Для сорту Сімкода Миронівська різниця за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби становила 6,8 г/л; 6,2 г/л та 6,0 г/л при $t_{\phi}-3,52$; 5,79 та 4,42 відповідно, що більше за $t_{0,05}-2,45$. Результати різницевого аналізу доводять, що збільшення норми добрив до 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію порівняно до даних отриманих при нормі внесення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію спричиняє до

подальшого зниження параметрів показника натуре зерна пшениці ярої, як сорту Елегія Миронівська, так і сорту Сімкода Миронівська.

Також встановлена істотна різниця по сорту Елегія Миронівська при порівнянні даних між варіантами удобрення по 60 та 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію: за 1-го строку сівби – 9,7 г/л ($t_{\phi} - 6,63 > t_{0,05} - 2,45$); за 2-го строку сівби – 9,0 г/л ($t_{\phi} - 6,11 > t_{0,05} - 2,45$) і за 3-го строку сівби – 8,5 г/л ($t_{\phi} - 6,35 > t_{0,05} - 2,45$). По сорту Сімкода Миронівська встановлена істотна різниця за 1-го строку сівби – 9,0 г/л; за 2-го строку сівби – 8,3 г/л і за 3-го строку сівби – 8,0 г/л. Критерій Стьюдента t_{ϕ} – 4,71; 6,67 та 5,65 відповідно до зазначених вище строків сівби був більшим на 5% рівні похибки за теоретичне значення критерію $t_{0,05} - 2,45$. Отримані результати досліджень стверджують закономірність процесу істотного зниження показників натуре зерна пшениці ярої при нормі внесення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію порівняно до даних отриманих при застосуванні норми добрив по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію.

У 2024 році по сорту Елегія Миронівська між між контрольним варіантом та варіантом із нормою внесення добрив по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію отримана достовірна різниця, що більша табличного значення: за 1-го строку сівби – 6,2 г/л ($t_{\phi} - 3,89 > t_{0,05} - 2,45$); за 2-го строку сівби – 5,5 г/л ($t_{\phi} - 3,43 > t_{0,05} - 2,45$) і за 3-го строку сівби – 5,2 г/л ($t_{\phi} - 4,04 > t_{0,05} - 2,45$). Для сорту Сімкода Миронівська різниця за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби становила 5,5 г/л; 5,0 г/л та 4,8 г/л відповідно при t_{ϕ} – 2,78; 5,10 та 3,49, що більше за $t_{0,05} - 2,45$.

При порівнянні даних натуре зерна по сорту Елегія Миронівська між варіантами удобрення по 30 та 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію встановлена також істотна різниця: за 1-го строку сівби – 7,3 г/л ($t_{\phi} - 4,64 > t_{0,05} - 2,45$); за 2-го строку сівби – 6,7 г/л ($t_{\phi} - 4,26 > t_{0,05} - 2,45$) і за 3-го строку сівби – 6,3 г/л ($t_{\phi} - 4,07 > t_{0,05} - 2,45$). По сорту Сімкода Миронівська встановлена істотна різниця за 1-го строку сівби – 6,7 г/л; за 2-го строку сівби – 6,3 г/л і за 3-го строку сівби – 6,0 г/л. Критерій Стьюдента t_{ϕ} – 3,79; 5,17 та 4,90 відповідно до вище зазначених строків сівби був більшим за табличне значення критерію на 5% рівні похибки $t_{0,05} - 2,45$.

Встановлена істотна різниця по сорту Елегія Миронівська при порівнянні

даних між варіантами удобрення по 60 та 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію: за 1-го строку сівби – 10,0 г/л ($t_{\phi}-6,33 > t_{0,05}-2,45$); за 2-го строку сівби – 9,3 г/л ($t_{\phi}-5,91 > t_{0,05}-2,45$) і за 3-го строку сівби – 8,7 г/л ($t_{\phi}-6,33 > t_{0,05}-2,45$). По сорту Сімкода Миронівська за 1-го строку сівби різниця 9,3 г/л також була істотна ($t_{\phi}-5,00 > t_{0,05}-2,45$); за 2-го строку сівби – 8,7 г/л ($t_{\phi}-7,14 > t_{0,05}-2,45$) і за 3-го строку сівби – 8,2 г/л ($t_{\phi}-5,49 > t_{0,05}-2,45$).

У 2025 році по сорту Елегія Миронівська встановлена така ж сама закономірність, як у 2023 та 2024 роках. При порівнянні даних природи зерна пшениці ярої між контрольним варіантом та варіантом із нормою внесення добрив по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію отримана істотна різниця: за 1-го строку сівби – 5,7 г/л ($t_{\phi}-2,95 > t_{0,05}-2,45$); за 2-го строку сівби – 5,3 г/л ($t_{\phi}-3,62 > t_{0,05}-2,45$) і за 3-го строку сівби – 5,0 г/л ($t_{\phi}-5,10 > t_{0,05}-2,45$). По сорту Сімкода Миронівська встановлена істотна різниця за 1-го строку сівби – 5,0 г/л; за 2-го строку сівби – 4,5 г/л і за 3-го строку сівби – 4,2 г/л. Критерій Стьюдента t_{ϕ} – 3,43; 4,33 та 4,06 відповідно до зазначених вище строків сівби був більшим за табличне значення критерію $t_{0,05}-2,45$.

Встановлена також істотна різниця по сорту Елегія Миронівська при порівнянні даних між варіантами удобрення по 30 та 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію: за 1-го строку сівби – 7,0 г/л ($t_{\phi}-5,01 > t_{0,05}-2,45$); за 2-го строку сівби – 6,5 г/л ($t_{\phi}-4,69 > t_{0,05}-2,45$) і за 3-го строку сівби – 6,3 г/л ($t_{\phi}-4,68 > t_{0,05}-2,45$). По сорту Сімкода Миронівська за 1-го строку сівби різниця 6,0 г/л також була істотна ($t_{\phi}-3,22 > t_{0,05}-2,45$); за 2-го строку сівби – 5,5 г/л ($t_{\phi}-4,92 > t_{0,05}-2,45$) і за 3-го строку сівби – 5,3 г/л ($t_{\phi}-4,93 > t_{0,05}-2,45$).

Аналогічно одержано результат достовірності різниці по сорту Елегія Миронівська між варіантами удобрення по 60 та 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію: за 1-го строку сівби – 9,8 г/л ($t_{\phi}-7,30 > t_{0,05}-2,45$); за 2-го строку сівби – 9,2 г/л ($t_{\phi}-6,98 > t_{0,05}-2,45$) і за 3-го строку сівби – 8,7 г/л ($t_{\phi}-5,19 > t_{0,05}-2,45$). Для сорту Сімкода Миронівська різниця за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби становила 8,5 г/л; 8,0 г/л та 7,5 г/л при t_{ϕ} – 4,94; 8,70 та 5,96 відповідно, що більше за $t_{0,05}-2,45$.

Отримані результати свідчать також про залежність технологічного

показника якості зерна пшениці ярої від впливу зовнішніх умов середовища за різних строків сівби. У 2023 році по сорту Елегія Миронівська при порівнянні середньоарифметичних даних натури зерна пшениці ярої між 1-м та 2-м строками сівби встановлена істотна різниця: на контрольному варіанті – 5,2 г/л ($t_{\Phi}-2,90 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 5,5 г/л ($t_{\Phi}-3,67 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 6,0 г/л ($t_{\Phi}-3,80 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 6,7 г/л ($t_{\Phi}-4,98 > t_{0,05}-2,45$). Для сорту Сімкода Миронівська на контролі та на варіантах із нормами внесення мінеральних добрив по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію різниця становила 4,3 г/л; 4,7 г/л; 5,3 г/л та 6,0 г/л при t_{Φ} – 2,83; 3,34; 3,12 та 3,94 відповідно, що більше за $t_{0,05}-2,45$.

Також встановлена істотна різниця по сорту Елегія Миронівська при порівнянні даних між 2-м та 3-м строками сівби: на контрольному варіанті – 3,3 г/л ($t_{\Phi}-2,51 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 3,5 г/л ($t_{\Phi}-2,53 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 3,8 г/л ($t_{\Phi}-2,69 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 4,3 г/л ($t_{\Phi}-3,06 > t_{0,05}-2,45$). По сорту Сімкода Миронівська встановлена істотна різниця на контролі – 2,7 г/л; на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 3,0 г/л; на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 3,2 г/л та на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 3,5 г/л. Відповідно до зазначених вище норм добрив критерій Стьюдента t_{Φ} – 2,72; 2,59; 2,50 та 2,53 був більшим за табличне значення критерію на 5% рівні похибки $t_{0,05}-2,45$.

У 2024 році між 1-м та 2-м строками сівби отримана достовірна різниця даних натури зерна по сорту Елегія Миронівська: на контрольному варіанті – 5,0 г/л ($t_{\Phi}-3,29 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 5,7 г/л ($t_{\Phi}-3,41 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 6,3 г/л ($t_{\Phi}-4,30 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 7,0 г/л ($t_{\Phi}-4,17 > t_{0,05}-2,45$). По сорту

Сімкода Миронівська на контролі різниця 4,8 г/л також була істотна ($t_{\phi}-2,82 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 5,3 г/л ($t_{\phi}-3,77 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 5,7 г/л ($t_{\phi}-3,51 > t_{0,05}-2,45$) і на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 6,3 г/л ($t_{\phi}-4,15 > t_{0,05}-2,45$).

При порівнянні даних між 2-м та 3-м строками сівби встановлена також істотна різниця по сорту Елегія Миронівська: на контрольному варіанті – 3,5 г/л ($t_{\phi}-2,53 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 3,8 г/л ($t_{\phi}-2,50 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 4,2 г/л ($t_{\phi}-2,63 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 4,8 г/л ($t_{\phi}-3,57 > t_{0,05}-2,45$). Для сорту Сімкода Миронівська на контролі та на варіантах із нормами внесення мінеральних добрив по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію різниця становила 3,0 г/л; 3,2 г/л; 3,5 г/л та 4,0 г/л при t_{ϕ} – 2,48; 2,71; 2,77 та 2,74 відповідно, що більше за $t_{0,05}-2,45$.

У 2025 році підтверджена така ж сама закономірність, як у 2023 та 2024 роках. Встановлена істотна різниця при порівнянні даних натури зерна по сорту Елегія Миронівська між 1-м та 2-м строками сівби: на контрольному варіанті – 5,8 г/л ($t_{\phi}-3,23 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 6,2 г/л ($t_{\phi}-3,81 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 6,7 г/л ($t_{\phi}-6,05 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 7,3 г/л ($t_{\phi}-4,80 > t_{0,05}-2,45$). По сорту Сімкода Миронівська на контролі різниця 3,7 г/л також була істотна ($t_{\phi}-3,23 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 4,2 г/л ($t_{\phi}-3,06 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 4,7 г/л ($t_{\phi}-2,80 > t_{0,05}-2,45$) і на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 5,2 г/л ($t_{\phi}-5,24 > t_{0,05}-2,45$).

Аналогічно одержано результат достовірності різниці по сорту Елегія Миронівська між 2-м та 3-м строками сівби: на контрольному варіанті – 3,0 г/л ($t_{\phi}-2,65 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору,

калію – 3,3 г/л ($t_{\phi}-2,45 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 3,5 г/л ($t_{\phi}-2,53 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 4,0 г/л ($t_{\phi}-2,47 > t_{0,05}-2,45$). По сорту Сімкода Миронівська встановлена істотна різниця на контролі – 2,5 г/л; на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 2,8 г/л; на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 3,0 г/л та на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 3,5 г/л. Відповідно до зазначених вище норм добрив критерій Стьюдента t_{ϕ} – 2,60; 2,53; 2,76 та 3,13 був більшим за табличне значення критерію на 5% рівні похибки $t_{0,05}-2,45$.

Відповідно до вимог ДСТУ 3768:2019 натура зерна в пшениці для першого класу повинна становити понад 775 г/л, для другого – 750-775 г/л та для третього – 730-750 г/л [56]. За результатами досліджень встановлено, що для сорту Елегія Миронівська параметри показника відповідають другому класу на контролі та на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби, а також на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 2-го та 3-го строків сівби, де отримані значення знаходилися в межах від 752,4 до 767,5 г/л. На варіантах із нормами удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 1-го строку сівби та по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби натура зерна пшениці відповідала третьому класу, де значення коливалися в межах 736,3-747,6 г/л. Для сорту Сімкода Миронівська на контролі та на варіантах із нормами внесення азоту, фосфору та калію по 30, 60 кг/га д.р. за 1-го, 2-го, 3-го строків сівби, а також на варіанті із нормою внесення азоту, фосфору та калію по 90 кг/га д.р. за 2-го та 3-го строків сівби натура зерна відповідала вимогам другого класу – 751,1-773,1 г/л. І лише на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 1-го строку сівби значення показника відповідало третьому класу і становило 745,3 г/л.

На основі статистичної обробки експериментальних даних підтверджено закономірний вплив досліджуваних факторів на формування натури зерна пшениці ярої. Встановлено, що дія чинників на зміну цього показника якості є неоднаковою (рис. 5.1). Здебільшого натура зерна залежала від застосованих норм мінеральних

добрив, частка впливу яких становила 78,93% у сорту Елегія Миронівська та 82,08% у сорту Сімкода Миронівська. Вплив строків сівби був менш вираженим і складав відповідно 20,86% та 17,66% для зазначених вище сортів.

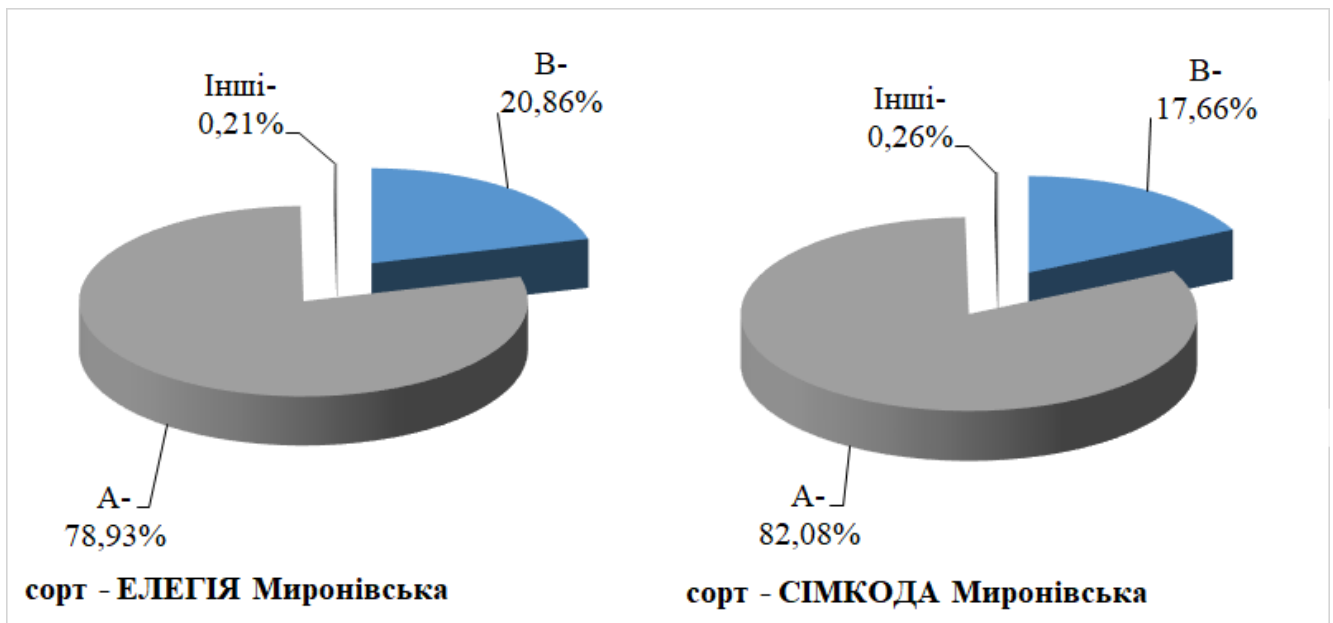


Рис. 5.1. Частка впливу факторів на натуру зерна пшениці ярої (фактор А – мінеральні добрива, фактор В – строк сівби)

В результаті проведеного дослідження оцінки технологічної якості зерна пшениці ярої за показником натуре встановлено, що при збільшенні норм внесення мінеральних добрив значення його істотно знижувалися. На контролі та на варіантах із нормами внесення мінеральних добрив по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію показники відповідно становили у сорту Елегія Миронівська – 763,6; 758,2; 751,6; 742,4 г/л, а у сорту Сімкода Миронівська – 769,9; 764,8; 758,8; 750,4 г/л.

Щодо впливу зовнішніх умов середовища в процесі вирощування за різних строків сівби доведено, що при їх зміщенні відбувалося істотне збільшення параметрів показника. За 1-го, 2-го та 3-го строків сівби параметри показника для сорту Елегія Миронівська відповідно становили 748,6; 754,8; 758,5 г/л, а для сорту Сімкода Миронівська – 756,6; 761,6; 764,8 г/л.

Здебільшого натура зерна залежала від застосованих норм мінеральних добрив, частка впливу яких становила 78,93% у сорту Елегія Миронівська та

82,08% у сорту Сімкода Миронівська. Вплив строків сівби був менш вираженим і складав відповідно 20,86% та 17,66% для зазначених вище сортів.

5.2. Вміст білка в зерні пшениці ярої

У сучасних умовах інтенсифікації землеробства та зростання вимог до якості зерна пшениці ярої особливого значення набуває формування високого вмісту білка, як одного з ключових показників її продовольчої цінності. Вміст білка в зерні значною мірою залежить від багатьох чинників, серед яких провідну роль відіграють норми мінеральних добрив та абіотичні умови за різних строків сівби [139]. Водночас наявні літературні дані свідчать про неоднозначність впливу мінерального живлення на накопичення білка за змінних погодних умов та строків сівби [140, 141]. Особливо недостатньо вивченим залишається поєднаний вплив норм мінеральних добрив і строків сівби на формування якості зерна пшениці ярої з урахуванням специфіки місцевих ґрунтово-кліматичних умов. З огляду на це виникає потреба у науково обґрунтованому визначенні оптимальних параметрів мінерального живлення та строків сівби, які забезпечують підвищення вмісту білка в зерні пшениці ярої без зниження її продуктивності.

Якість зерна пшениці, зокрема вміст білка, визначається взаємодією генетичного потенціалу сорту, агротехнічних прийомів та умов вирощування. Білок у зерні є одним із основних показників продовольчої цінності пшениці, а його концентрація істотно залежить від забезпечення рослин азотом та іншими елементами живлення протягом вегетації. Для досягнення бажаної білковості (зокрема >13% для хлібопекарської якості) часто необхідне внесення збалансованих норм мінеральних добрив, особливо азотних, в оптимальні фази розвитку рослин. Азот підсилює синтез білкових сполук, тоді як елементи, такі як сірка, є структурними компонентами амінокислот, що впливають на якість білка.

Доведено, що мінеральне живлення істотно впливає на якісні показники зерна пшениці, зокрема на вміст білка, хоча таких публікацій саме про яру пшеницю небагато. Аналіз літературних джерел вказує на те, що оптимальні норми добрив підвищують продуктивність і якість зерна, що опосередковано включає

вміст білка як один із ключових якісних показників, оскільки білок тісно пов'язаний із загальною якістю зерна. Такі висновки містяться у роботі О.В. Бараболі та С.С. Мироненка, де оцінювали вплив мінерального живлення на врожайність та якість зерна ярої пшениці [141]. Зазначено про важливість мінеральних добрив в покращенні якісних показників зерна та фізіологічного стану рослин.

Ю.Д. Марцінишин та С.В. Пида також описують загальні аспекти білкового складу зерна під впливом добрив. У статті про біохімічний склад зерна м'якої пшениці під впливом добрив розглядається зміна показників білка за різних фонів живлення [142]. Крім того, проведені дослідження в яких вивчалися системи удобрення та агрокліматичні умови, свідчать про адаптовані норми мінеральних добрив, що впливають на якість зерна, зокрема й вміст білка, у складних агроекологічних умовах Лісостепу України [143].

Загалом в наукових працях підкреслюється, що мінеральне живлення є важливою складовою агротехнології для забезпечення високої якості зерна, у тому числі й підвищення вмісту білка, хоча потреба у спеціалізованих дослідженнях, орієнтованих саме на взаємодію норм мінеральних добрив і вмісту білка в ярої пшениці, залишається актуальною.

Дослідження також показують, що підживлення азотними добривами у критичні фази росту (наприклад, кущіння та колосіння) сприяє підвищенню накопичення білку в зерні пшениці.

Умови середовища за різних строків сівби є важливим чинником, що регулює тривалість вегетаційного періоду, температурні умови під час наповнення зерна, і, як наслідок, впливають на якість продукції. Ряд досліджень показує, що зміна строків сівби спричиняє неоднозначні ефекти на вміст білка.

Так, за даними низки польових дослідів, пізні строки сівби призводять до підвищення білка в зерні за рахунок стислого періоду наливу зерна та впливу високих температур, що впливало на співвідношення білкових фракцій [144, 145].

Інші дослідження показують, що вміст білка може бути найвищим за пізніх строків сівби, або ж, навпаки, за ранніх строків, залежно від конкретного генотипу,

кліматичних умов та взаємодії з добривами. Наприклад, експерименти з ярою пшеницею демонструють, що певні строки сівби сприяли підвищенню білка порівняно з іншими, хоча конкретні результати варіювали між сортами та умовами [146].

Комбінований вплив мінеральних добрив за різних строків сівби на якість зерна пшениці досить складний і часто суперечливий. За умов різних строків сівби температурний та водний режими можуть характеризуватися пролонгованим впливом під час формування урожаю, при забезпеченні мінеральним живленням, насамперед азотом, може відбуватися вплив на білковість зерна. Дослідження показують, що в поєднанні з оптимальним процесом живлення умови за різних строків сівби можуть відігравати значну роль на якість вирощеної продукції [147].

Вміст білка в зерні пшениці ярої залежить, як від технологічних факторів, так і від факторів вегетації. В проведених дослідженнях встановлено, що параметри показника збільшувалися при внесенні мінеральних добрив порівняно до контрольного варіанта (табл. 5.3). Вміст білка в зерні ярої пшениці на варіанті внесення добрив в нормі по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби становив в середньому для сорту Елегія Миронівська – 12,6; 13,1; 13,6% та для сорту Сімкода Миронівська – 13,0; 13,7; 14,2%, відповідно. Порівняно до контролю значення показника було більшим у зазначених вище сортів на 1,5; 1,3; 1,2% та 1,5; 1,5; 1,4%, відповідно. Внесення мінеральних добрив в нормі по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію забезпечувало подальше підвищення вмісту білка в зерні сортів ярої пшениці. Порівняно до варіанта добрив, де вносили по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію збільшення параметрів показника становило для сорту Елегія Миронівська – 1,1; 1,0; 0,9% та для сорту Сімкода Миронівська – 1,0; 0,9; 0,8% відповідно до порядку вище зазначених строків сівби. Наступне внесення добрив у нормі по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію порівняно норми добрив по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію також спричиняло суттєве підвищення вмісту білка в зерні сортів ярої пшениці. Різниця даних вмісту білка в зерні між цими варіантами удобрення за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби була істотною і становила 0,5; 0,4; 0,3% та 0,7; 0,5; 0,4% відповідно для сортів Елегія Миронівська та Сімкода

Миронівська.

Таблиця 5.3

Залежність вмісту білка в зерні ярої пшениці від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби, % (середнє за 2023-2025 рр.)

Норма добрив, кг/га д.р.	сорт Елегія Миронівська			сорт Сімкода Миронівська		
	строк сівби					
	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й
N ₀ P ₀ K ₀	11,1	11,8	12,4	11,5	12,2	12,8
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	12,6	13,1	13,6	13,0	13,7	14,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	13,7	14,1	14,5	14,0	14,6	15,0
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	14,2	14,5	14,8	14,7	15,1	15,4

За результатами дисперсійного аналізу із використанням тесту Дункана встановлено, що в середньому за 2023-2025 роки досліджень найнижчий вміст білка в зерні ярої пшениці отримано на варіанті без застосування мінеральних добрив. Так, у сорту Елегія Миронівська цей показник становив 11,8%, а у сорту Сімкода Миронівська – 12,2% (табл. 5.4). Застосування мінеральних добрив у нормі по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію сприяло істотному підвищенню вмісту білка до 13,1% та 13,6%, відповідно до вище зазначених сортів. Подальше зростання досліджуваного показника спостерігалось за внесення норми по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію, де вміст білка у зерні сорту Елегія Миронівська сягав 14,1%, а сорту Сімкода Миронівська – 14,5%. Найвищі значення вмісту білка в зерні отримано при застосуванні мінеральних добрив в нормі по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію: 14,5% – у сорту Елегія Миронівська та 15,1% – у сорту Сімкода Миронівська.

Водночас суттєвий вплив на формування якісних показників зерна мають і умови вегетації рослин. Зокрема, правильний вибір строків сівби є одним із ключових чинників, який впливає на процес отримання високоякісної продукції сільськогосподарських культур. В середньому за результатами використання тесту Дункана встановлено чітку залежність вмісту білка в зерні пшениці ярої від впливу

умов за різних строків сівби (табл. 5.5). Зокрема, найнижчі значення показника отримано за 1-го строку сівби: у сорту Елегія Миронівська вони становили 12,9%, а у сорту Сімкода Миронівська – 13,3%. Проведення сівби у 2-й строк призвело до істотного покращення якості за показником вмісту білка у вище зазначених сортів на 0,5% та 0,6% порівняно з першим строком. Максимальні значення вмісту білка в зерні отримано за 3-го строку сівби: у сорту Елегія Миронівська – 13,8% та у сорту Сімкода Миронівська – 14,3%.

Таблиця 5.4

Вміст білка в зерні пшениці ярої залежно від впливу норм мінеральних добрив, % (середнє за 2023-2025 рр.)

№	Норма добрив	сорт Елегія Миронівська	сорт Сімкода Миронівська	Гомогенні групи			
				1	2	3	4
1	N ₀ P ₀ K ₀	11,8	12,2	****			
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	13,1	13,6		****		
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	14,1	14,5			****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	14,5	15,1				****

Вміст білка в зерні ярої пшениці накопичується під впливом як технологічних, так і абіотичних факторів, проте ступінь їх дії є різним (рис. 5.2). Так, у сорту Елегія Миронівська частка впливу умов за різних строків сівби становила 11,3%, а норм мінеральних добрив – 87,8%, тоді як у сорту Сімкода Миронівська – 13,2% та 86,2%, відповідно.

Таблиця 5.5

Вміст білка в зерні пшениці ярої за різних строків сівби, % (середнє за 2023-2025 рр.)

№	Строк сівби	сорт Елегія Миронівська	сорт Сімкода Миронівська	Гомогенні групи		
				1	2	3
1	1-й	12,9	13,3	****		
2	2-й	13,4	13,9		****	
3	3-й	13,8	14,3			****

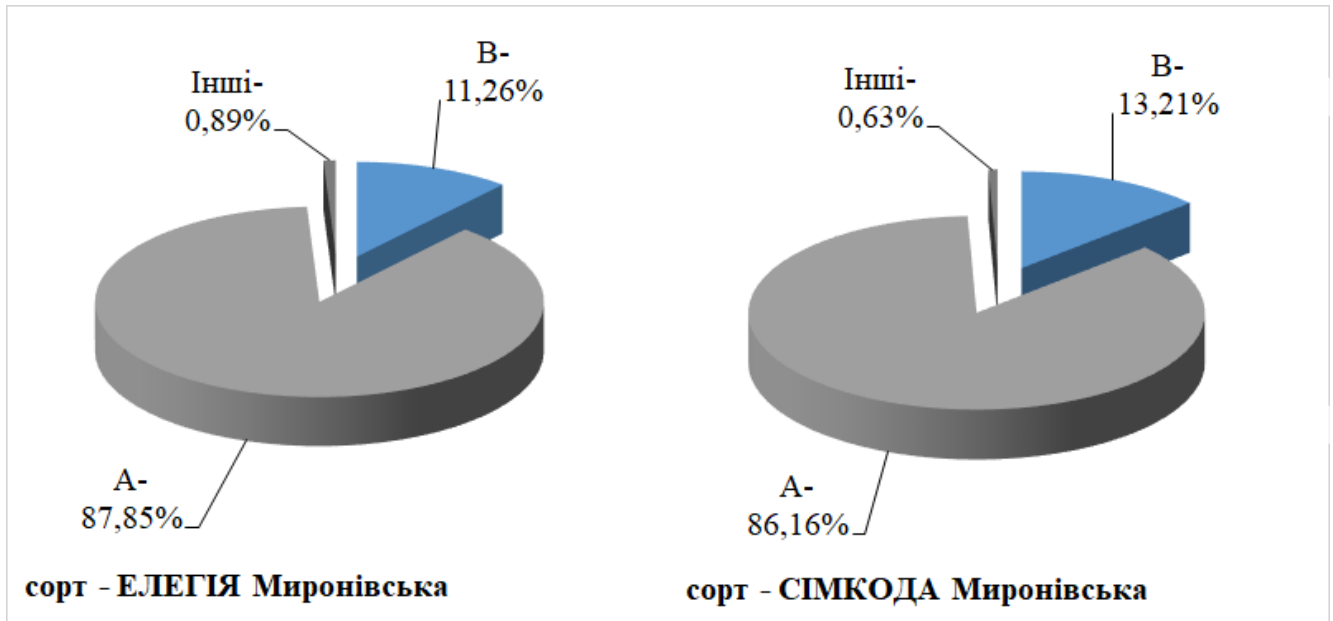


Рис. 5.2. Частка впливу факторів на вміст білка в зерні пшениці ярої (фактор А – мінеральні добрива, фактор В – строк сівби)

Відповідно до вимог ДСТУ 3768:2019 вміст білка в зерні пшениці для першого класу має становити більше 14,0%, для другого – 12,5-14,0% та для третього – 11,0-12,5% [56]. За результатами досліджень встановлено, що для сорту Елегія Миронівська на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 2-го та 3-го строків сівби, а також на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби параметри показника відповідають першому класу, де отримані значення знаходилися в межах від 14,1 до 14,8%. На варіанті по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 1-го строку сівби та на варіанті по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби вміст білка в зерні пшениці відповідав другому класу, де значення коливалися в межах 12,6-13,7%. На контрольному варіанті за всіх строків сівби отримані значення 11,1-12,4% відповідали вимогам третього класу. Для сорту Сімкода Миронівська на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 3-го строку сівби, а також на варіантах по 60 та 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 1-го, 2-го, 3-го строків сівби вміст білка в зерні пшениці відповідав вимогам першого класу – 14,0-15,4%. На варіанті із нормою

удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 1-го та 2-го строків сівби, на контролі за 3-го строку сівби значення показника відповідало другому класу і становило 12,8-13,7%. На контрольному варіанті за 1-го та 2-го строків сівби отримані значення 11,5-12,2% відповідали вимогам третього класу.

Отже, в результаті досліджень встановлено істотний вплив мінеральних добрив на вміст білка в зерні пшениці ярої. Так, при внесенні мінеральних добрив із нормами по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію показники становили у сорту Елегія Миронівська – 13,1; 14,1; 14,5%, а у сорту Сімкода Миронівська – 13,6; 14,5; 15,1%, відповідно.

Встановлено також залежність вмісту білка в зерні пшениці ярої відповідно до умов вирощування за різних строків сівби. За 1-го, 2-го та 3-го строків у сорту Елегія Миронівська значення показників становили 12,9; 13,4; 13,8%, а для сорту Сімкода Миронівська – 13,3; 13,9; 14,3%, відповідно.

Частка впливу фактора умов вегетації за різних строків сівби у сорту Елегія Миронівська становила 11,3%, для норм мінеральних добрив – 87,8%. У сорту Сімкода Миронівська, відповідно, – 13,2% та 86,2%.

5.3. Вміст клейковини в зерні пшениці ярої

Клейковина, або глютен – це комплекс білкових фракцій, що складається головним чином із гліадинів та глютенінів і формує в зерні пшениці особливу пружну структуру, яка відіграє ключову роль у хлібопекарських властивостях борошна та тіста. Вона є нерозчинною у воді білковою масою, яка відповідальна за еластичність і здатність тіста утримувати газ під час бродіння, що безпосередньо впливає на якість хлібобулочних виробів і оцінюється при лабораторних аналізах зерна та борошна [148]. Вміст клейковини в зерні пшениці зазвичай виражається у відсотках від загальної маси білка і залежить як від генетичних характеристик сорту, так і від умов вирощування – ґрунтово-кліматичних факторів, агротехніки та технології удобрення [149, 150].

Для хлібопекарської пшениці сильних сортів нормативні значення сирової клейковини становлять приблизно ≥ 23 –28% у масі зерна, причому вміст може

значно варіюватися залежно від сорту та умов вирощування [151]. Так, у дослідженнях сортів пшениці ярої показано, що рівень клейковини може варіюватися у межах приблизно 26–35% та більше, при цьому ранньостиглі сорти за інтенсивного живлення демонстрували вищі показники клейковини порівняно з пізньостиглими [151].

Генетичні фактори також істотно впливають на накопичення білка та клейковини у зерні: у порівняльних генетичних дослідженнях ярої та озимої пшениці вміст сирого білка й клейковини коливався у широкому діапазоні, при цьому ярі-типи часто демонстрували вищі середні значення цих показників, що пов'язано з їх коротшим вегетаційним періодом та інтенсивнішим метаболізмом білків у зерні [152].

Узагальнюючи, можна зазначити, що кількість клейковини в зерні пшениці ярої є важливим показником якості продукції, що визначається сукупністю генетичних та агрономічних чинників і суттєво впливає на технологічні властивості зерна для хлібопечення.

На основі отриманих результатів в середньому за 2023-2025 рр. встановлено, що вміст клейковини в зерні сортів пшениці ярої Елегія Миронівська та Сімкода Миронівська залежав від норм застосування мінеральних добрив та умов середовища за різних строків сівби (табл. 5.6, 5.7).

У 2023 році за результатами проведеного аналізу отримано такі закономірності: за 1-го строку сівби на контрольному варіанті у сорту Елегія Миронівська вміст клейковини становив 24,2%, на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію показник був більшим – 26,1%, різниця істотна – 1,9% при $t_{\Phi}-5,69 > t_{0,05}-2,45$. За 2-го строку сівби також встановлена достовірна різниця між даними двох варіантів. Показник вмісту клейковини 25,6% на контрольному варіанті був істотно меншим на 1,7% порівняно до варіанта із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію при $t_{\Phi}-5,61 > t_{0,05}-2,45$. За 3-го строку сівби вміст клейковини в зерні на контрольному варіанті становив 26,4%, на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 28,0%, різниця 1,6% була істотна при $t_{\Phi}-5,44 > t_{0,05}-2,45$. За 1-го, 2-го та 3-го строків

сівби вміст клейковини був більшим на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію порівняно до варіанта із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію. Різниця становила 1,5%; 1,2% та 1,2%, відповідно до зазначених вище строків сівби. Критерій Стьюдента становив $t_{\phi} - 5,11; 5,76$ та $4,15$, що більше за теоретичне значення на 5% рівні похибки $t_{0,05} - 2,45$. Оцінка норм мінеральних добрив за впливом на якість зерна пшениці ярої за показником клейковини у сорту Елегія Миронівська показує, що варіант із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію порівняно до варіанта із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію поступався за формуванням урожаю кращої хлібопекарської якості. На основі статистичних розрахунків на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 1-го строку сівби отримано вміст клейковини 28,6%, що більше за дані отримані на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 27,6%, різниця 1,0% оцінюється як істотна при $t_{\phi} - 4,42 > t_{0,05} - 2,45$. За 2-го строку сівби між даними двох варіантів мінеральних добрив розходження також було достовірним – 0,9% при $t_{\phi} - 5,21 > t_{0,05} - 2,45$. За 3-го строку сівби на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію параметри показника були істотно більшими на 0,6% при $t_{\phi} - 2,83 > t_{0,05} - 2,45$.

У 2024 році закономірності були такі ж, як і у 2023 році. Зокрема, у сорту Елегія Миронівська за 1-го строку сівби на контрольному варіанті вміст клейковини в зерні становив 25,1% і був меншим порівняно до даних варіанта із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 27,4%, різниця 2,3% істотна при $t_{\phi} - 6,89 > t_{0,05} - 2,45$. За 2-го та 3-го строків сівби різниця була достовірною на 5% рівні значущості похибки: 2,1% та 1,9%, відповідно, при $t_{\phi} - 7,37$ та $t_{\phi} - 5,20$. На варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію клейковина зерна у сорту Елегія Миронівська була істотно більшою порівняно до варіанта із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію: за 1-го строку сівби різниця становила 1,2% при $t_{\phi} - 4,00 > t_{0,05} - 2,45$; за 2-го строку сівби – 1,3% при $t_{\phi} - 5,74 > t_{0,05} - 2,45$ та за 3-го строку сівби – 1,0% при $t_{\phi} - 3,30 > t_{0,05} - 2,45$. Найвище значення вмісту клейковини в зерні пшениці ярої сорту Елегія

Миронівська отримано на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію порівняно до варіанта із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію. За 1-го, 2-го та 3-го строків сівби різниця була достовірною і становила 1,0%; 0,9% та 0,7% при t_{ϕ} –3,57; 5,08 та 3,08, відповідно.

Таблиця 5.6

Вміст клейковини в зерні ярої пшениці сорту Елегія Миронівська залежно від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби, %

Норма добрив, кг/га д.р.	Строк сівби	Рік			
		2023	2024	2025	середнє
N ₀ P ₀ K ₀	1-й	24,2±0,229	25,1±0,266	23,9±0,232	24,4
	2-й	25,6±0,250	26,3±0,225	25,2±0,253	25,7
	3-й	26,4±0,193	27,4±0,281	26,0±0,185	26,6
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1-й	26,1±0,243	27,4±0,202	25,8±0,202	26,4
	2-й	27,3±0,171	28,4±0,175	26,8±0,144	27,5
	3-й	28,0±0,222	29,3±0,233	27,6±0,243	28,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1-й	27,6±0,165	28,6±0,222	27,1±0,233	27,8
	2-й	28,5±0,119	29,7±0,144	28,2±0,138	28,8
	3-й	29,2±0,185	30,3±0,194	28,7±0,150	29,4
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1-й	28,6±0,155	29,6±0,171	28,2±0,194	28,8
	2-й	29,4±0,125	30,6±0,103	28,9±0,119	29,6
	3-й	29,8±0,103	31,0±0,119	29,4±0,126	30,1

У 2025 році встановлена подібна закономірність, як і у 2023 та 2024 роках. В результаті проведеного аналізу у сорту Елегія Миронівська на контрольному варіанті за 1-го строку сівби вміст клейковини становив 23,9%, на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію показник був більшим – 25,8%, різниця істотна – 1,9% при t_{ϕ} –6,18 > $t_{0,05}$ –2,45. За 2-го строку сівби показник вмісту клейковини 25,2% на контрольному варіанті був істотно меншим на 1,6% порівняно до варіанта із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію при t_{ϕ} –5,50 > $t_{0,05}$ –2,45. За 3-го строку сівби вміст клейковини в зерні на контрольному варіанті становив 26,0%, на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га

д.р. азоту, фосфору, калію – 27,6%, різниця 1,6% була істотною при $t_{\phi}-5,24 > t_{0,05}-2,45$. На варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію клейковина зерна у сорту Елегія Миронівська була істотно більшою порівняно до варіанта із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію: за 1-го строку сівби різниця становила 1,3% при $t_{\phi}-4,22 > t_{0,05}-2,45$; за 2-го строку сівби – 1,4% при $t_{\phi}-7,02 > t_{0,05}-2,45$ та за 3-го строку сівби – 1,1% при $t_{\phi}-3,85 > t_{0,05}-2,45$. Найвищі параметри показника у сорту Елегія Миронівська отримано на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію порівняно до варіанта із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію. За 1-го, 2-го та 3-го строків сівби різниця була достовірною і становила 1,1%; 0,7% та 0,7% при $t_{\phi}-3,63$; 3,84 та 3,57, відповідно.

Таблиця 5.7

Вміст клейковини в зерні пшениці ярої сорту Сімкода Миронівська залежно від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби, %

Норма добрив, кг/га д.р.	Строк сівби	Рік			
		2023	2024	2025	середнє
N ₀ P ₀ K ₀	1-й	25,6±0,193	26,5±0,189	25,2±0,202	25,8
	2-й	26,8±0,166	27,7±0,171	26,5±0,222	27,0
	3-й	27,7±0,210	28,5±0,132	27,3±0,189	27,8
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1-й	27,5±0,155	28,6±0,144	27,0±0,210	27,7
	2-й	28,6±0,126	29,5±0,171	28,1±0,144	28,7
	3-й	29,1±0,144	30,2±0,202	28,6±0,125	29,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1-й	28,7±0,194	29,9±0,155	28,4±0,171	29,0
	2-й	29,6±0,155	30,8±0,104	29,1±0,132	29,8
	3-й	30,1±0,111	31,2±0,125	29,7±0,149	30,3
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1-й	29,6±0,171	30,7±0,138	29,1±0,194	29,8
	2-й	30,3±0,132	31,3±0,119	29,9±0,125	30,5
	3-й	30,8±0,119	31,7±0,108	30,3±0,103	30,9

У сорту Сімкода Миронівська закономірності щодо якості зерна пшениці ярої за вмістом клейковини аналогічні. У 2023 році кращі параметри отримані при

вирощуванні пшениці ярої за 1-го строку сівби на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 27,5% порівняно до контрольного варіанта, де значення становило 25,6%, різниця 1,9% істотна при $t_{\phi}-7,68 > t_{0,05}-2,45$. За 2-го строку сівби також перевага залишається за варіантом із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію порівняно до контрольного варіанта, різниця становить 1,8% при $t_{\phi}-8,64 > t_{0,05}-2,45$. За 3-го строку сівби при порівнянні контрольного варіанта та варіанта із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію різниця між даними вмісту клейковини становила 1,4% при $t_{\phi}-5,50 > t_{0,05}-2,45$. У сорту Сімкода Миронівська за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби вміст клейковини був більшим на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію порівняно до варіанта із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – на 1,2%; 1,0% та 1,0% відповідно при $t_{\phi} - 4,83; 5,01$ та $5,50$, що більше за $t_{0,05}-2,45$. За наступним різницеvim аналізом встановлено істотно кращі параметри клейковини на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію: за 1-го строку сівби значення становило 29,6%; за 2-го строку сівби – 30,3% і за 3-го строку сівби – 30,8%. Порівняно до варіанта із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію різниця 0,9%; 0,7% та 0,7% була істотна при критерії Стьюдента 3,48; 3,44 та 4,30, що більше за $t_{0,05}-2,45$.

У 2024 році у сорту Сімкода Миронівська між даними контрольного варіанта та варіанта із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію вміст клейковини був статистично різним: за 1-го строку сівби різниця становила 2,1% ($t_{\phi}-8,84$), за 2-го строку сівби – 1,8% ($t_{\phi}-7,44$) та за 3-го строку сівби – 1,7% ($t_{\phi}-7,05$). Також отримано істотно більші параметри показника на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію порівняно до варіанта із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію: за 1-го строку сівби різниця становила 1,3% при $t_{\phi}-6,14 > t_{0,05}-2,45$; за 2-го строку сівби – 1,3% при $t_{\phi}-6,50 > t_{0,05}-2,45$ та за 3-го строку сівби – 1,0% при $t_{\phi}-4,21 > t_{0,05}-2,45$. На варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію отримано найвищі значення показника – 30,7%; 31,3%; 31,7% за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби. Порівняно до варіанта із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію різниця

становила 0,8%; 0,5% та 0,5%, відповідно до зазначених вище строків сівби. Критерій Стьюдента становив $t_{\phi} - 3,85; 3,16$ та $3,03$, що більше за теоретичне значення на 5% рівні похибки $t_{0,05}-2,45$.

У 2025 році у сорту Сімкода Миронівська також отримано істотно більші параметри показника на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію порівняно до контрольного варіанта: за 1-го строку сівби різниця становила 1,8% при $t_{\phi}-6,18 > t_{0,05}-2,45$; за 2-го строку сівби – 1,6% при $t_{\phi}-6,05 > t_{0,05}-2,45$ та за 3-го строку сівби – 1,3% при $t_{\phi}-5,74 > t_{0,05}-2,45$. На варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію кращі параметри отримані при вирощуванні пшениці ярої за 1-го строку сівби 28,4% порівняно до варіанта із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію, де значення становило 27,0%, різниця 1,4% істотна при $t_{\phi}-5,17 > t_{0,05}-2,45$. За 2-го строку сівби також перевага залишається за варіантом із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію порівняно до варіанта із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію, різниця становить 1,0% при $t_{\phi}-5,12 > t_{0,05}-2,45$. За 3-го строку сівби при порівнянні варіантів із нормами удобрення по 60 та 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію різниця між даними вмісту клейковини становила 1,1% при $t_{\phi}-5,66 > t_{0,05}-2,45$. Істотно найкраща клейковина була на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію: за 1-го строку сівби значення становило 29,1%; за 2-го строку сівби – 29,9% і за 3-го строку сівби – 30,3%. Порівняно до варіанта із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію різниця 0,7%; 0,8% та 0,6% була істотна при критерії Стьюдента 2,71; 4,40 та 3,31, що більше за $t_{0,05}-2,45$.

Оцінка абіотичних умов середовища за різних строків сівби показує їх вплив на якість зерна пшениці ярої сорту Елегія Миронівська за показником клейковини. У 2023 році встановлена істотна різниця при порівнянні даних вмісту клейковини в зерні пшениці ярої між 1-м та 2-м строками сівби: на контрольному варіанті – 1,4% ($t_{\phi}-4,13 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 1,2% ($t_{\phi}-4,04 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,9% ($t_{\phi}-4,42 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,8% ($t_{\phi}-4,02 > t_{0,05}-2,45$).

Аналогічно одержано результат достовірності різниці між 2-м та 3-м строками сівби: на контрольному варіанті – 0,8% ($t_{\phi}-2,53 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,7% ($t_{\phi}-2,50 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,7% ($t_{\phi}-3,18 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,4% ($t_{\phi}-2,47 > t_{0,05}-2,45$).

У 2024 році при порівнянні середньоарифметичних даних натури зерна пшениці ярої між 1-м та 2-м строками сівби встановлена істотна різниця: на контрольному варіанті – 1,2% ($t_{\phi}-3,44 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 1,0% ($t_{\phi}-3,74 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 1,1% ($t_{\phi}-4,16 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 1,0% ($t_{\phi}-5,01 > t_{0,05}-2,45$). Також встановлена істотна різниця при порівнянні даних між 2-м та 3-м строками сівби: на контрольному варіанті – 1,1% ($t_{\phi}-3,06 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,9% ($t_{\phi}-3,09 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,6% ($t_{\phi}-2,48 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,4% ($t_{\phi}-2,54 > t_{0,05}-2,45$).

У 2025 році підтверджена подібна закономірність, як і у 2023 та 2024 роках. Між 1-м та 2-м строками сівби отримана достовірна різниця даних вмісту клейковини в зерні пшениці ярої: на контрольному варіанті – 1,3% ($t_{\phi}-3,79 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 1,0% ($t_{\phi}-4,03 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 1,1% ($t_{\phi}-4,06 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,7% ($t_{\phi}-3,08 > t_{0,05}-2,45$). При порівнянні даних між 2-м та 3-м строками сівби встановлена також істотна різниця: на контрольному варіанті – 0,8% ($t_{\phi}-2,55 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,8% ($t_{\phi}-2,83 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,5% ($t_{\phi}-2,45 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,5% ($t_{\phi}-2,88$

$> t_{0,05}-2,45$).

При вирощуванні ярої пшениці сорту Сімкода Миронівська також встановлено вплив абіотичних умов середовища за різних строків сівби на якість зерна за показником клейковини. Так, у 2023 році при порівнянні даних вмісту клейковини в зерні між 1-м та 2-м строками сівби різниця була істотна на контрольному варіанті – 1,2% ($t_{\phi}-4,71 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 1,1% ($t_{\phi}-5,51 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,9% ($t_{\phi}-3,62 > t_{0,05}-2,45$) і на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,7% ($t_{\phi}-3,24 > t_{0,05}-2,45$). Також результат достовірності різниці отримано між 2-м та 3-м строками сівби на контрольному варіанті – 0,9%; на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,5%; на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,5% та на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,5%. Відповідно до зазначених вище норм добрив критерій Стьюдента t_{ϕ} – 3,36; 2,61; 2,62 та 2,81 був більшим за табличне значення критерію на 5% рівні похибки $t_{0,05}-2,45$.

У 2024 році при порівнянні даних вмісту клейковини в зерні між 1-м та 2-м строками сівби різниця була істотна на контрольному варіанті та на варіантах із нормами удобрення по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію і становила 1,2%; 0,9%; 0,9 та 0,6% при t_{ϕ} – 4,71; 4,03; 4,82 та 3,29 відповідно, що більше за $t_{0,05}-2,45$. При порівнянні даних між 2-м та 3-м строками сівби на контрольному варіанті встановлена істотна різниця 0,8%; на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,7%; на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,4% та на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,4%. Відповідно до зазначених вище норм добрив критерій Стьюдента t_{ϕ} – 3,70; 2,64; 2,46 та 2,49 був більшим за табличне значення критерію на 5% рівні похибки $t_{0,05}-2,45$.

У 2025 році між 1-м та 2-м строками сівби отримана достовірна різниця даних вмісту клейковини в зерні пшениці ярої: на контрольному варіанті – 1,3% ($t_{\phi}-4,33 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію

– 1,1% ($t_{\text{ф}}-4,32 > t_{0,05}-2,45$); на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,7% ($t_{\text{ф}}-3,24 > t_{0,05}-2,45$) і на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 0,8% ($t_{\text{ф}}-3,47 > t_{0,05}-2,45$). При порівнянні даних між 2-м та 3-м строками сівби різниця також була істотною на контрольному варіанті та на варіантах із нормами удобрення по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію і становила 0,8%; 0,5%; 0,6% та 0,4% при $t_{\text{ф}} - 2,74; 2,62; 3,01$ та $2,47$ відповідно, що більше за $t_{0,05}-2,45$.

На основі математично-статистичної обробки експериментальних даних доведено закономірний вплив досліджуваних факторів на формування вмісту клейковини в зерні пшениці ярої. Встановлено, що на цей показник якості дія чинників є неоднаковою (рис. 5.3). Здебільшого клейковина в зерні залежала від норм застосованих мінеральних добрив, частка впливу яких становила 80,38% у сорту Елегія Миронівська та 81,65% у сорту Сімкода Миронівська. Вплив строків сівби був дещо меншим і складав відповідно 18,93% та 17,47% для зазначених вище сортів.

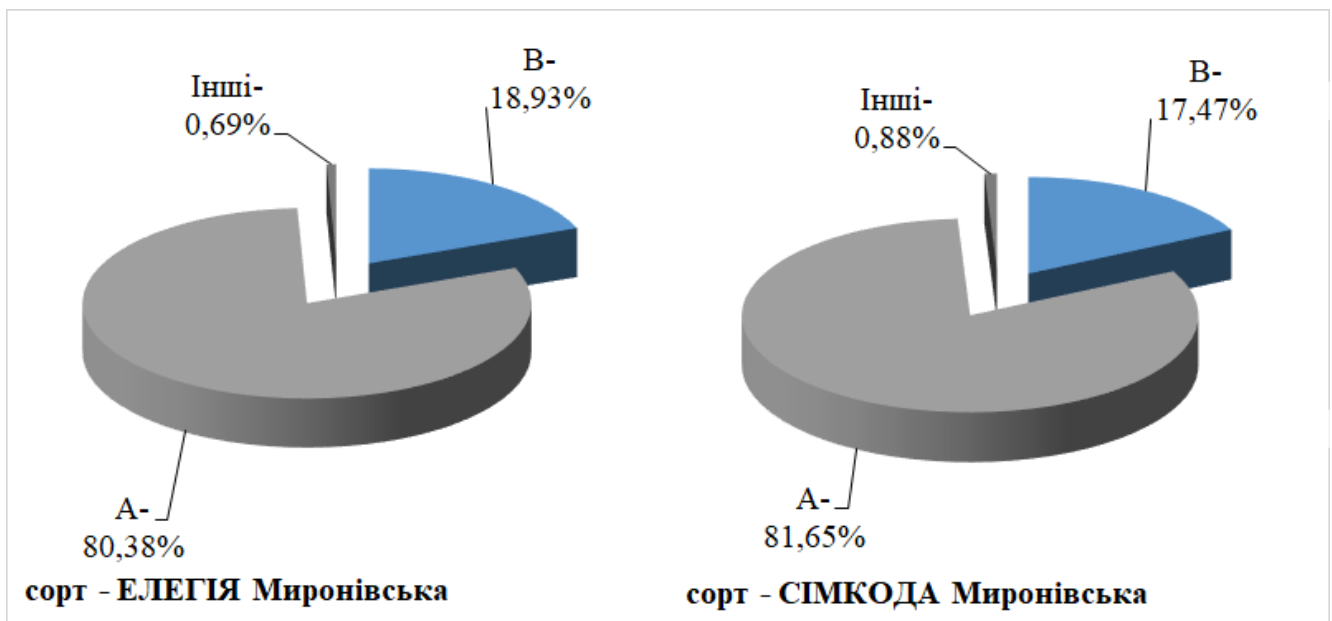


Рис. 5.3. Частка впливу факторів на вміст клейковини в зерні пшениці ярої (фактор А – мінеральні добрива, фактор В – строк сівби)

Вміст клейковини в зерні пшениці відповідно до вимог ДСТУ 3768:2019 для першого класу має становити більше 28,0%, для другого – 23,0-28,0% та для

третього – 18,0-23,0% [56]. За результатами досліджень встановлено, що для сорту Елегія Миронівська параметри показника відповідають першому класу на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби, на варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 2-го та 3-го строків сівби, а також на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 3-го строку сівби, де отримані значення знаходилися в межах від 28,3 до 30,1%. На варіанті із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 1-го строку сівби, на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 1-го та 2-го строків сівби, а також на контрольному варіанті за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби вміст клейковини в зерні пшениці відповідав другому класу, де значення коливалися в межах 24,4-27,8%. Для сорту Сімкода Миронівська вміст клейковини в зерні пшениці на варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 2-го та 3-го строків сівби, а також на варіантах із нормами удобрення по 60 та 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 1-го, 2-го, 3-го строків сівби відповідав вимогам першого класу – 28,7-30,9%. На варіанті із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію за 1-го строку сівби та на контролі за 1-го, 2-го, 3-го строків сівби значення показника відповідало другому класу і становило 25,8-27,8%.

Отже, в результаті проведеного дослідження оцінки якості зерна пшениці ярої за показником клейковини встановлено, що при збільшенні норм внесення мінеральних добрив значення її суттєво підвищувалися. На контролі та на варіантах із нормами внесення азоту, фосфору та калію по 30, 60, 90 кг/га д.р. показники відповідно становили у сорту Елегія Миронівська – 25,6; 27,4; 28,7; 29,5%, а у сорту Сімкода Миронівська – 26,9; 28,6; 29,7; 30,4%.

Щодо впливу зовнішніх умов середовища при вирощуванні за різних строків сівби доведено, що при їх зміщенні від ранніх до більш пізніх спостерігалось також істотне збільшення параметрів показника. За 1-го, 2-го та 3-го строків сівби параметри показника для сорту Елегія Миронівська відповідно становили 26,8; 27,9; 28,6%, а для сорту Сімкода Миронівська – 28,1; 29,0; 29,6%.

Здебільшого клейковина в зерні залежала від норм застосованих мінеральних

добрив, частка впливу яких становила 80,38% у сорту Елегія Миронівська та 81,65% у сорту Сімкода Миронівська. Вплив строків сівби був дещо меншим і складав відповідно 18,93% та 17,47% для зазначених вище сортів.

5.4. Системний аналіз взаємозв'язків між показниками якості та урожайністю зерна пшениці ярої

Системний аналіз взаємозв'язків зумовлюється кореляційними і регресійними залежностями між кількісними та якісними ознаками. Комплексний підхід враховує вплив агротехнологічних факторів, таких як попередники, мінеральні добрива, які одночасно змінюють і урожайність, і якість зерна [153, 154]. Дослідження проведені на дослідному полі Уманського НУС показують, що оптимізація мінерального удобрення сприяє збільшенню урожайності, проте при надмірних нормах внесення азоту змінюється співвідношення між структурними елементами [155]. Закордонні дослідження також свідчать про те, що урожайність є дуже складною комплексною ознакою, яка формується під впливом багатьох факторів: генотипу, навколишнього середовища та їх взаємодії, яка ускладнює одночасне покращення всіх показників якості зерна [156]. Отже, системний аналіз дає змогу виявити потрібні взаємозв'язки між урожайністю та якістю зерна та обґрунтувати оптимальні технологічні рішення для їх збалансованого підвищення.

На основі отриманих нами експериментальних даних показників якості зерна представлених на графіку показано закономірність за якою встановлений певний взаємозв'язок (рис. 5.4). При вирощуванні пшениці ярої сорту Сімкода Миронівська 1-й строк сівби сприяв більшому накопиченню вмісту білка (14,7%) і клейковини (29,8%) в зерні на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію порівняно до контролю та варіантів із нормами удобрення по 30 та 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію. При цьому натура зерна знижувалася до 745,3 г/л. Це зумовлено тим, що із збільшенням норм мінеральних добрив, особливо азотних, активізується синтез білків в рослинах і зерно стає «більш білковим», що спричиняє до підвищення вмісту білка і клейковини. Одночасно з цим через менш інтенсивне накопичення крохмалю та певне погіршення виповненості зернівки

відбувається зниження натуре зерна. За 2-го строку сівби на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію також отримано більший вміст білка (15,1%) і клейковини (30,5%) в зерні порівняно з контролем та варіантами із нормами удобрення по 30 та 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію. Найвищі значення вмісту білка (15,4%) та клейковини (30,9%) в зерні отримано при 3-му строкові сівби на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію. При пізніх строках сівби пшениці ярої відбувається підвищення вмісту білка і клейковини в зерні у зв'язку із зниженням урожайності та скороченням вегетаційного періоду.

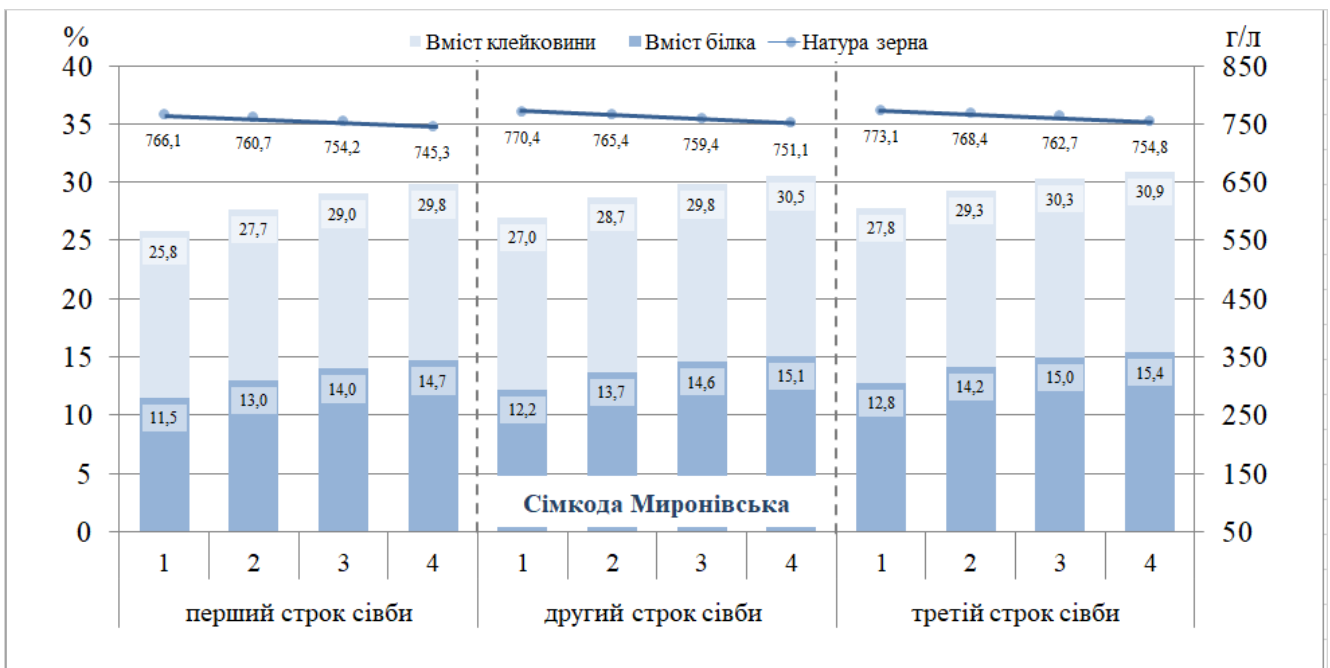


Рис. 5.4. Залежність показників якості зерна пшениці ярої сорту Сімкода Миронівська від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби (1 – N₀P₀K₀, 2 – N₃₀P₃₀K₃₀, 3 – N₆₀P₆₀K₆₀, 4 – N₉₀P₉₀K₉₀)

При вирощуванні пшениці ярої сорту Елегія Миронівська біохімічні і технологічні показники якості зерна теж характеризуються аналогічною закономірністю (рис. 5.5). Більшому вмісту білка в зерні відповідає більший вміст клейковини і менша натура зерна. Це підтверджено експериментальними даними. За 1-го строку сівби отримано більший вміст білка (14,2%) та клейковини (28,8%) в зерні на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію

порівняно до контролю та варіантів із нормами удобрення по 30 та 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію і меншу натуру зерна – 736,3 г/л. За 2-го строку сівби на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію також отримано більший вміст білка (14,5%) і клейковини (29,6%) в зерні порівняно з контролем та варіантами із нормами удобрення по 30 та 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію. Найвищі значення вмісту білка (14,8%) та клейковини (30,1%) в зерні отримано при 3-му строковій сівбі на варіанті із нормою удобрення по 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію.

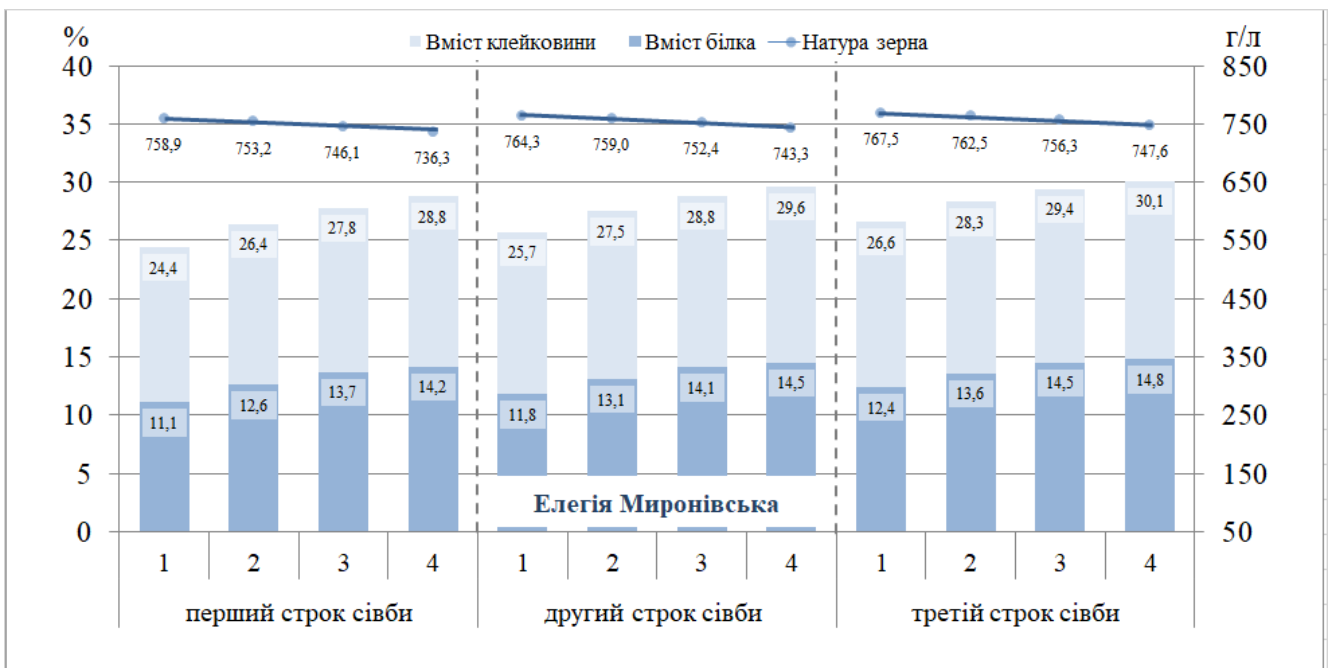


Рис. 5.5. Залежність показників якості зерна пшениці ярої сорту Елегія Миронівська від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби (1 – N₀P₀K₀, 2 – N₃₀P₃₀K₃₀, 3 – N₆₀P₆₀K₆₀, 4 – N₉₀P₉₀K₉₀)

Встановлено також взаємозв'язок між урожайністю та показниками якості зерна на основі алгоритму максимального кореляційного шляху. Встановлено, що між урожайністю зерна та натурою спостерігається зворотний зв'язок: у сорту Сімкода Миронівська $r=-0,93$, у сорту Елегія Миронівська $r=-0,94$. Це пояснюється тим, що при формуванні високого врожаю відбувається посилена конкуренція між зернівками за асимілянти, що в свою чергу призводить до гіршої виповненості зерна, зменшення його щільності, і в підсумку, зниження натурі.

Між вмістом білка і натурою зерна пшениці ярої отримано також зворотний зв'язок: у сорту Сімкода Миронівська $r=-0,64$, у сорту Елегія Миронівська $r=-0,63$, що обумовлено протилежною спрямованістю між накопиченням білка і крохмалю. Як правило, із збільшенням вмісту білка спостерігається зменшення частки крохмалю, що спричиняє до зниження щільності, виповненості та натуре зерна.

Між вмістом білка і клейковини в зерні пшениці ярої встановлений тісний прямий зв'язок, так як клейковина формується з білкових фракцій зерна (гліадинів і глютенінів): у сорту Сімкода Миронівська $r=0,99$, у сорту Елегія Миронівська $r=0,99$. Як правило, із збільшенням вмісту білка в зерні підвищується також і вміст клейковини, якість якої залежить від складу білків.

Висновки до розділу 5.

В результаті проведеного дослідження оцінки технологічної якості зерна пшениці ярої за показником натуре встановлено, що при збільшенні норм внесення мінеральних добрив значення його істотно знижувалися. На контролі та на варіантах із нормами внесення мінеральних добрив по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію показники відповідно становили у сорту Елегія Миронівська – 763,6; 758,2; 751,6; 742,4 г/л, а у сорту Сімкода Миронівська – 769,9; 764,8; 758,8; 750,4 г/л. Щодо впливу зовнішніх умов середовища в процесі вирощування за різних строків сівби доведено, що при їх зміщенні відбувалося істотне збільшення параметрів показника. За 1-го, 2-го та 3-го строків сівби параметри показника для сорту Елегія Миронівська відповідно становили 748,6; 754,8; 758,5 г/л, а для сорту Сімкода Миронівська – 756,6; 761,6; 764,8 г/л. Здебільшого натура зерна залежала від застосованих норм мінеральних добрив, частка впливу яких становила 78,93% у сорту Елегія Миронівська та 82,08% у сорту Сімкода Миронівська. Вплив строків сівби був менш вираженим і складав відповідно 20,86% та 17,66% для зазначених вище сортів.

В результаті досліджень встановлено істотний вплив мінеральних добрив на вміст білка в зерні пшениці ярої. Так, при внесенні норм мінеральних добрив по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію показники становили у сорту Елегія Миронівська – 13,1; 14,1; 14,5%, а у сорту Сімкода Миронівська – 13,6; 14,5; 15,1%,

відповідно. Встановлено також залежність вмісту білка в зерні пшениці ярої відповідно до умов вирощування за різних строків сівби. За 1-го, 2-го та 3-го строків у сорту Елегія Миронівська значення показників становили 12,9; 13,4; 13,8%, а для сорту Сімкода Миронівська – 13,3; 13,9; 14,3%, відповідно. Частка впливу фактора умов вегетації за різних строків сівби у сорту Елегія Миронівська становила 11,3%, для норм мінеральних добрив – 87,8%. У сорту Сімкода Миронівська, відповідно, – 13,2% та 86,2%.

В результаті проведеного дослідження оцінки якості зерна пшениці ярої за показником клейковини встановлено, що при збільшенні норм внесення мінеральних добрив значення її суттєво підвищувалися. На контролі та на варіантах із нормами внесення мінеральних добрив по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію показники відповідно становили у сорту Елегія Миронівська – 25,6; 27,4; 28,7; 29,5%, а у сорту Сімкода Миронівська – 26,9; 28,6; 29,7; 30,4%. Щодо впливу зовнішніх умов середовища при вирощуванні за різних строків сівби доведено, що при їх зміщенні від ранніх до більш пізніх спостерігалось також істотне збільшення параметрів показника. За 1-го, 2-го та 3-го строків сівби параметри показника для сорту Елегія Миронівська відповідно становили 26,8; 27,9; 28,6%, а для сорту Сімкода Миронівська – 28,1; 29,0; 29,6%. Здебільшого клейковина в зерні залежала від норм застосованих мінеральних добрив, частка впливу яких становила 80,38% у сорту Елегія Миронівська та 81,65% у сорту Сімкода Миронівська. Вплив строків сівби був дещо меншим і складав відповідно 18,93% та 17,47% для вище зазначених сортів.

Опубліковані праці за розділом 5

Климишена Р.І., Сікора А.Г. Залежність вмісту білка в зерні пшениці ярої від впливу мінеральних добрив за різних строків сівби. *Таврійський науковий вісник*. 2025. Вип. 146, Ч.1. С. 108-113. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.1.12>

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ

6.1. Економічний аналіз вирощування пшениці ярої

В сучасних економічних умовах ефективність виробництва залежить не тільки від урожайності, але й від оптимізації затрат, рівня рентабельності, конкурентоспроможності вирощеної продукції як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Підвищення цін на ресурси, зміна кліматичних умов та хиткість ринкової ситуації обумовлюють проведення детального економічного аналізу технологій вирощування пшениці ярої.

Економічна доцільність вирощування зерна пшениці визначається під впливом різноманітних факторів, таких як ефективність використання ресурсів, система обробітку ґрунту, вибір сортів, внесення мінеральних добрив, застосування засобів захисту рослин тощо. Дослідження вітчизняних учених свідчать, що оптимізація елементів технології вирощування сприяє не тільки підвищенню врожайності зерна, але й покращенню економічних показників, зокрема зниженню собівартості продукції та зростанню рентабельності [157, 158.]. Поряд з цим встановлено, що економічні результати значною мірою залежать від ефективності використання матеріально-технічних ресурсів, зокрема мінеральних добрив та паливно-мастильних матеріалів, які формують більшу частку виробничих витрат.

В багатьох публікаціях звертається увага на те, що між урожайністю зерна та економічними показниками існує тісний взаємозв'язок. Наприклад, внаслідок вдосконалення агротехнологічних заходів відбувається підвищення продуктивності, що в підсумку забезпечує зростання чистого доходу та рентабельності, незважаючи на збільшення виробничих затрат [159]. Для ярих зернових культур, зокрема й пшениці, яка має короткий період вегетації, особливо важливим є адаптація технологій до певних ґрунтово-кліматичних умов. Це в свою

чергу дає можливість для одержання стабільних врожаїв на рівні 5,0 т/га з високими показниками якості зерна [160].

Для встановлення економічної ефективності на основі показників комплексної оцінки технології вирощування пшениці ярої виконана розрахункова частина із застосуванням загальноприйнятих методик розробки технологічних карт. Ринок цієї культури відзначається стабільним попитом і гарантованою реалізацією продукції. Збільшення потреб в зерні пшениці ярої слугує вагомим аргументом щодо доцільності її вирощування та є підставою для розширення площ під посіви.

В результаті проведених досліджень економічну ефективність вирощування пшениці ярої визначено з урахуванням норм застосування мінеральних добрив, що забезпечують високий рівень урожайності та якості зерна. Розрахунки проведені за науково-обґрунтованим економічним аналізом із використанням комплексу показників, які відображають практичні аспекти аграрної економіки [161, 162]. До уваги було взято всі витрати, які пов'язані з вирощуванням культури, в тому числі прямі та загальновиробничі. Вартість одержаної продукції визначали за середньо ринковими цінами у роки проведення досліджень. Чистий дохід розраховувався шляхом співставлення загальних витрат при вирощуванні культури на 1 га та отриманим доходом від реалізації продукції, вирощеної на одиниці площі посіву.

Рентабельність вирощування пшениці ярої значною мірою залежить від норм застосування мінеральних добрив, так як вони суттєво впливають на рівень урожайності та собівартість отриманої продукції. Встановлено, що при збільшенні норм внесення мінеральних добрив рівень рентабельності поступово зменшується: від 127,6% на контрольному варіанті до 113,0%, 102,8% і 89,4% відповідно на варіантах удобрення із нормами по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію (табл. 6.1). Кошти вкладені у вирощування пшениці ярої не тільки окуповуються, але й забезпечують чистий прибуток: кожна інвестована гривня сприяє отриманню додаткового доходу 1,27 грн (контроль), 1,13 грн (варіант із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію), 1,02 грн (варіант із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію).

Така динаміка пояснюється тим, що зростання виробничих витрат випереджає збільшення врожайності. Підвищення норм мінеральних добрив призводить до значного підвищення собівартості продукції, тоді як додатковий урожай відповідає принципу спадної віддачі й не забезпечує пропорційного приросту прибутку. Таким чином ефективність використання вкладених ресурсів поступово знижується.

Таблиця 6.1

**Економічні показники вирощування ярої пшениці сорту Сімкода
Миронівська (середнє за 2023-2025 рр.)**

Строк сівби	Норма добрив, кг/га д.р.	Урожайність, т/га	Затрати, грн./га	Дохід, грн./га	Собівартість, грн./т	Чистий прибуток, грн./га	Рівень рентабельності, %
1-й	N ₀ P ₀ K ₀	5,08	20090,7	45720	3954,9	25629,3	127,6
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,86	24755,1	52740	4224,4	27984,9	113,0
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	6,40	28399,7	57600	4437,5	29200,3	102,8
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	6,74	32027,3	60660	4751,8	28632,7	89,4
2-й	N ₀ P ₀ K ₀	4,57	20047,8	41130	4386,8	21082,2	105,2
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,34	24711,7	48060	4627,7	23348,3	94,5
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,85	28353,5	52650	4846,8	24296,5	85,7
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	6,18	31980,0	55620	5174,8	23640,0	73,9
3-й	N ₀ P ₀ K ₀	3,94	19994,5	35460	5074,7	15465,5	77,3
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4,69	24656,7	42210	5257,3	17553,3	71,2
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,16	28295,3	46440	5483,6	18144,7	64,1
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	5,49	31921,8	49410	5814,5	17488,2	54,8

Отже, з економічної точки зору вигідно вносити оптимальні норми мінеральних добрив, які забезпечуватимуть найбільш сприятливе співвідношення між витратами і доходами. Оскільки надмірне їх застосування не тільки не сприяє підвищенню рівня рентабельності, але й стає економічно невиправданим.

Рівень рентабельності залежав також і від абіотичних умов вирощування за різних строків сівби. Відбувалося істотне його зниження при зміщенні строків

сівби в сторону пізніших, що зумовлено передусім зменшенням урожайності зерна. При не значному зменшенні виробничих витрат це спричиняє до зростання собівартості продукції та зменшення прибутку на одиниці площі посіву, що в підсумку призводить до зниження економічної ефективності вирощування пшениці ярої. Отже, найвищий рівень рентабельності отримано за 1-го строку сівби на контролі 127,6% та на варіантах із нормами удобрення по 30, 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію – 113,0%; 102,8%, відповідно.

6.2. Енергетичний аналіз вирощування пшениці ярої

У сучасних умовах стрімкого розвитку землеробства, підвищення цін на енергоресурси та загострення потреби у збереженні навколишнього середовища набуває великої важливості оцінка ефективності технологій вирощування сільськогосподарських культур не тільки за економічними, а й за енергетичними критеріями. У цьому контексті ключовим інструментом для комплексної оцінки агротехнологій виступає біоенергетичний аналіз.

Біоенергетичний аналіз спрямований на оцінку співвідношення між накопиченою енергією в отриманому врожаї та загальними енергетичними витратами на його виробництво, до яких належать затрати на паливні матеріали, насіння, добрива, засоби захисту рослин і трудові ресурси. В літературних джерелах вітчизняних дослідників зазначено, що підвищення рівня інтенсифікації технологій вирощування пшениці ярої часто супроводжується збільшенням енергетичних затрат, при цьому не завжди спостерігається пропорційне зростання енерговіддачі [163, 164]. Це підкреслює необхідність пошуку оптимальних технологічних рішень, які б дозволяли отримати максимальний вихід енергії з одиниці площі посіву при мінімальних енергетичних затратах.

Ефективність технології вирощування пшениці ярої характеризується її здатністю забезпечувати зниження затрат на одиницю продукції, що оцінюється у грошовому еквіваленті. До них належать, як матеріальні, так і трудові ресурси, що необхідні для організації виробничого процесу і виконання комплексу технологічних операцій. Підсумком використаної технології є отриманий урожай в

якому акумулюється вся витрачена на його вирощування енергія, виражена через енергетичний еквівалент первинних ресурсів. Під час вегетації рослини, як правило, забезпечені необхідними умовами, які сприяють накопиченню енергії завдяки поступовій асиміляції відновлюваної сонячної енергії.

При вирощуванні сільськогосподарських культур посіви, які здатні в повній мірі використовувати поновлювальну енергію сонця забезпечують стабільніше формування урожаю, що свідчить про ефективність застосованих технологій та використання матеріальних ресурсів. Отже, урожай є результатом витрат непоновлюваної енергії та накопичення відновлюваної сонячної енергії [59]. Відношення акумульованої енергії до витраченої непоновлюваної характеризує рівень ефективності технології, тобто чим воно вище, тим досконалішою є застосована технологія. Такий показник називають коефіцієнтом енергетичної ефективності (Кее).

В таблиці 6.2. наведені результати оцінки ефективності вирощування пшениці ярої. Аналіз енергетичних витрат вирощування урожаю проведений на основі технологічних карт показує, що застосування мінеральних добрив спричиняє збільшення затрат непоновлюваної енергії, як накопичена в готовій продукції. Поряд з цим співвідношення акумульованої енергії урожаєм на 1 га посіву в МДж до загальних енергетичних витрат спрямованих на забезпечення біологічних процесів трансформації світлової енергії в енергію хімічних зв'язків в середньому становить за першого строку сівби на контролі 4,88. При внесенні мінеральних добрив у нормах по 30, 60 та 90 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію коефіцієнт енергетичної ефективності формування врожаю пшениці ярої дещо зменшувався і становив відповідно 4,30; 3,85 та 3,48. Це пояснюється тим, що із збільшенням норм застосування мінеральних добрив відбувається значне підвищення затрат непоновлюваної енергії потрібної для їхнього виробництва, транспортування, а також внесення. При цьому зростання рівня урожайності має обмежений характер і підпорядковується закону спадної віддачі. В підсумку зменшується енергетична ефективність на одиницю витраченої енергії, що спричиняє до зниження показника коефіцієнта енергетичної ефективності. З

відтермінуванням строків сівби за тих же енергетичних ресурсів забезпечення вирощування, кількість акумульованої енергії за меншого рівня урожайності стає меншою, що призводить до зниження енергетичної ефективності технологічного процесу. У відповідності норм внесення мінеральних добрив по 30, 60 та 90 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію коефіцієнт енергетичної ефективності за 3-го строку сівби становив 3,80; 3,39 та 3,06.

Таблиця 6.2

**Біоенергетичні показники вирощування ярої пшениці сорту Сімкода
Миронівська (середнє за 2023-2025 рр.)**

Строк сівби	Норма добрив, кг/га д.р.	Урожайність, т/га	Затрати непоновлюваної енергії, МДж		Акумульована енергія урожаєм 1 га, МДж	Коеф. енерг. ефект. (К _е)
			на 1 га	на 1 т зерна		
1-й	N ₀ P ₀ K ₀	5,08	17108,3	3367,8	83575,1	4,88
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,86	22416,6	3825,4	96407,5	4,30
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	6,40	27284,6	4263,2	105291,5	3,85
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	6,74	31785,7	4716,0	110885,1	3,48
2-й	N ₀ P ₀ K ₀	4,57	16172,1	3538,8	75184,7	4,64
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,34	21462,4	4019,1	87852,6	4,09
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,85	26275,3	4491,5	96243,0	3,66
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	6,18	30758,0	4977,0	101672,1	3,30
3-й	N ₀ P ₀ K ₀	3,94	15016,3	3811,2	64820,0	4,31
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4,69	20269,5	4321,9	77158,9	3,80
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,16	25009,2	4846,7	84891,2	3,39
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	5,49	29491,8	5371,9	90320,3	3,06

Абіотичні умови вирощування пшениці ярої за різних строків сівби також впливали на коефіцієнт енергетичної ефективності формування врожаю. Зниження його за пізніх строків сівби перш за все обумовлене погіршенням умов формування врожаю, а також дещо менш ефективним використанням наявних ресурсів. Рослини при сівбі за пізніх строків вимушені адаптуватися до менш сприятливих

агрокліматичних умов: зменшується тривалість періоду вегетації, спостерігається дефіцит вологи в ґрунті, а також зниження інтенсивності фотосинтезу, що зумовлено підвищенням температур на ранніх етапах росту і розвитку. Усе це, як правило, призводить до формування меншої біомаси рослин, а в підсумку й до зниження врожайності культури. При цьому рівень енергетичних витрат на вирощування майже не змінюється незалежно від строків сівби. Отже, при зменшенні кількості отриманої продукції і водночас накопиченій в ній енергії, спостерігається зниження співвідношення «отримана енергія / затрачена енергія». Таким чином, основним чинником зниження коефіцієнта енергетичної ефективності за умови пізніх строків сівби є зменшення урожайності та біоенергетичної продукції при відносно незмінних енергетичних затратах.

Висновки до розділу 6.

Актуальність теми дослідження зумовлена необхідністю підвищення економічної ефективності вирощування пшениці ярої шляхом удосконалення технологічних прийомів та раціонального використання ресурсів. Проведення економічного аналізу дозволяє виявити резерви підвищення прибутковості виробництва, обґрунтувати доцільність застосування різних агротехнологій та сформулювати рекомендації щодо підвищення конкурентоспроможності продукції зернового господарства.

Рівень рентабельності вирощування пшениці ярої значною мірою залежить від норм застосування мінеральних добрив за різних строків сівби, які в сукупності суттєво впливають на рівень врожайності та собівартість отриманої продукції. Встановлено, що при збільшенні норм внесення мінеральних добрив рівень рентабельності поступово зменшується: від 127,6% на контрольному варіанті до 113,0%, 102,8% і 89,4% відповідно на варіантах із нормами добрив по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію. Кошти вкладені у вирощування пшениці ярої не тільки окуповуються, але й забезпечують чистий прибуток: кожна інвестована гривня сприяє отриманню додаткового доходу 1,27 грн (контроль), 1,13 грн (варіант із нормою удобрення по 30 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію), 1,02 грн (варіант із нормою удобрення по 60 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію).

Аналіз енергетичних витрат проведений на основі всіх складових частин інтегрованих в технологічний процес вирощування пшениці ярої за першого строку сівби показує, що при збільшенні внесення мінеральних добрив у відповідності до норм 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію коефіцієнт енергетичної ефективності дещо зменшувався і становив відповідно встановлених значень 4,30; 3,85 та 3,48. З відтермінуванням строків сівби за тих же енергетичних ресурсів забезпечення вирощування, кількість акумульованої енергії за меншого рівня урожайності стає меншою, що призводить до зниження енергетичної ефективності технологічного процесу. У відповідності норм внесення мінеральних добрив по 30, 60, 90 кг/га д.р. азоту, фосфору, калію коефіцієнт енергетичної ефективності за третього строку сівби становив 3,80; 3,39 та 3,06.

ВИСНОВКИ

В результаті виконаних досліджень виявлено, що формування посівів, урожайність, технологічна та біохімічна якість зерна, а також економічна та біоенергетична результативність вирощуванні ярої пшениці залежали від внесених мінеральних добрив та абіотичних умов середовища за різних строків сівби. Проведені спостереження, обліки, аналізи дають змогу сформулювати наступні висновки.

1. Польова схожість насіння ярої пшениці змінювалася залежно від рівня мінерального живлення. У сорту Елегія Миронівська вона становила 91,47%, у сорту Сімкода Миронівська – 91,25%, що перевищує контроль відповідно на 2,25% і 1,83%. Виявлено також вплив абіотичних умов вирощування: за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби показники схожості у сорту Сімкода Миронівська становили 91,36; 91,56; 89,81%, тоді як у сорту Елегія Миронівська – 91,44; 91,23; 89,71%.

2. Загальне виживання рослин ярої пшениці змінювалося залежно від рівня мінерального живлення: у сорту Елегія Миронівська цей показник становив 80,59%, у сорту Сімкода Миронівська – 80,66%, що перевищує контроль відповідно на 5,28% і 5,10%. Також встановлено вплив абіотичних чинників середовища: за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби показники виживання у сорту Сімкода Миронівська становили 81,12; 79,50; 77,19%, тоді як у сорту Елегія Миронівська — 81,54; 79,65; 76,96%.

3. В середньому за роки досліджень тривалість вегетаційного періоду пшениці ярої у сорту Елегія Миронівська знаходилася в межах від 85 до 96 днів, у сорту Сімкода Миронівська – від 92 до 103 дні.

4. Показник агрофітоценозу ярої пшениці за кількістю рослин на 1 м² змінювався під впливом мінеральних добрив: у сорту Елегія Миронівська він становив 322 шт./м², у сорту Сімкода Миронівська – 323 шт./м², що перевищує контроль на 21 шт./м². Виявлено також залежність цього показника від абіотичних чинників середовища: за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби кількість рослин у сорту Сімкода Миронівська становила відповідно 326; 319; 308 шт./м², тоді як у сорту Елегія Миронівська – 324; 318; 309 шт./м².

5. Кількість продуктивних стебел ярої пшениці змінювалася під впливом досліджуваних факторів, передбачених експериментом. Із підвищенням норм мінеральних добрив $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ цей показник істотно зростає і становить відповідно у сорту Елегія Миронівська – 357, 420, 474, 534 шт./м², а у сорту Сімкода Миронівська – 384, 451, 508, 572 шт./м². За різних абіотичних умов, зумовлених строками сівби (1-й, 2-й, 3-й), значення показника у сорту Елегія Миронівська становили 502, 449, 388 шт./м², тоді як у сорту Сімкода Миронівська – 546, 482, 409 шт./м².

6. Виявлено вплив мінеральних добрив на продуктивне кушення ярої пшениці: за варіантів $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ коефіцієнти становили у сорту Елегія Миронівська – 1,19; 1,30; 1,47; 1,65, а у сорту Сімкода Миронівська – 1,27; 1,40; 1,58; 1,76. Також встановлено залежність показника від абіотичних чинників середовища: за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби значення у сорту Елегія Миронівська становили 1,54; 1,41; 1,25, тоді як у сорту Сімкода Миронівська – 1,67; 1,51; 1,33.

7. Площа листової поверхні посівів ярої пшениці змінювалася від норм внесених мінеральних добрив. На варіантах $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ у сорту Сімкода Миронівська показники становили відповідно у фази: кушіння – 17,94; 20,59; 22,39 тис. м²/га, вихід в трубку – 31,19; 33,50; 34,80 тис. м²/га, колосіння – 43,11; 45,20; 46,37 тис. м²/га. Подібна закономірність впливу мінеральних добрив на формування площі листової поверхні відмічена і для сорту Елегія Миронівська.

8. Формування площі листової поверхні посівів ярої пшениці залежало також і від абіотичних чинників середовища. За 1-го, 2-го та 3-го строків сівби показники у сорту Сімкода Миронівська становили відповідно у фази: кушіння – 20,38; 18,64; 17,23 тис. м²/га, вихід в трубку – 33,24; 31,73; 30,52 тис. м²/га, колосіння – 45,03; 43,62; 42,46 тис. м²/га. Для сорту Елегія Миронівська встановлено подібну залежність відповідно до строків сівби.

9. Рівень урожайності зерна ярої пшениці визначався нормами застосованих мінеральних добрив. На варіантах $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ показники становили відповідно: у сорту Елегія Миронівська – 4,91; 5,39; 5,70 т/га, у сорту

Сімкода Миронівська – 5,30; 5,80; 6,14 т/га. Формування врожаю також залежало від умов середовища: за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби значення у сорту Елегія Миронівська становили 5,58; 5,08; 4,49 т/га, тоді як у сорту Сімкода Миронівська – 6,02; 5,48; 4,82 т/га.

10. Продуктивність колоса ярої пшениці за кількістю зерен залежала від норм внесених мінеральних добрив $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$. Встановлено, що при їх збільшенні значення показника істотно зменшувалися: у сорту Елегія Миронівська – від 29,51 до 27,46 шт., у сорту Сімкода Миронівська – від 28,99 до 26,95 шт. Абіотичні умови середовища також впливали на озерненість колоса: за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби значення у сорту Елегія Миронівська склали 28,07; 28,71; 29,20 шт., у сорту Сімкода Миронівська – 27,61; 28,20; 28,66 шт. За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлено залежність кількості зерен в колосі від кількості продуктивних пагонів на одиниці площі: для сорту Елегія Миронівська $r=-0,963$ та для сорту Сімкода Миронівська $r=-0,960$.

11. Продуктивність колоса ярої пшениці за масою зернівки залежала від норм внесених мінеральних добрив $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$. Встановлено, що при їх збільшенні значення показника істотно зменшувалися: у сорту Елегія Миронівська – від 42,60 до 40,28 мг, у сорту Сімкода Миронівська – від 43,13 до 40,94 мг. Абіотичні умови середовища також впливали на масу зернівки колоса: за 1-го, 2-го та 3-го строків сівби значення у сорту Елегія Миронівська склали 41,02; 41,58; 42,24 мг, у сорту Сімкода Миронівська – 41,68; 42,18; 42,76 мг. За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлено залежність маси зернівки в колосі від кількості продуктивних пагонів на одиниці площі: для сорту Елегія Миронівська $r=-0,968$; для сорту Сімкода Миронівська $r=-0,965$.

12. Натура зерна ярої пшениці при застосуванні норм мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ істотно знижувалися: у сорту Елегія Миронівська – 758,2; 751,6; 742,4 г/л, а у сорту Сімкода Миронівська – 764,8; 758,8; 750,4 г/л. При вирощуванні ярої пшениці за 1-го, 2-го та 3-го строків натура зерна у сорту Елегія Миронівська відповідно становила 748,6; 754,8; 758,5 г/л, а у сорту Сімкода Миронівська – 756,6; 761,6; 764,8 г/л.

13. Вміст білка в зерні ярої пшениці при внесенні норм мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ істотно збільшувався: у сорту Елегія Миронівська – 13,1; 14,1; 14,5%, а у сорту Сімкода Миронівська – 13,6; 14,5; 15,1%, відповідно. При вирощуванні пшениці ярої за 1-го, 2-го та 3-го строків вміст білка в зерні у сорту Елегія Миронівська становив 12,9; 13,4; 13,8%, а у сорту Сімкода Миронівська – 13,3; 13,9; 14,3%, відповідно.

14. Вміст клейковини в зерні ярої пшениці при внесенні норм мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ істотно підвищувався: у сорту Елегія Миронівська – 27,4; 28,7; 29,5%, а у сорту Сімкода Миронівська – 28,6; 29,7; 30,4%, відповідно. При вирощуванні пшениці ярої за 1-го, 2-го та 3-го строків вміст клейковини в зерні у сорту Елегія Миронівська становив 26,8; 27,9; 28,6%, а у сорту Сімкода Миронівська – 28,1; 29,0; 29,6%.

15. Рівень рентабельності вирощування пшениці ярої значною мірою залежить від норм застосування мінеральних добрив за різних строків сівби, які в сукупності суттєво впливають на рівень врожайності та собівартість отриманої продукції. Встановлено, що при збільшенні норм внесення мінеральних добрив рівень рентабельності поступово зменшується: від 127,6% на контрольному варіанті до 113,0%, 102,8% і 89,4% відповідно на варіантах з нормами добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$.

16. Коефіцієнт енергетичної ефективності при збільшенні внесення мінеральних добрив відповідно до норм $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ дещо зменшувався і становив відповідно встановлених значень 4,30; 3,85 та 3,48. З відтермінуванням строків сівби кількість акумульованої енергії за меншого рівня урожайності стає меншою, що призводить до зниження енергетичної ефективності технологічного процесу. У відповідності до норм внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ коефіцієнт енергетичної ефективності за третього строку сівби становив 3,80; 3,39 та 3,06.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

При вирощуванні пшениці ярої на чорноземах опідзолених для формування високого рівня врожайності сорту Сімкода Миронівська (5,9–6,7 т/га) та забезпечення належної якості зерна рекомендовано внесення мінеральних добрив у нормах $N_{30-90}P_{30-90}K_{30-90}$ за дотримання норми висіву насіння 4,0 млн шт./га та проведення сівби в ранньовесняні строки – наприкінці першої – на початку другої декади березня.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Roy R.N. et al. Fertilizer and plant nutrition guide. *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 9*. Food and Agricultural Organization of United Nations, Rome, 1984. 190 p.
2. Roy R.N., Finck A., Blair G.J., Tandon, H.L.S. Plant Nutrition for Food Security. A Guide for Integrated Nutrient Management. *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 16*. Food and Agricultural Organization of United Nations, Rome, 2006. 348 p.
3. Havlin J.L., Tisdale S.L., Nelson W.L., Beaton J.D. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management (7th ed.). Pearson Prentice Hall, 2013. 550 pp.
4. Гамаюнова В.В., Дворецький В.Ф., Касаткіна Т.О., Глушко Т.В. Формування поживного режиму чорнозему південного під впливом мінеральних добрив за вирощування ярих зернових культур. *Scientific Horizons (Наукові горизонти)*. 2019. №1 (74). С. 18–24.
5. Гриник С.І. Ефективність вирощування пшениці ярої залежно від обробітку ґрунту та системи живлення. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 104. С. 40–45.
6. Yao C., Ren J., Li H., Zhang Z., Wang Z., Sun Z., Zhang Y. Can wheat yield, N use efficiency and processing quality be improved simultaneously? *Agricultural Water Management*. 2023. Volume 275. 108006. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.108006>
7. Бараболя О.В. Вплив мінеральних добрив та норм висіву насіння на врожайність і якість зерна пшениці твердої ярої (*Triticum aestivum* L.). *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2007. №6. С. 96-102.
8. Шевніков Д.М. Вплив мінеральних добрив на поживний режим ґрунту за вирощування пшениці твердої ярої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 2. С. 203–205.
9. Плотніков В.В., Чернелівська О.О., Гильчук В.Г., Наконечний В.О. Сучасні технології вирощування ярої пшениці. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 72. С. 41–45.
10. Медведєв В.В. Ґрунти і добрива в сучасному землеробстві України. Харків: КП «Міська друкарня», 2011. 384 с.

11. Chen-cheng Q., Li C., Quan M., Chun-yan L., Min Z., Xin-kai Z., Jin-feng D., Wen-shan G. Effects of phosphorus and potassium fertilizer on grain yield, nutrient uptake and utilization in low-gluten wheat. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*, 2023. Vol. 29, No. 2. P. 287-299. <https://doi.org/10.11674/zwyf.2022314>
12. Сухомуд О.Г., Любич В.В. Урожай і якість зерна пшениці ярої за різних умов мінерального живлення. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2012. С. 191–196.
13. Гирка А.Д., Кулик І.О. Вплив норми висіву насіння, строку сівби та режиму мінерального живлення на продуктивність пшениці ярої в Північному Степу України. *Бюлетень Інституту зернових культур НААН України*. 2016. № 10. С. 41–46.
14. Govindasamy P., Muthusamy S.K., Bagavathiannan M., Mowrer J., Jagannadham P.T.K., Maity A., Halli H.M., Sujayanad G.K., Vadivel R., Das T.K., Raj R., Pooniya V., Babu S., Rathore S.S., Muralikrishnan L., Tiwari G. Nitrogen use efficiency – a key to enhance crop productivity under a changing climate. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 14: 1121073. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1121073>
15. Судденко В.Ю. Формування елементів продуктивності пшениці ярої м'якої залежно від системи удобрення та захисту. *Новітні технології для конкурентоспроможного аграрного виробництва : матеріали наук.-практ. конф. молодих учених і спеціалістів* (сmt. Чабани, 27–29 жовтня 2014 р.). Чабани, 2014. С. 28–29
16. Каленська С.М., Антал Т.В. Вплив мінеральних добрив на структуру врожаю пшениці твердої ярої в Правобережному Лісостепу України. *Біоресурси і природокористування*. 2012. Т. 4, № 1–2. С. 42–49.
17. Гудзь В.П., Шувар А.І., Юник А.В. Адаптивні системи землеробства: підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 336 с.
18. Уліч Л.І., Лисікова В.М., Скиба В.В. Оцінка сортового складу пшениці ярої м'якої (*Triticum aestivum* L.) за продуктивністю і адаптивністю. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2009. № 1 (9). С. 37–42.

19. Моргун В.В. Генетичне поліпшення рослин – основа сучасного агровиробництва. *Вісник Національної академії наук України*. 2015. №10. С. 3–8.
20. Іванцова Л.В., Федоренко М.В. Особливості формування врожайності сортів пшениці ярої за параметрами пластичності та стабільності. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (2). С. 64–74.
21. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 3-тє вид., випр. і допов. Львів: НВФ «Українські технології», 2014. 1040 с.
22. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: підручник; за ред. О.І. Зінченка. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
23. Хоменко С.О., Солоня В.Й., Зварун Т.В. Особливості селекції пшениці ярої в умовах Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2011. Вип. 100. С. 181–191.
24. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. Львів: НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.
25. Герасимчук О.П., Костецька К.В., Чернега А.О. Сортова продуктивність і якість зерна пшениці м'якої ярої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2015. С. 132–138.
26. Ватуля Є.О. Яра пшениця. Київ: Урожай, 1985. 64 с.
27. Каленська С.М., Журавльова Н.В., Максименко О.А., Малеончук О.В. Пшениця яра в структурі зернового клину. *Матеріали науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів*. Київ, 2005. С. 64–69.
28. Власенко В.А. Оцінка адаптивності сортів пшениці м'якої ярої. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. №4. С. 93–103.
29. Зіневич Л.Л., Глуздєєв В.Г., Круть В.М. Вирощування зернових культур у Лісостепу та Поліссі України. Київ: Либідь, 1993. 49 с.
30. Алімов Д.М., Шелестов Ю.В. Технологія виробництва продукції рослинництва. Київ: Вища школа, 1995. 274 с.

31. Князюк О.В. Вплив строків сівби на схожість насіння пшениці ярої. Актуальні питання географічних і біологічних наук: основні наукові проблеми та перспективи дослідження. *Збірник наукових праць ВДПУ*. 2019. Вип 17 (22). С. 57-59.
32. Вишневська Л.В. Вплив строків сівби на продуктивність сортів пшениці ярої. *Вісник аграрної науки*. 2017. №3. С. 72–78.
- 33 Качмар О.Й. Продуктивність пшениці ярої залежно від строків сівби в умовах Західного Лісостепу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 56–63.
34. McKenzie R.H., Middleton A.B. Effect of Seeding Date on Yield of Spring Wheat in Western Canada. *Canadian Journal of Plant Science*. 2007. Vol. 87. P. 101–108.
35. Peltonen-Sainio P., Jauhiainen L. Delayed Sowing Reduces Grain Yield of Spring Wheat. *Agricultural and Food Science*. 2010. Vol. 19. P. 111–121.
36. Sylvester-Bradley R., Kindred D.R. Analysing Nitrogen Responses of Cereals to Optimize Sowing and Fertilization Strategies. *Journal of Agricultural Science*. 2009. Vol. 147. P. 1–14.
37. Сайко В.Ф., Лобас М.Г., Яшовський І.В. Наукові основи ведення зернового господарства. Київ: Урожай, 1994. 336 с.
38. Sieling K., Kage H. Influence of Sowing Date on Grain Yield and Nitrogen Uptake of Spring Wheat. *European Journal of Agronomy*. 2010. Vol. 32. P. 207–214.
39. Davidson J.L., Campbell C.A. Influence of Temperature, Moisture and Sowing Date on Growth and Yield of Spring Wheat. *Canadian Journal of Plant Science*. 1983. Vol. 63. P. 833–846.
40. FAO. Climate Change and Food Security: Risks and Responses. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015. 110 p.
41. Балюк С.А., Медведєв В.В. Ґрунтові ресурси України в умовах кліматичних змін. Харків, 2017. 124 с.

42. Карпенко Л.Д., Новицька Н.В. Якість зерна пшениці ярої під впливом норм і строків сівби. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2015. Вип. 3 (29). С. 179–181.
43. Вишнеvsька Л.В., Січкаp А.О., Рогальський С.В., Кpавченко В.С. Строк сівби та попередник – фактор сортової технології вирощування пшениці ярої у південній частині Правобережного Лісостепу. *Науковий огляд*. 2016. № 11 (32). С. 1–10.
44. Федченко Г.В., Власенко В.А., Солонa В.Й. Вплив строків сівби на врожайність сучасних сортів пшениці ярої в умовах Центрального Лісостепу. *Науково-технічний бюлетень Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла УААН*. Київ: Аграрна наука, 2006. Вип. 5. С. 257–262.
45. Трус О.М., Прокопенко Е.В., Поліщук Т.В. Біологічна активність ґрунту, її значення для родючості ґрунту і живлення рослин. *Вісник КpНУ імені М. Остроградського*. 2021. Вип. 5(130). С. 36–41. <https://doi.org/10.30929/1995-0519.2021.5.36-41>
46. Клименко М.О., Колесник Т.М., Сорока В.С., Налобіна О.О., Ковальчук Н.С., Голотюк М.В. Моделювання зміни родючості ґрунту під впливом багаторічного вирощування пшениці озимої. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія Сільськогосподарські науки*. Том 2, №110. С. 94–106. <https://doi.org/10.31713/vs220257>
47. Медведєв В.В. Ґрунти України: властивості, генезис, родючість. Харків: Міськдрук, 2010. 424 с.
48. Балюк С.А., Медведєв В.В., Тараріко О.Г. Агрохімія ґрунтів України. Київ: Аграрна наука, 2018. 312 с.
49. Польовий В.М. Агрохімічні основи землеробства. Львів: Новий Світ–2000, 2016. 284 с.
50. Козелець Г., Іщенко В., Гайденко О. Яра пшениця – ключові моменти продуктивності. Агрономія Сьогодні: веб-сайт. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/20149-yara-pshenytsia-kliuchovi-momenty-produktyvnosti.html> (дата звернення: 12.12.2025).

51. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: Підручник. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
52. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогрив П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К», 2014. 332 с.
53. Каталог сортів. Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла Української академії аграрних наук: веб-сайт. URL: <https://mip.com.ua/our-products> (дата звернення: 05.12.2024).
54. Державний реєстр сортів, придатних для поширення в Україні. Міністерство економіки, довкілля та сільського господарства України: веб-сайт. URL: <https://me.gov.ua/view/fab2511d-582a-4999-a0b8-62603f1471c2> (дата звернення: 05.02.2026).
55. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава», 2003. 316 с.
56. ДСТУ 3768:2019. Пшениця. Технічні умови. Чинний від 2019-06-10. Київ, 2019. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_3768_2019.pdf.
57. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ: Українська академія аграрних наук, 2007. 55 с.
58. Лобас М.Г. Розвиток зернового господарства України. К.: НВАТ «Агроінком», 1997. 447 с.
59. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988. 208 с.
60. Шевніков Д.М. Вплив мінеральних добрив на поживний режим ґрунту за вирощування пшениці твердої ярої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. №2. С. 203–206.
61. Лихочвор В.В. Структура врожаю озимої пшениці: Монографія. Львів: Українські технології, 1999. 200 с.
62. Свідерко М.С., Болехівський В.П., Тимків М.Ю., Кубишин С.Я. Ефективність технологій вирощування ярої пшениці в західному Ліссестепу. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН (специвипуск)*. К.: ЕКМО,

2004. 212 с.

63. Свинар М.М. Залежність польової схожості та загального виживання рослин пшениці озимої залежно від впливу мінеральних добрив та норм висіву насіння. *Таврійський науковий вісник*. 2024. №138. С. 154-158.

<https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.19>

64. Климишена Р.І. Польова схожість та виживання рослин озимого пивоварного ячменю залежно від внесених мінеральних добрив та норм висіву насіння. *Збірник наукових праць*. 2012. Вип. 14. С. 71–73.

65. Beres B.L., Wang Z., Dyck R., Simmill S., Taylor W., Heidinger K., Stevenson F.C. Influence of no-till furrow opener and seed treatment on ultra-early wheat seeding systems. *Agronomy Journal*. 2025. Vol. 117, Issue 3: e70084.

<https://doi.org/10.1002/agj2.70084>

66. Wang H., Cutforth H., McCaig T., McLeod G., Brandt K., Lemke R., Goddard T., Sprout C. Predicting the time to 50% seedling emergence in wheat using a Beta model. *Wageningen Journal of Life Sciences*. 2009. Vol. 57, Issue 1. Pp. 65-71.

<https://doi.org/10.1016/j.njas.2009.07.003>

67. He Y., Wang H., Qian B., McConkey B., DePauw R. How Early Can the Seeding Dates of Spring Wheat Be under Current and Future Climate in Saskatchewan, Canada? *PLoS ONE*. 2012. 7(10): e45153. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0045153>

68. Jame Y.W., Cutforth H.W. Simulating the effects of temperature and seeding depth on germination and emergence of spring wheat. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2004. Vol. 124, Issue 3-4. Pp. 207-218.

<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2004.01.012>

69. de Jong R., Best K.F. The effect of soil water potential, temperature and seedling depth on seedling emergence of wheat. *Canadian Journal of Soil Science*. 1979. Volume 59, Number 3. Pp. 259-264. <https://doi.org/10.4141/cjss79-029>

70. Гораш О.С., Куфель А.В. Польова схожість та збереженість рослин пивоварного ячменю ярого залежно від строків сівби та норм висіву насіння. *Агробіологія: збірник наукових праць*. 2016. №2 (128). С. 23-27.

71. Collier G.R.S., Spaner D.M., Graf R.J., Beres B.L. The Integration of Spring

and Winter Wheat Genetics With Agronomy for Ultra-Early Planting Into Cold Soils. *Frontiers in Plant Science*. 2020.11:89. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00089>

72. Aslam M.A., Ahmed M., Stöckle C.O., Higgins S.S., Hassan F.ul., Hayat R. Can Growing Degree Days and Photoperiod Predict Spring Wheat Phenology? *Frontiers in Environmental Science*. 2017. Volume 5. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2017.00057>

73. Bagherikia S., Soughi H., Khodarahmi M., Naghipour F. The Effect of Sowing Dates on Grain Yield and Quality in Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Food Science and Nutrition*. 2025. 13(5): e70035. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70035>

74. Гораш О.С., Климишена Р.І. Ячмінь: управління пивоварною якістю: монографія. Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня Рута», 2020. 260 с.

75. Гораш О.С. Управління продукційним процесом пивоварного ячменю: Монографія. 2 видання з доповненнями. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006», 2017. 464 с.

76. Рожков А.О. Оцінка розвитку посівів пшениці ярої за проведеними фенологічними спостереженнями. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. №3. С. 49-54.

77. Hyles, J., Bloomfield, M.T., Hunt, J.R., Trethowan, R.M., Trevaskis, B. Phenology and related traits for wheat adaptation. *Heredity*, 2020. Volume 125. P. 417-430.

78. Morgounov, A., Sonder, K., Abugalieva, A., Bhadauria, V., Cuthbert, R. D., Shamanin, V., Zelenskiy, Y., & DePauw, R. M. (2018). Effect of climate change on spring wheat yields in North America and Eurasia in 1981–2015 and implications for breeding. *PLOS One*, 13(10), e0204932. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204932>

79. Shang, Q., Wang, Y., Tang, H., Sui, N., Zhang, X., Wang, F. Genetic, hormonal, and environmental control of tillering in wheat. *The Crop Journal*. 2021. Volume 9, Issue 5. P. 986–991. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2021.03.002>

80. Guo, Z., Chen, D., Schnurbusch, T. Plant and Floret Growth at Distinct Developmental Stages During the Stem Elongation Phase in Wheat. *Frontiers in Plant Science*, 2018. Volume 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00330>

81. Kamran, A., Muhammad, I., Spaner, D. Flowering time in wheat (*Triticum*

aestivum L.): A key factor for global adaptability. *Euphytica*, 2014. Volume 197. P. 1-26. <https://doi.org/10.1007/s10681-014-1075-7>

82. Garg, D., Sareen, S., Dalal, S., & Singh, R. Grain Filling Duration and Temperature Pattern Influence on the Performance of Wheat Genotypes under Late Planting. *Cereal Research Communications*. 2013. Volume 41. P. 500-507. <https://doi.org/10.1556/CRC.2013.0019>

83. Feng, X. Spatiotemporal Transcriptome Atlas of Wheat Grain Filling Stage. *Triticeae Genomics and Genetics*, 2025. Volume 16, No. 3. P. 138-147. <https://doi.org/10.5376/tgg.2025.16.0015>

84. Гораш О.С., Климишена Р.І. Ячмінь: Теоретичні основи технології вирощування. Навчально-практичне видання. Кам'янець-Подільський, 2019. 64 с.

85. Гамаюнова В.В., Корхова М.М., Панфілова А.В., Смірнова І.В., Коваленко О.А., Хоненко Л.Г. Пшениця озима: ресурсний потенціал та технологія вирощування: монографія. Миколаїв: МНАУ, 2021. 300 с.

86. Климишена Р.І. Параметри посівів озимого ячменю за кількістю рослин залежно від впливу факторів технології. *Новітні агротехнології*. Київ, 2013. №1. С. 37–43.

87. Гораш О.С., Климишена Р.І. Науково-теоретичне обґрунтування продукційного процесу в рослинництві: Навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2023. 300 с.

88. Іщенко В.А. Порівняльна характеристика продуктивності сортів пшениці ярої в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2021. №7. С. 36-41. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.7.6>

89. Уліч Л.І., Лисікова В.М., Скиба В.В. Оцінка сортового складу пшениці ярої м'якої (*Triticum aestivum* L.) за продуктивністю і адаптивністю. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2009. № 1 (9). С. 37-42. [https://doi.org/10.21498/2518-1017.1\(9\).2009.66253](https://doi.org/10.21498/2518-1017.1(9).2009.66253)

90. Дрозд М.О. Урожайність та якість зерна пшениці м'якої ярої залежно від системи удобрення в Північній частині Лісостепу. *Землеробство*. 2019. Вип. 2 (97). С. 73–82.

91. Юла В.М., Дрозд М.О. Продуктивність пшениці м'якої ярої за адаптивних технологій вирощування в північному Лісостепу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук»*. 2020. Вип. 1–2. С. 98–109.

92. Гирка А.Д., Кулик І.О. Вплив норми висіву насіння, строку сівби та режиму мінерального живлення на продуктивність пшениці ярої в північному Степу України. *Біологічний вісник МДПУ імені Богдана Хмельницького*. 2016. №6 (2). С. 246–252.

93. Лихочвор В.В. Оптимізація параметрів структури врожаю озимої пшениці. *Агроном*. 2016. №4. С. 58–64.

94. Вінюков О.О., Бутенко О.М., Бондарева О.Б., Вискуб Р.С. Визначення оптимальних строків сівби пшениці туранської (*Triticum turanicum* Jakubz.) в умовах східної частини північного Степу України. *Український журнал природничих наук*. 2024. №9. С. 211-217.
<https://doi.org/10.32782/naturaljournal.9.2024.21>

95. Dadras A., Soltani E., Makowski D., Lamichhane J.R. Does shifting from normal to early or late sowing dates provide yield benefits? A global meta-analysis. *Field Crops Research*. 2024. Vol. 318. 109600. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109600>

96. Гораш О.С. Вплив норм висіву, мінерального удобрення на ріст і розвиток ячменю. *Вісник аграрної науки*. 2006, №9. С. 32-35.

97. Qian, Y., Sarfraz, U., Bian, H., Ma, Q., Gu, X., Li, F., Li, Y., Zhu, M., Li, C., Ding, J., Guo, W., & Zhu, X. (2025). Optimizing Stem Strength and Yield Stability by Combining Controlled-Release Nitrogen Fertilizer and Urea Application Across Different Sowing Dates. *Agronomy*, 15(5), 1253.
<https://doi.org/10.3390/agronomy15051253>

98. Ліхушина Г.А., Лапко О.Б. Вплив строків сівби на формування рослинами пшениці озимої показників продуктивності. *Таврійський науковий вісник*. 2025. Вип. 142(1). С. 167-172. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.21>

99. Гораш О.С., Куфель А.В. Залежність продуктивного кущіння рослин ячменю ярого від впливу строків сівби та норм висіву насіння. *Таврійський*

науковий вісник. 2015. Вип. 96. С. 48-52.

100. Abbas G., Younis H., Naz S., Fatima Z., Atique-ur-Rehman, Hussain S., Ahmed M., Ahmad S. Effect of Planting Dates on Agronomic Crop Production. In book: *Agronomic Crops*. 2019. 131-147 p. https://doi.org/10.1007/978-981-32-9151-5_8

101. Гораш О.С., Хоміна В.Я. Агробіологічне обґрунтування управління процесом кушіння рослин ячменю. *Вісник аграрної науки*. 2009. №7. С. 28-32.

102. Гораш О.С., Кучер А.В. Залежність продуктивного кушіння пшениці твердої ярої від норм висіву насіння та внесення мінеральних добрив. *Вісник аграрної науки*. 2017. №10. С. 19-21.

103. Білоножка В.Я., Полторецький С.П., Карпенко В.П., Мостовяк І.І., Березовський А.П. Агробіоценологія: навчальний посібник. За ред. В.Я. Білоножка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс», 2013. 340 с.

104. Klymyshena R., Horash O., Myalkovsky R., Vilchynska L., Nochvina O. Evaluation of barley plants growth and development at the beginning of tillering phenophase at different sowing dates. *Scientific Horizons*. 2024. № 27(7). P. 87-96. <https://doi.org/10.48077/scihor7.2024.87>

105. Злобін Ю.А. Курс фізіології і біохімії рослин: підручник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. 464 с.

106. Свідерко М.С., Шувар А.М., Ткаченко Л.Ю., Тимчишин О.Ф., Беген Л.Л., Тимків М.Ю. Фотосинтетична продуктивність рослин озимої пшениці залежно від строків сівби й умов живлення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 58 (II). С. 90-97.

107. Грицаєнко З.М., Заболотна А.В. Інтенсивність дихання рослин і продуктивність фотосинтезу пшениці ярої залежно від дії гербіциду і рістрегулятора. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 2. С. 21-23.

108. Панфілова А.В., Гамаюнова В.В. Фотосинтетична діяльність посівів пшениці озимої залежно від сорту та живлення в умовах південного Степу України. *Наукові горизонти*. 2018. №2 (65). С. 3-10.

109. Желязков О.І., Самойленко О.А., Педаш О.О., Бондаренко А.С., Бойко

О.В., Романенко О.Л. Фотосинтетична діяльність рослин пшениці озимої залежно від технологічних прийомів вирощування в Присивашші. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. №2. С. 103-105.

110. Мукан Я.М., Раченко О.С. Вплив мінеральних добрив на формування агрофітоценозу ячменю звичайного ярого (*Hordeum vulgare* L.). *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. №2. С. 51-55.

111. Тинько В.В. Фотосинтетична продуктивність посівів ячменю ярого залежно від удобрення та позакоренових підживлень. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. №24. С. 241-250. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-1-18>

112. Рожков А.О. Показники фотосинтетичного потенціалу пшениці ярої залежно від впливу способів сівби та норм висіву. *Агробіологія*. 2014. №2. С. 68-73.

113. Білоусова З.В., Кенєва В.А. Вплив системи мінерального живлення на роботу листового апарату рослин пшениці озимої. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агронімія і біологія»*. 2022. Вип. 3(49). С. 9-15. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.3.2>

114. Гораш О.С., Климишена Р.І. Формування площі листової поверхні та накопичення сухої речовини рослинами ячменю озимого залежно від удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2013. №12. С. 29-32.

115. Вожегова Р.А., Сергєєв Л.А. Фотосинтетична діяльність насінневих посівів пшениці озимої залежно від удобрення та захисту рослин в умовах Півдня України. *Наукові доповіді НУБІП України*. 2018. №2(72). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2018.02.014>

116. Голік О.В., Капустян М.В. Деякі проблеми формування регіонального ринку насіння пшениці ярої. *Вісник ХНАУ. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання*. 2015. №2. С. 29–40. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnav_roslyn_2015_2_5

117. Shewry, P.R., Hey, S.J. The Contribution of Wheat to Human Diet and Health. *Food and Energy Security*. 2015. Vol. 4, Is. 3. Pp. 178–202. <https://doi.org/10.1002/fes3.64>

118. Turner, N.C. Agronomic options for improving rainfall use efficiency of crops

in dryland farming systems. *J. Exp. Bot.* 2004. 55. Pp. 2413-2425.
<https://doi.org/10.1093/jxb/erh154>

119. Radmehr, M., Ayeneh, G.A., Mamghani, R. Responses of late, medium and early maturity bread wheat genotypes to different sowing date. I. Effect of sowing date on phenological, morphological, and grain yield of four breed wheat genotypes. *Iran. J. Seed. Sapling.* 2003. 21 (2). Pp. 175-189.

120. Andarzian, B., Hoogenboom, G., Bannayan, M., Shirali, M., Andarzian, B. Determining Optimum Sowing Date of Wheat Using CSM-CERES-Wheat Model. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences.* 2015. 14(2). P. 189–199.
<https://doi.org/10.1016/j.jssas.2014.04.004>

121. Liu, J., Shen, Y., Zeng, C., Zhang, J., Shi, S., Xue, L., Jia, Y., Li, J., Liang, X. Effects of Sowing Time on Yield and Quality of Winter and Spring Wheat Varieties. *Sustainability.* 2025. 17(6). P. 2479. <https://doi.org/10.3390/su17062479>

122. Potterton, E.M., McCabe, T. The effect of sowing date and nitrogen rate on the grain yield, grain quality and malt analyses of spring malting barley for distilling in Ireland. *The Journal of Agricultural Science.* 2018. Vol. 156, Issue 4. Pp. 515-527.
<https://doi.org/10.1017/S002185961800059X>

123. Климишена Р.І. Урожайність зерна ячменю ярого залежно від впливу умов вегетації за різних строків сівби та технологічних факторів. *Новітні агротехнології.* 2025. Т. 13, №2. <https://doi.org/10.47414/na.13.2.2025.339672>

124. Господаренко Г.М., Любич В.В. Вплив норм і строків застосування азотних добрив на елементи структури врожаю сортів тритикале ярого. *Збірник наукових праць Вінницького ДАУ.* 2015. Вип. 38. С. 25–32.

125. Liu, K, Zhang, C, Guan, B, Yang, R, Liu, K, Wang, Z, Li, X, Xue, K, Yin, L, Wang, X. The effect of different sowing dates on dry matter and nitrogen dynamics for winter wheat: an experimental simulation study. *PeerJ.* 2021. 9.e11700.
<https://doi.org/10.7717/peerj.11700>

126. Zhou H., Riche A.B., Hawkesford M.J., Whalley W.R., Atkinson B.S., Sturrock C.J., Mooney S.J. Determination of wheat spike and spikelet architecture and grain traits using X-ray Computed Tomography imaging. *Plant Methods.* 2021. Volume

17, Number 26. <https://doi.org/10.1186/s13007-021-00726-5>

127. Кузьменко Є.А., Пірич А.В., Федоренко М.В. Оцінювання параметрів генетичної варіації пшениці ярої твердої (*Triticum durum Desf.*) за ознакою «кількість зерен з головного колоса». *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022. Т. 18, № 1. С. 34-41. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.1.2022.257585>

128. Лозінська Т.П., Федорук Ю.В. Біологічні особливості формування продуктивності пшениці ярої в умовах Лісостепу України. *Science Review*. 2017. Vol. 2, Issue 7(7). P. 3-8. <https://europub.co.uk/articles/-A-407234>

129. Ji, Z., Liu, X., Yan, F., Wu, S., Du, Y. The Genetic Basis of Wheat Spike Architecture. *Agriculture*. 2025. 15(15), 1575. <https://doi.org/10.3390/agriculture15151575>

130. Лозінська Т.П., Федорук Ю.В., Ображій С.В. Оцінка сортів пшениці ярої за елементами продуктивності в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2018. №2. С. 40-46. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2018-142-2-40-46>

131. Sewore, B.M., Abe, A. Genetic variability and trait associations in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under drought-stressed and well-watered conditions. *CABI Agriculture and Bioscience*. 2024. Volume 5, Number 64. <https://doi.org/10.1186/s43170-024-00259-6>

132. Yildirim, A., Deger, Ö. Physical, physicochemical (technological) and chemical characteristics of common bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties grown in Mardin region of Turkey. *Harran Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 2021. Volume 25, Issue 2. P. 151-162. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.892966>

133. Василенко Н.В., Правдзіва І.В. Урожайність та борошномельні властивості сортів пшениці м'якої ярої залежно від умов вирощування. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022. Т. 18, № 2. С. 127-135. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.2.2022.265180>

134. Вахній С.П., Войтко А.В. Структура врожаю та якість зерна пшениці м'якої ярої залежно від елементів технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2024. №138. С. 22-33. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.3>

135. Що таке натура зерна і чому це критично важливо для якості пшениці. Волинські новини: веб-сайт. URL: <https://www.volynnews.com/news/all/shcho-take-natura-zerna-i-chomu-tse-krytychno-vazhlyvo-dlia-iaкости-pshenytsi/> (дата звернення: 04.02.2026)
136. Половець В. Якість зерна та продуктів його переробки. Миронівська міська рада: веб-сайт. URL: <https://myronivka-mrada.gov.ua/news/1705483282/> (дата звернення: 04.02.2026)
137. Герасимчук О.П., Костецька К.В., Чернега А.О. Сортова продуктивність і якість зерна пшениці м'якої ярої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2022. №1. С. 58-63. <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2022-1-58-6>
138. Діордієва І.П. Характеристика спельтоподібних форм пшениці, створених за гібридизації *Triticum Aestivum* L. × *Triticum Spelta* L. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*, 2020. № 1. С. 29–34. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-29-34>
139. Горащ О.С., Климишена Р.І. Вплив позакореневого підживлення рослин пивоварного ячменю на вміст білка в зерні. *Вісник аграрної науки*. 2020. Т. 98(4). С. 28-34. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-04>
140. Білоножко В.Я., Блащук М.І., Полторецький С.П., Яценко А.О. Вплив агрозаходів на підвищення продуктивності пшениці ярої. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2017. №2. С. 33-36.
141. Бараболя О.В., Мироненко С.С. Вплив добрив на врожайність та якість зерна пшениці ярої. *Міжнародна науково-практична конференція «Захист рослин і карантин рослин: історія та сьогодення» 24-25 листопада 2020 р.* С. 92-94.
142. Марцінішин Ю.Д., Пида С.В. Біохімічний склад зерна пшениці м'якої (*Triticum Aestivum* L.) за впливу добрив. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія*. 2021. Т. 81, № 1–2. С. 90-98. <https://doi.org/10.25128/2078-2357.21.1-2.12>
143. Бараболя О.В., Латиш А.А. Вплив агрокліматичних факторів та систем удобрення на врожайність і якість зерна пшениці твердої ярої в умовах

лівобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. Vol. 28, Issue 1. С. 81–87. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.01.14>

144. Bagherikia S., Soughi H., Khodarahmi M., Naghipour F. The Effect of Sowing Dates on Grain Yield and Quality in Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Food Science & Nutrition*. 2025. Volume 13, Issue 5. e70035. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70035>.

145. Singh S., Gupta A.K., Kaur N. Influence of drought and sowing time on protein composition, antinutrients, and mineral contents of wheat. *The Scientific World Journal*. 2012. Volume 2012. 485751. <https://doi.org/10.1100/2012/485751>.

146. Ahmed M., Fayyaz-ul-Hassan. Response of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) quality traits and yield to sowing date. *PLoS One*. 2015. Volume 10, Issue 4. e0126097. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126097>.

147. Jarecki W. Response of Winter Wheat to Delayed Sowing and Varied Nitrogen Fertilization. *Agriculture*. 2024. Volume 14, Issue 1. P. 121. <https://doi.org/10.3390/agriculture14010121>

148. Карпенко Л.Д., Новицька Н.В. Якість зерна пшениці ярої під впливом норм і строків сівби. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2015. Вип. 3 (29). С. 179-182.

149. Герасимчук О.П., Костецька К.В., Чернега А.О. Сортова продуктивність і якість зерна пшениці м'якої ярої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2022. №1. С. 58-63. <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2022-1-58-63>

150. Крамарьов С.М., Жемела Г.П., Шакалій С.М. Продуктивність та якість зерна пшениці м'якої озимої залежно від мінерального живлення в умовах лівобережного Лісостепу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2014. №6. С. 61-67.

151. Kostetska K.V., Herasymchuk O.P. Quality of spring wheat grain varieties under application of mineral nutrition elements. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*. 2023. No. 1. P. 101-108. <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2023-1-101-108>

152. Kiseleva, A. A., Fedyaeva, A. V., Leonova, I. N., & Salina, E. A. Genetic

Control of Grain Protein and Gluten Content: Winter vs. Spring Wheat. *International Journal of Molecular Sciences*. 2025. Vol. 26, Issue 22). P. 11159. <https://doi.org/10.3390/ijms262211159>

153. Дерев'янюк І.О., Гончарова Д.Д., Подпрятава Ю.С., Аксенко П.А. Ефективність використання комплексного біологічного препарату «МегаВрожай» на формування показників врожайності та якості зерна пшениці озимої. *Аграрні інновації*. 2022. №14. С. 23-29. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2022.14.4>

154. Кліпакова Ю.О., Білоусова З.В., Кенєва В.А. Коротка І.О. Вплив системи живлення на урожайність та якість зерна пшениці озимої. *Аграрні інновації*. 2021. №8. С. 41-46. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2021.8.6>

155. Господаренко Г.Н., Бойко В.П., Стасиневич О.Ю., Черно Е.Д. Вплив доз і співвідношень добрив на врожайність і якість зерна пшениці озимої. *Вісник Уманського НУС*. 2018. №2. С 76-79. <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2018-21-76-79>

156. Khaki S., Wang L. Crop Yield Prediction Using Deep Neural Networks. *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10: 621. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00621>

157. Панфілова А.В., Корхова М.М. Економічна ефективність вирощування різних видів та сортів пшениці озимої. *Аграрні інновації*. 2025. №29. С. 95-100. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2025.29.16>

158. Гриник С.І. Ефективність вирощування пшениці ярої залежно від обробітку ґрунту та системи живлення в умовах Передкарпаття. *Таврійський науковий вісник*. 2018. №104. С. 40-46.

159. Маренич М.М., Дяжук Р.У. Економічна ефективність вирощування органічної пшениці в умовах недостатнього зволоження Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. №2. С. 92–99. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.10>

160. Судденко В.Ю. Продуктивність зерна та насіння пшениці м'якої ярої залежно від елементів технології вирощування в Правобережному Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата с.-г. наук: 06.01.09 – рослинництво; Національний університет біоресурсів і природокористування

України. К., 2016. 24 с.

161. Економічний сільськогосподарський словник; упоряд. О.В. Кристальний. К.: Урожай, 1975. 277 с.

162. Гораш О.С. Управління продукційним процесом пивоварного ячменю: Монографія. 2 видання з доповненнями. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006», 2017. 464 с.

163. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів: НВФ «Українські технології», 2010. 1088 с.

164. Паламарчук В.Д., Коваленко О.А. Біоенергетична оцінка технології вирощування гібридів кукурудзи залежно від факторів впливу. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 137-144. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.18>

ДОДАТКИ

Погодні умови в роки проведення досліджень

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С			Середньо багаторіч на температура, °С	Опади, мм			Середньо багаторіч ні опади, мм
	2023	2024	2025		2023	2024	2025	
Березень	5	5,3	7,1	0,9	34,4	26,4	17,3	33
Квітень	7,8	12	10,3	8,5	38	54,6	28,4	48
Травень	15	16	11,7	14,3	15,2	15,6	128,2	70
Червень	18,4	20,9	19,6	17,6	2,2	23	30,1	88
Липень	20,9	22,8	21,2	18,8	10,8	8	205,2	80

**Полюва схожість насіння пшениці ярої залежно від досліджуваних
факторів, %**

Строк сівби	Норма добрив, кг/га д.р.	сорт Елегія миронівська			сорт Сімкода миронівська		
		2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Перший	N ₀ P ₀ K ₀	89,75	88,25	91,00	90,00	88,25	91,25
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	91,25	90,50	93,25	91,75	91,00	93,25
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	91,75	90,75	93,00	91,25	90,50	93,75
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	92,00	91,00	93,75	92,00	90,75	93,50
Другий	N ₀ P ₀ K ₀	89,75	88,50	91,50	89,50	88,75	91,00
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	92,50	91,00	93,75	92,00	90,25	93,50
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	91,50	90,50	93,25	91,50	90,75	92,50
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	92,25	90,75	93,50	91,25	90,50	93,25
Третій	N ₀ P ₀ K ₀	88,50	86,50	89,25	89,00	87,00	90,00
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	90,25	89,25	92,00	90,25	89,25	91,75
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	90,00	89,00	91,75	89,75	88,75	91,00
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	90,50	88,50	92,25	89,50	89,00	91,25

**Дисперсійний аналіз даних польової схожості насіння пшениці ярої сорту
Елегія Миронівська**

Duncan test; variable Псн 2023-2025 (EM) (20251101 _ ПСН _ регресія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,04366, df = 6,0000				
Cell No.	Строк сівби	{1} 91,355	{2} 91,565	{3} 89,813
1	1		0,205249	0,000279
2	2	0,205249		0,000126
3	3	0,000279	0,000126	

Duncan test; variable Псн 2023-2025 (EM) (20251101 _ ПСН _ регресія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,04366, df = 6,0000					
Cell No.	Строк сівби	Псн 2023-2025 (EM) Mean		1	2
3	3	89,81250			****
1	1	91,35500		****	
2	2	91,56500		****	

Duncan test; variable Псн 2023-2025 (EM) (20251101 _ ПСН _ регресія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,04366, df = 6,0000					
Cell No.	Норма добрив	{1} 89,223	{2} 91,530	{3} 91,277	{4} 91,613
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,000117	0,000252	0,000085
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,000117		0,188315	0,642760
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000252	0,188315		0,105394
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000085	0,642760	0,105394	

Duncan test; variable Псн 2023-2025 (EM) (20251101 _ ПСН _ регресія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,04366, df = 6,0000					
Cell No.	Норма добрив	Псн 2023-2025 (EM) Mean		1	2
1	N ₀ P ₀ K ₀	89,22333			****
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	91,27667		****	
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	91,53000		****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	91,61333		****	

Дисперсійний аналіз даних польової схожості насіння пшениці ярої сорту

Сімкода Миронівська

Duncan test; variable Псн 2023-2025 (СМ) (20251101 _ ПСН _ регресія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,05446, df = 6,0000				
Cell No.	Строк сівби	{1} 91,435	{2} 91,230	{3} 89,710
1	1		0,260633	0,000157
2	2	0,260633		0,000316
3	3	0,000157	0,000316	

Duncan test; variable Псн 2023-2025 (СМ) (20251101 _ ПСН _ регресія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,05446, df = 6,0000				
Cell No.	Строк сівби	Псн 2023-2025 (СМ) Mean	1	2
3	3	89,71000		****
2	2	91,23000	****	
1	1	91,43500	****	

Duncan test; variable Псн 2023-2025 (СМ) (20251101 _ ПСН _ регресія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,05446, df = 6,0000					
Cell No.	Норма добрив	{1} 89,417	{2} 91,447	{3} 91,080	{4} 91,223
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,000121	0,000344	0,000196
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,000121		0,112482	0,285745
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000344	0,112482		0,480556
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000196	0,285745	0,480556	

Duncan test; variable Псн 2023-2025 (СМ) (20251101 _ ПСН _ регресія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,05446, df = 6,0000				
Cell No.	Норма добрив	Псн 2023-2025 (СМ) Mean	1	2
1	N ₀ P ₀ K ₀	89,41667		****
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	91,08000	****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	91,22333	****	
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	91,44667	****	

Загальне виживання рослин пшениці ярої залежно від досліджуваних факторів, %

Строк сівби	Норма добрив, кг/га д.р.	сорт Елегія миронівська			сорт Сімкода миронівська		
		2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Перший	N ₀ P ₀ K ₀	76,50	75,25	78,50	76,75	75,75	79,25
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	82,75	81,50	84,50	82,50	81,75	84,50
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	82,50	80,75	83,75	82,25	81,50	84,25
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	82,25	81,25	84,00	83,00	82,25	84,75
Другий	N ₀ P ₀ K ₀	75,25	74,00	77,25	75,25	74,50	77,25
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	81,00	79,75	82,50	80,50	79,75	82,50
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	80,50	79,25	82,00	80,25	79,50	82,25
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	80,75	79,50	82,25	81,00	80,00	83,00
Третій	N ₀ P ₀ K ₀	73,50	72,50	75,00	73,50	72,50	75,25
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	78,75	76,75	79,75	77,75	76,75	79,50
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	78,25	76,50	79,50	77,50	76,50	79,25
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	78,50	77,25	80,00	78,25	77,00	79,75

Дисперсійний аналіз даних виживання рослин пшениці ярої сорту Елегія Миронівська

Duncan test; variable Звр 2023-2025 (EM) (20251101 _ 3BP _ регресія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,09704, df = 6,0000				
Cell No.	Строк сівби	{1} 81,125	{2} 79,498	{3} 77,188
1	1		0,000535	0,000114
2	2	0,000535		0,000278
3	3	0,000114	0,000278	

Duncan test; variable Звр 2023-2025 (EM) (20251101 _ 3BP _ регресія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,09704, df = 6,0000					
Cell No.	Строк сівби	Звр 2023-2025 (EM) Mean	1	2	3
3	3	77,18750	****		
2	2	79,49750		****	
1	1	81,12500			****

Duncan test; variable Звр 2023-2025 (EM) (20251101 _ 3BP _ регресія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,09704, df = 6,0000					
Cell No.	Норма добрив	{1} 75,307	{2} 80,807	{3} 80,330	{4} 80,637
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,000082	0,000235	0,000113
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,000082		0,120287	0,528939
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000235	0,120287		0,273504
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000113	0,528939	0,273504	

Duncan test; variable Звр 2023-2025 (EM) (20251101 _ 3BP _ регресія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,09704, df = 6,0000				
Cell No.	Норма добрив	Звр 2023-2025 (EM) Mean	1	2
1	N ₀ P ₀ K ₀	75,30667		****
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	80,33000	****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	80,63667	****	
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	80,80667	****	

Дисперсійний аналіз даних виживання рослин пшениці ярої сорту Сімкода

Миронівська

Duncan test; variable Звр 2023-2025 (CM) (20251101 _ 3BP _ регресія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,13894, df = 6,0000				
Cell No.	Строк сівби	{1} 81,543	{2} 79,648	{3} 76,957
1	1		0,000590	0,000114
2	2	0,000590		0,000284
3	3	0,000114	0,000284	

Duncan test; variable Звр 2023-2025 (CM) (20251101 _ 3BP _ регресія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,13894, df = 6,0000							
Cell No.	Строк сівби	Звр 2023-2025 (CM) Mean			1	2	3
3	3	76,95750			****		
2	2	79,64750				****	
1	1	81,54250					****

Duncan test; variable Звр 2023-2025 (CM) (20251101 _ 3BP _ регресія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,13894, df = 6,0000					
Cell No.	Норма добрив	{1} 75,557	{2} 80,613	{3} 80,363	{4} 80,997
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,000114	0,000235	0,000082
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,000114		0,443023	0,254804
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000235	0,443023		0,091316
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000082	0,254804	0,091316	

Duncan test; variable Звр 2023-2025 (CM) (20251101 _ 3BP _ регресія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,13894, df = 6,0000						
Cell No.	Норма добрив	Звр 2023-2025 (CM) Mean			1	2
1	N ₀ P ₀ K ₀	75,55667				****
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	80,36333			****	
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	80,61333			****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	80,99667			****	

**Результати дисперсійного аналізу впливу факторів на виживання рослин
сорту Елегія Миронівська**

Effect	Univariate Tests of Significance for Звр 2023-2025 (EM) (20251101 _ ЗВР _ регресія) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	75404,79	1	75404,79	777035,2	0,000000
Строк сівби	31,32	2	15,66	161,4	0,000006
Норма добрив	63,18	3	21,06	217,0	0,000002
Error	0,58	6	0,10		

Джерело варіації	Сума квадратів	Частка впливу фактору
Строк сівби	31,32	32,94
Норма добрив	63,18	66,45
Інші фактори	0,58	0,61
	95,08	100,00%

**Результати дисперсійного аналізу впливу факторів на виживання рослин
сорту Сімкода Миронівська**

Effect	Univariate Tests of Significance for Звр 2023-2025 (CM) (20251101 _ ЗВР _ регресія) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	75618,98	1	75618,98	544238,9	0,000000
Строк сівби	42,47	2	21,23	152,8	0,000007
Норма добрив	59,16	3	19,72	141,9	0,000006
Error	0,83	6	0,14		

Джерело варіації	Сума квадратів	Частка впливу фактору
Строк сівби	42,47	41,45
Норма добрив	59,16	57,74
Інші фактори	0,83	0,81
	102,46	100,00%

**Дати настання фенофаз розвитку рослин пшениці ярої сорту Елегія Миронівська залежно від впливу
норм внесення мінеральних добрив за різних строків сівби**

Норма добрив, кг/га д.р.	Фенофази росту і розвитку, строки сівби																				
	сівба			сходи			кущіння			вихід в трубку			колосіння			повна стиглість			вегетаційний період, днів		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2023 рік																					
$N_0P_0K_0$	10.03	20.03	31.03	26.03	04.04	15.04	08.04	17.04	27.04	24.04	02.05	11.05	16.05	23.05	31.05	16.06	22.06	29.06	98	94	90
$N_{30}P_{30}K_{30}$	10.03	20.03	31.03	26.03	04.04	15.04	08.04	17.04	27.04	22.04	30.04	09.05	13.05	20.05	28.05	14.06	20.06	27.06	96	92	88
$N_{60}P_{60}K_{60}$	10.03	20.03	31.03	26.03	04.04	15.04	08.04	17.04	27.04	21.04	29.04	08.05	10.05	17.05	25.05	12.06	18.06	25.06	94	90	86
$N_{90}P_{90}K_{90}$	10.03	20.03	31.03	26.03	04.04	15.04	08.04	17.04	27.04	21.04	29.04	08.05	10.05	17.05	25.05	12.06	18.06	25.06	94	90	86
2024 рік																					
$N_0P_0K_0$	10.03	21.03	31.03	25.03	04.04	13.04	06.04	16.04	24.04	22.04	01.05	09.05	15.05	23.05	30.05	12.06	20.06	26.06	94	91	87
$N_{30}P_{30}K_{30}$	10.03	21.03	31.03	25.03	04.04	13.04	06.04	16.04	24.04	20.04	29.04	07.05	11.05	19.05	26.05	10.06	18.06	24.06	92	89	85
$N_{60}P_{60}K_{60}$	10.03	21.03	31.03	25.03	04.04	13.04	06.04	16.04	24.04	19.04	28.04	06.05	08.05	16.05	23.05	09.06	17.06	23.06	91	88	84
$N_{90}P_{90}K_{90}$	10.03	21.03	31.03	25.03	04.04	13.04	06.04	16.04	24.04	19.04	28.04	06.05	08.05	16.05	23.05	09.06	17.06	23.06	91	88	84
2025 рік																					
$N_0P_0K_0$	10.03	20.03	31.03	24.03	02.04	12.04	05.04	13.04	22.04	20.04	27.04	05.05	16.05	23.05	30.05	15.06	22.06	28.06	97	94	89
$N_{30}P_{30}K_{30}$	10.03	20.03	31.03	24.03	02.04	12.04	05.04	13.04	22.04	18.04	25.04	03.05	13.05	20.05	27.05	13.06	20.06	26.06	95	92	87
$N_{60}P_{60}K_{60}$	10.03	20.03	31.03	24.03	02.04	12.04	05.04	13.04	22.04	17.04	24.04	02.05	10.05	17.05	24.05	12.06	19.06	25.06	94	91	86
$N_{90}P_{90}K_{90}$	10.03	20.03	31.03	24.03	02.04	12.04	05.04	13.04	22.04	17.04	24.04	02.05	10.05	17.05	24.05	12.06	19.06	25.06	94	91	86

**Дати настання фенофаз розвитку рослин пшениці ярої сорту Сімкода Миронівська залежно від впливу
норм внесення мінеральних добрив за різних строків сівби**

Норма добрив, кг/га д.р.	Фенофази росту і розвитку, строки сівби																				
	сівба			сходи			кущіння			вихід в трубку			колосіння			повна стиглість			вегетаційний період, днів		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2023 рік																					
$N_0P_0K_0$	10.03	20.03	31.03	26.03	04.04	15.04	08.04	17.04	27.04	27.04	04.05	13.05	23.05	29.05	06.06	22.06	28.06	05.07	104	100	96
$N_{30}P_{30}K_{30}$	10.03	20.03	31.03	26.03	04.04	15.04	08.04	17.04	27.04	26.04	02.05	12.05	21.05	26.05	04.06	21.06	26.06	04.07	103	98	95
$N_{60}P_{60}K_{60}$	10.03	20.03	31.03	26.03	04.04	15.04	08.04	17.04	27.04	24.04	02.05	11.05	17.05	24.05	02.06	18.06	25.06	03.07	100	97	94
$N_{90}P_{90}K_{90}$	10.03	20.03	31.03	26.03	04.04	15.04	08.04	17.04	27.04	24.04	01.05	11.05	17.05	23.05	01.06	18.06	24.06	02.07	100	96	93
2024 рік																					
$N_0P_0K_0$	10.03	21.03	31.03	25.03	04.04	13.04	06.04	16.04	24.04	24.04	03.05	11.05	20.05	28.05	05.06	19.06	27.06	04.07	101	98	95
$N_{30}P_{30}K_{30}$	10.03	21.03	31.03	25.03	04.04	13.04	06.04	16.04	24.04	23.04	02.05	10.05	17.05	25.05	02.06	18.06	26.06	03.07	100	97	94
$N_{60}P_{60}K_{60}$	10.03	21.03	31.03	25.03	04.04	13.04	06.04	16.04	24.04	22.04	02.05	09.05	15.05	24.05	31.05	16.06	25.06	01.07	98	96	92
$N_{90}P_{90}K_{90}$	10.03	21.03	31.03	25.03	04.04	13.04	06.04	16.04	24.04	21.04	01.05	08.05	13.05	22.05	29.05	15.06	24.06	30.06	97	95	91
2025 рік																					
$N_0P_0K_0$	10.03	20.03	31.03	24.03	02.04	12.04	05.04	13.04	22.04	23.04	01.05	08.05	21.05	29.05	04.06	22.06	29.05	05.07	104	101	96
$N_{30}P_{30}K_{30}$	10.03	20.03	31.03	24.03	02.04	12.04	05.04	13.04	22.04	21.04	29.04	06.05	18.05	26.05	01.06	20.06	27.05	03.07	102	99	94
$N_{60}P_{60}K_{60}$	10.03	20.03	31.03	24.03	02.04	12.04	05.04	13.04	22.04	20.04	28.04	05.05	15.05	23.05	29.05	19.06	26.05	02.07	101	98	93
$N_{90}P_{90}K_{90}$	10.03	20.03	31.03	24.03	02.04	12.04	05.04	13.04	22.04	20.04	28.04	05.05	15.05	23.05	29.05	19.06	26.05	02.07	101	98	93

Кількість рослин пшениці ярої залежно від досліджуваних факторів, шт./м²

Строк сівби	Норма добрив, кг/га д.р.	сорт Елегія миронівська			сорт Сімкода миронівська		
		2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Перший	N ₀ P ₀ K ₀	306	301	314	307	303	317
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	331	326	338	330	327	338
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	330	323	335	329	326	337
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	329	325	336	332	329	339
Другий	N ₀ P ₀ K ₀	301	296	309	301	298	309
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	324	319	330	322	319	330
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	322	317	328	321	318	329
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	323	318	329	324	320	332
Третій	N ₀ P ₀ K ₀	294	290	300	294	290	301
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	315	307	319	311	307	318
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	313	306	318	310	306	317
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	314	309	320	313	308	319

**Дисперсійний аналіз даних кількості рослин пшениці ярої сорту Елегія
Миронівська**

Duncan test; variable Кр 2023-2025 (EM) (20250805 _ КР _ регресія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 1,7500, df = 6,0000				
Cell No.	Строк сівби	{1} 324,50	{2} 317,75	{3} 308,75
1	1		0,000583	0,000114
2	2	0,000583		0,000300
3	3	0,000114	0,000300	

Duncan test; variable Кр 2023-2025 (EM) (20250805 _ КР _ регресія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,7500, df = 6,0000					
Cell No.	Строк сівби	Кр 2023-2025 (EM) Mean	1	2	3
3	3	308,7500	****		
2	2	317,7500		****	
1	1	324,5000			****

Duncan test; variable Кр 2023-2025 (EM) (20250805 _ КР _ регресія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 1,7500, df = 6,0000					
Cell No.	Норма добрив	{1} 301,33	{2} 323,33	{3} 321,00	{4} 322,33
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,000082	0,000235	0,000113
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,000082		0,082177	0,390453
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000235	0,082177		0,263370
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000113	0,390453	0,263370	

Duncan test; variable Кр 2023-2025 (EM) (20250805 _ КР _ регресія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,7500, df = 6,0000				
Cell No.	Норма добрив	Кр 2023-2025 (EM) Mean	1	2
1	N ₀ P ₀ K ₀	301,3333		****
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	321,0000	****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	322,3333	****	
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	323,3333	****	

**Дисперсійний аналіз даних кількості рослин пшениці ярої сорту Сімкода
Миронівська**

Duncan test; variable Кр 2023-2025 (СМ) (20250805 _ КР _ регресія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 2,3333, df = 6,0000				
Cell No.	Строк сівби	{1} 326,25	{2} 318,75	{3} 307,75
1	1		0,000661	0,000114
2	2	0,000661		0,000284
3	3	0,000114	0,000284	

Duncan test; variable Кр 2023-2025 (СМ) (20250805 _ КР _ регресія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 2,3333, df = 6,0000					
Cell No.	Строк сівби	Кр 2023-2025 (СМ) Mean	1	2	3
3	3	307,7500	****		
2	2	318,7500		****	
1	1	326,2500			****

Duncan test; variable Кр 2023-2025 (СМ) (20250805 _ КР _ регресія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 2,3333, df = 6,0000					
Cell No.	Норма добрив	{1} 302,33	{2} 322,67	{3} 321,67	{4} 323,67
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,000114	0,000235	0,000082
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,000114		0,453473	0,453473
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000235	0,453473		0,172187
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000082	0,453473	0,172187	

Duncan test; variable Кр 2023-2025 (СМ) (20250805 _ КР _ регресія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 2,3333, df = 6,0000				
Cell No.	Норма добрив	Кр 2023-2025 (СМ) Mean	1	2
1	N ₀ P ₀ K ₀	302,3333		****
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	321,6667	****	
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	322,6667	****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	323,6667	****	

Кількість продуктивних стебел пшениці ярої залежно від досліджуваних факторів, шт./м²

Строк сівби	Норма добрив, кг/га д.р.	сорт Елегія миронівська			сорт Сімкода миронівська		
		2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Перший	N ₀ P ₀ K ₀	408	417	394	449	455	437
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	475	483	465	518	527	507
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	531	540	523	579	586	565
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	597	604	585	644	654	633
Другий	N ₀ P ₀ K ₀	361	371	348	387	391	379
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	425	429	412	457	462	446
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	476	484	468	511	520	501
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	539	541	530	576	583	566
Третій	N ₀ P ₀ K ₀	305	312	300	323	325	314
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	364	368	355	383	388	375
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	413	422	405	437	443	426
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	470	474	463	500	506	489

**Дисперсійний аналіз даних кількості продуктивних стебел пшениці ярої
сорту Елегія Миронівська**

Duncan test; variable Кпс 2023-2025 (EM) (20250805 _ КПС _ регресія+) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 30,083, df = 6,0000				
Cell No.	Строк сівби	{1} 501,50	{2} 448,75	{3} 387,50
1	1		0,000237	0,000113
2	2	0,000237		0,000235
3	3	0,000113	0,000235	

Duncan test; variable Кпс 2023-2025 (EM) (20250805 _ КПС _ регресія+) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 30,083, df = 6,0000					
Cell No.	Строк сівби	Кпс 2023-2025 (EM) Mean	1	2	3
3	3	387,5000	****		
2	2	448,7500		****	
1	1	501,5000			****

Duncan test; variable Кпс 2023-2025 (EM) (20250805 _ КПС _ регресія+) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 30,083, df = 6,0000					
Cell No.	Норма добрив	{1} 357,33	{2} 419,33	{3} 473,33	{4} 533,67
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,000237	0,000113	0,000082
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,000237		0,000252	0,000113
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000113	0,000252		0,000237
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000082	0,000113	0,000237	

Duncan test; variable Кпс 2023-2025 (EM) (20250805 _ КПС _ регресія+) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 30,083, df = 6,0000						
Cell No.	Норма добрив	Кпс 2023-2025 (EM) Mean	1	2	3	4
1	N ₀ P ₀ K ₀	357,3333	****			
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	419,3333		****		
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	473,3333			****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	533,6667				****

**Дисперсійний аналіз даних кількості продуктивних стебел пшениці ярої
сорту Сімкода Миронівська**

Duncan test; variable Кпс 2023-2025 (СМ) (20250805 _ КПС _ регресія+) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 20,028, df = 6,0000				
Cell No.	Строк сівби	{1} 546,25	{2} 481,75	{3} 409,00
1	1		0,000235	0,000113
2	2	0,000235		0,000235
3	3	0,000113	0,000235	

Duncan test; variable Кпс 2023-2025 (СМ) (20250805 _ КПС _ регресія+) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 20,028, df = 6,0000					
Cell No.	Строк сівби	Кпс 2023-2025 (СМ) Mean	1	2	3
3	3	409,0000	****		
2	2	481,7500		****	
1	1	546,2500			****

Duncan test; variable Кпс 2023-2025 (СМ) (20250805 _ КПС _ регресія+) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 20,028, df = 6,0000					
Cell No.	Норма добрив	{1} 384,67	{2} 451,33	{3} 507,67	{4} 572,33
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,000235	0,000113	0,000082
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,000235		0,000235	0,000113
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000113	0,000235		0,000235
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000082	0,000113	0,000235	

Duncan test; variable Кпс 2023-2025 (СМ) (20250805 _ КПС _ регресія+) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 20,028, df = 6,0000						
Cell No.	Норма добрив	Кпс 2023-2025 (СМ) Mean	1	2	3	4
1	N ₀ P ₀ K ₀	384,6667	****			
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	451,3333		****		
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	507,6667			****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	572,3333				****

**Коефіцієнт продуктивного кушення пшениці ярої залежно від
досліджуваних факторів**

Строк сівби	Норма добрив, кг/га д.р.	сорт Елегія миронівська			сорт Сімкода миронівська		
		2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Перший	N ₀ P ₀ K ₀	1,33	1,39	1,25	1,46	1,50	1,38
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,44	1,48	1,38	1,57	1,61	1,50
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,61	1,67	1,56	1,76	1,80	1,68
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,81	1,86	1,74	1,94	1,99	1,87
Другий	N ₀ P ₀ K ₀	1,20	1,25	1,13	1,29	1,312	1,23
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,31	1,34	1,25	1,42	1,448	1,35
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,48	1,53	1,43	1,59	1,635	1,52
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,67	1,70	1,61	1,78	1,822	1,70
Третій	N ₀ P ₀ K ₀	1,04	1,08	1,00	1,10	1,12	1,04
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,16	1,20	1,11	1,23	1,26	1,18
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,32	1,38	1,27	1,41	1,45	1,34
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,50	1,53	1,45	1,60	1,64	1,53

**Дисперсійний аналіз даних коефіцієнта продуктивного кушення пшениці
ярої сорту Елегія Миронівська**

Duncan test; variable Кпк 2023-2025 (EM) (20250805 _ КПК _ регресія+) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00008, df = 6,0000				
Cell No.	Строк сівби	{1} 1,5400	{2} 1,4075	{3} 1,2525
1	1		0,000235	0,000113
2	2	0,000235		0,000235
3	3	0,000113	0,000235	

Duncan test; variable Кпк 2023-2025 (EM) (20250805 _ КПК _ регресія+) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00008, df = 6,0000					
Cell No.	Строк сівби	Кпк 2023-2025 (EM) Mean	1	2	3
3	3	1,252500	****		
2	2	1,407500		****	
1	1	1,540000			****

Duncan test; variable Кпк 2023-2025 (EM) (20250805 _ КПК _ регресія+) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00008, df = 6,0000					
Cell No.	Норма добрив	{1} 1,1833	{2} 1,2967	{3} 1,4700	{4} 1,6500
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,000235	0,000113	0,000082
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,000235		0,000235	0,000113
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000113	0,000235		0,000235
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000082	0,000113	0,000235	

Duncan test; variable Кпк 2023-2025 (EM) (20250805 _ КПК _ регресія+) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00008, df = 6,0000						
Cell No.	Норма добрив	Кпк 2023-2025 (EM) Mean	1	2	3	4
1	N ₀ P ₀ K ₀	1,183333	****			
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,296667		****		
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,470000			****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,650000				****

**Дисперсійний аналіз даних коефіцієнта продуктивного кушення пшениці
ярої сорту Сімкода Миронівська**

Duncan test; variable Кпк 2023-2025 (СМ) (20250805 _ КПК _ регресія+) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00005, df = 6,0000				
Cell No.	Строк сівби	{1} 1,6700	{2} 1,5075	{3} 1,3250
1	1		0,000235	0,000113
2	2	0,000235		0,000235
3	3	0,000113	0,000235	

Duncan test; variable Кпк 2023-2025 (СМ) (20250805 _ КПК _ регресія+) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00005, df = 6,0000					
Cell No.	Строк сівби	Кпк 2023-2025 (СМ) Mean	1	2	3
3	3	1,325000	****		
2	2	1,507500		****	
1	1	1,670000			****

Duncan test; variable Кпк 2023-2025 (СМ) (20250805 _ КПК _ регресія+) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00005, df = 6,0000					
Cell No.	Норма добрив	{1} 1,2700	{2} 1,3967	{3} 1,5733	{4} 1,7633
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,000235	0,000113	0,000082
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,000235		0,000235	0,000113
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000113	0,000235		0,000235
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000082	0,000113	0,000235	

Duncan test; variable Кпк 2023-2025 (СМ) (20250805 _ КПК _ регресія+) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00005, df = 6,0000						
Cell No.	Норма добрив	Кпк 2023-2025 (СМ) Mean	1	2	3	4
1	N ₀ P ₀ K ₀	1,270000	****			
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,396667		****		
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,573333			****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,763333				****

Площа листкової поверхні пшениці ярої сорту Елегія Миронівська залежно від досліджуваних факторів, тис.

м²/га

Строк сівби	Норма добрив, кг/га д.р.	фаза кущіння			фаза вихід в трубку			фаза колосіння		
		2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Перший	N ₀ P ₀ K ₀	14,2	12,9	14,7	27,9	26,7	28,6	40,2	38,8	41,0
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	17,7	16,9	18,4	31,3	29,9	31,9	43,0	42,0	44,0
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	20,4	19,4	21,0	33,3	32,2	34,1	45,0	44,0	45,9
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	22,2	21,2	22,9	34,8	33,5	35,5	46,2	45,0	47,0
Другий	N ₀ P ₀ K ₀	12,9	11,8	13,5	26,7	25,6	27,4	39,1	37,9	40,0
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	16,3	15,6	17,0	30,0	28,7	30,6	41,7	41,0	42,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	18,6	17,6	19,2	31,6	30,6	32,3	43,5	42,3	44,3
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	20,3	19,1	20,8	33,0	31,6	33,5	44,4	43,0	45,1
Третій	N ₀ P ₀ K ₀	11,8	10,9	12,5	25,9	24,7	26,4	38,1	37,1	39,1
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	15,1	14,5	15,9	29,1	27,6	29,4	40,6	40,2	41,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	17,2	16,3	18,0	30,5	29,4	30,9	42,2	41,6	43,2
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	18,7	17,7	19,5	31,6	30,3	31,9	42,7	42,1	43,9

Площа листкової поверхні пшениці ярої сорту Сімкода Миронівська залежно від досліджуваних факторів, тис.

м²/га

Строк сівби	Норма добрив, кг/га д.р.	фаза кущіння			фаза вихід в трубку			фаза колосіння		
		2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Перший	N ₀ P ₀ K ₀	15,5	14,4	16,2	29,2	27,8	29,9	41,4	40,1	42,2
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	19,5	18,7	20,1	32,6	31,6	33,2	44,8	43,1	45,1
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	22,6	21,4	23,1	35,2	33,9	35,9	46,9	45,4	47,5
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	24,5	23,4	25,2	36,6	35,6	37,3	48,1	46,9	48,9
Другий	N ₀ P ₀ K ₀	14,0	13,1	14,8	27,9	26,5	28,8	40,2	38,8	41,0
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	17,9	17,1	18,6	31,2	30,2	31,9	43,6	41,8	43,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	20,6	19,6	21,2	33,7	32,3	34,2	45,5	43,9	45,9
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	22,3	21,5	23,0	34,9	33,7	35,5	46,6	45,2	47,2
Третій	N ₀ P ₀ K ₀	13,1	11,9	13,8	27,1	25,5	27,8	39,4	38,0	40,1
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	16,6	15,7	17,3	30,2	29,0	30,8	42,5	40,8	42,6
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	19,2	17,9	19,7	32,3	31,1	32,9	44,2	42,8	44,7
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	20,6	19,6	21,4	33,3	32,2	34,1	45,1	43,7	45,6

Двохфакторний дисперсійний аналіз даних урожайності зерна пшениці ярої сорту Елегія миронівська, т/га (2023 рік)

Двофакторний дисперсійний аналіз

Урожайність зерна, т/га 2 023р.
Градації фактора А - 4 В - 3 Повторень 4

Вихідні дані

Фактор А	Фактор В	Повторення				Сума, V	Середнє, x
		1	2	3	4		
1	1	5,29	4,39	4,48	4,65	18,80	4,70
	2	4,17	4,54	4,37	3,84	16,92	4,23
	3	3,87	3,55	3,72	3,46	14,60	3,65
2	1	5,48	5,74	5,66	4,84	21,72	5,43
	2	5,19	4,73	5,11	4,77	19,80	4,95
	3	4,20	4,80	4,52	4,07	17,60	4,40
3	1	5,46	6,11	5,81	6,30	23,68	5,92
	2	5,31	5,24	5,28	5,85	21,68	5,42
	3	4,96	4,55	4,72	5,16	19,40	4,85
4	1	6,36	6,38	6,63	5,75	25,12	6,28
	2	5,74	5,63	5,82	5,81	23,00	5,75
	3	5,02	5,08	5,62	4,80	20,52	5,13
Сума, P						ΣX	x _N
		61,05	60,75	61,74	59,31	242,84	5,06

Середнє по фактору А

1	4,19
2	4,93
3	5,40
4	5,72

Середнє по фактору В

1	5,58
2	5,09
3	4,51

Таблиця дисперсійного аналізу

Розсіювання	Сума квадратів	Ступінь свободи	S ²	F _{факт.}	F _{0,95}	Сила впливу	HP _{0,05}
Загальне	28,62	47	-	-	-	-	-
Повторень	0,26	3	-	-	-	0,0092	-
А	15,81	3	5,271	53,34	2,92	0,5526	0,26
В	9,26	2	4,632	46,87	3,32	0,3237	0,23
АВ	0,02	6	0,003	0,03	2,42	0,0006	0,13
Похибка	3,26	33	0,099	-	-	0,1140	-

Точність дослідю 3,11%

Двохфакторний дисперсійний аналіз даних урожайності зерна пшениці ярої сорту Елегія миронівська, т/га (2024 рік)

Двофакторний дисперсійний аналіз

Урожайність зерна, т/га 2 024р.
Градації фактора А - 4 В - 3 Повторень 4

Вихідні дані

Фактор А	Фактор В	Повторення				Сума, V	Середнє, x
		1	2	3	4		
1	1	4,58	4,64	4,77	4,45	18,44	4,61
	2	4,18	3,84	4,38	4,20	16,60	4,15
	3	3,70	3,54	3,68	3,36	14,28	3,57
2	1	5,15	5,44	5,19	5,58	21,36	5,34
	2	5,03	4,99	4,33	4,93	19,28	4,82
	3	3,84	4,51	4,21	4,37	16,92	4,23
3	1	5,80	6,43	5,61	5,56	23,40	5,85
	2	5,09	5,59	5,58	5,02	21,28	5,32
	3	4,69	4,82	4,55	4,82	18,88	4,72
4	1	5,78	6,69	6,09	6,03	24,60	6,15
	2	5,61	5,61	5,21	5,89	22,32	5,58
	3	5,15	5,02	4,90	4,85	19,92	4,98
Сума, P						ΣX	x _N
		58,60	61,12	58,49	59,07	237,28	4,94

Середнє по фактору А

1	4,11
2	4,80
3	5,30
4	5,57

Середнє по фактору В

1	5,49
2	4,97
3	4,38

Таблиця дисперсійного аналізу

Розсіювання	Сума квадратів	Ступінь свободи	S ²	F _{факт.}	F _{0,95}	Сила впливу	HP _{0,05}
Загальне	27,28	47	-	-	-	-	-
Повторень	0,38	3	-	-	-	0,0138	-
А	14,80	3	4,934	75,21	2,92	0,5426	0,21
В	9,92	2	4,958	75,57	3,32	0,3635	0,18
АВ	0,02	6	0,003	0,05	2,42	0,0008	0,11
Похибка	2,16	33	0,066	-	-	0,0794	-

Точність дослідження 2,59%

Двофакторний дисперсійний аналіз даних урожайності зерна пшениці ярої сорту Елегія миронівська, т/га (2025 рік)

Двофакторний дисперсійний аналіз

Урожайність зерна, т/га 2 025р.
Градації фактора А - 4 В - 3 Повторень 4

Вихідні дані

Фактор А	Фактор В	Повторення				Сума, V	Середнє, x
		1	2	3	4		
1	1	4,86	4,77	4,33	5,00	18,96	4,74
	2	4,22	4,15	4,19	4,64	17,20	4,30
	3	3,81	3,60	3,93	3,65	15,00	3,75
2	1	5,08	5,76	5,92	5,36	22,12	5,53
	2	5,15	5,06	4,90	5,13	20,24	5,06
	3	4,75	4,10	4,39	4,65	17,88	4,47
3	1	5,54	6,65	5,89	6,00	24,08	6,02
	2	5,06	5,80	5,48	5,70	22,04	5,51
	3	4,38	4,71	5,29	5,22	19,60	4,90
4	1	6,69	6,35	6,76	5,76	25,56	6,39
	2	6,29	5,62	6,22	5,35	23,48	5,87
	3	4,75	5,21	5,52	5,36	20,84	5,21
						ΣX	x _N
Сума, P		60,57	61,78	62,82	61,82	247,00	5,15

Середнє по фактору А

1	4,26
2	5,02
3	5,48
4	5,82

Середнє по фактору В

1	5,67
2	5,19
3	4,58

Таблиця дисперсійного аналізу

Розсіювання	Сума квадратів	Ступінь свободи	S ²	F _{факт.}	F _{0,95}	Сила впливу	НІР _{0,05}
Загальне	30,21	47	-	-	-	-	-
Повторень	0,21	3	-	-	-	0,0070	-
А	16,36	3	5,452	43,90	2,92	0,5415	0,29
В	9,50	2	4,749	38,24	3,32	0,3144	0,25
АВ	0,04	6	0,007	0,05	2,42	0,0013	0,15
Похибка	4,10	33	0,124	-	-	0,1357	-

Точність дослідження 3,42%

Двохфакторний дисперсійний аналіз даних урожайності зерна пшениці ярої сорту Сімкода миронівська, т/га (2023 рік)

Двофакторний дисперсійний аналіз

Урожайність зерна, т/га 2 023р.
Градацій фактора А - 4 В - 3 Повторень 4

Вихідні дані

Фактор А	Фактор В	Повторення				Сума, V	Середнє, x
		1	2	3	4		
1	1	5,08	4,96	5,25	5,02	20,32	5,08
	2	4,69	4,28	4,87	4,35	18,20	4,55
	3	3,95	4,06	3,83	3,85	15,68	3,92
2	1	5,71	5,66	5,98	6,01	23,36	5,84
	2	5,58	5,67	4,92	5,14	21,32	5,33
	3	4,64	4,51	4,81	4,80	18,76	4,69
3	1	6,06	6,15	6,65	6,70	25,56	6,39
	2	5,49	5,77	5,83	6,27	23,36	5,84
	3	4,88	5,28	5,41	5,19	20,76	5,19
4	1	7,20	6,92	6,41	6,35	26,88	6,72
	2	6,50	6,40	5,96	5,78	24,64	6,16
	3	5,59	5,16	5,57	5,61	21,92	5,48
						ΣX	x _N
Сума, P		65,39	64,82	65,49	65,07	260,76	5,43

Середнє по фактору А

1	4,52
2	5,29
3	5,81
4	6,12

Середнє по фактору В

1	6,01
2	5,47
3	4,82

Таблиця дисперсійного аналізу

Розсіювання	Сума квадратів	Ступінь свободи	S ²	F _{факт.}	F _{0,95}	Сила впливу	HP _{0,05}
Загальне	31,66	47	-	-	-	-	-
Повторень	0,02	3	-	-	-	0,0007	-
А	17,67	3	5,891	73,73	2,92	0,5582	0,24
В	11,31	2	5,657	70,81	3,32	0,3574	0,20
АВ	0,01	6	0,002	0,02	2,42	0,0003	0,12
Похибка	2,64	33	0,080	-	-	0,0833	-

Точність дослідю 2,60%

Двохфакторний дисперсійний аналіз даних урожайності зерна пшениці ярої сорту Сімкода миронівська, т/га (2024 рік)

Двофакторний дисперсійний аналіз

Урожайність зерна, т/га 2 024р.
Градації фактора А - 4 В - 3 Повторень 4

Вихідні дані

Фактор А	Фактор В	Повторення				Сума, V	Середнє, x
		1	2	3	4		
1	1	5,08	5,05	5,37	4,49	20,00	5,00
	2	4,33	4,54	4,55	4,50	17,92	4,48
	3	3,99	3,99	3,69	3,82	15,48	3,87
2	1	6,21	6,05	5,43	5,43	23,12	5,78
	2	5,29	4,98	5,18	5,55	21,00	5,25
	3	4,82	4,42	4,93	4,26	18,44	4,61
3	1	6,51	6,54	6,50	5,72	25,28	6,32
	2	6,11	5,82	5,94	5,25	23,12	5,78
	3	4,75	4,71	5,46	5,25	20,16	5,04
4	1	6,36	6,38	6,69	7,21	26,64	6,66
	2	6,18	5,92	5,98	6,24	24,32	6,08
	3	4,94	5,76	5,83	5,10	21,64	5,41
						ΣX	x _N
Сума, P		64,57	64,17	65,54	62,84	257,12	5,36

Середнє по фактору А

1	4,45
2	5,21
3	5,71
4	6,05

Середнє по фактору В

1	5,94
2	5,40
3	4,73

Таблиця дисперсійного аналізу

Розсіювання	Сума квадратів	Ступінь свободи	S ²	F _{факт.}	F _{0,95}	Сила впливу	НІР _{0,05}
Загальне	33,09	47	-	-	-	-	-
Повторень	0,31	3	-	-	-	0,0095	-
А	17,41	3	5,802	52,72	2,92	0,5260	0,28
В	11,70	2	5,852	53,18	3,32	0,3537	0,24
АВ	0,03	6	0,006	0,05	2,42	0,0010	0,14
Похибка	3,63	33	0,110	-	-	0,1097	-

Точність дослідження 3,10%

Двохфакторний дисперсійний аналіз даних урожайності зерна пшениці ярої сорту Сімкода миронівська, т/га (2025 рік)

Двофакторний дисперсійний аналіз

Урожайність зерна, т/га 2 025р.
Градації фактора А - 4 В - 3 Повторень 4

Вихідні дані

Фактор А	Фактор В	Повторення				Сума, V	Середнє, x
		1	2	3	4		
1	1	5,59	5,04	5,27	4,70	20,60	5,15
	2	4,38	5,17	4,93	4,21	18,68	4,67
	3	4,40	3,79	3,75	4,22	16,16	4,04
2	1	5,52	5,75	6,36	6,16	23,80	5,95
	2	5,83	5,53	5,11	5,33	21,80	5,45
	3	4,91	4,67	4,66	4,88	19,12	4,78
3	1	6,54	6,39	6,43	6,57	25,92	6,48
	2	5,99	5,66	6,03	6,08	23,76	5,94
	3	4,88	5,20	5,87	5,10	21,04	5,26
4	1	6,57	6,86	6,59	7,38	27,40	6,85
	2	5,87	7,04	5,85	6,44	25,20	6,30
	3	5,47	5,50	6,08	5,31	22,36	5,59
						ΣX	x _N
Сума, P		65,93	66,59	66,94	66,38	265,84	5,54

Середнє по фактору А

1	4,62
2	5,39
3	5,89
4	6,25

Середнє по фактору В

1	6,11
2	5,59
3	4,92

Таблиця дисперсійного аналізу

Розсіювання	Сума квадратів	Ступінь свободи	S ²	F _{факт.}	F _{0,95}	Сила впливу	HP _{0,05}
Загальне	33,81	47	-	-	-	-	-
Повторень	0,04	3	-	-	-	0,0013	-
А	17,91	3	5,968	44,30	2,92	0,5295	0,31
В	11,39	2	5,696	42,28	3,32	0,3369	0,26
АВ	0,03	6	0,004	0,03	2,42	0,0008	0,15
Похибка	4,45	33	0,135	-	-	0,1315	-

Точність дослідю 3,31%

**Дисперсійний аналіз даних урожайності зерна пшениці ярої сорту Елегія
Миронівська**

Duncan test; variable Уз 2023-2025 (EM) (20251020 _ Уз _ пересія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00095, df = 6,0000				
Cell No.	Строк сівби	{1} 5,5775	{2} 5,0800	{3} 4,4900
1	1		0,000235	0,000113
2	2	0,000235		0,000235
3	3	0,000113	0,000235	

Duncan test; variable Уз 2023-2025 (EM) (20251020 _ Уз _ пересія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00095, df = 6,0000					
Cell No.	Строк сівби	Уз 2023-2025 (EM) Mean	1	2	3
3	3	4,490000	****		
2	2	5,080000		****	
1	1	5,577500			****

Duncan test; variable Уз 2023-2025 (EM) (20251020 _ Уз _ пересія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00095, df = 6,0000					
Cell No.	Норма добрив	{1} 4,1900	{2} 4,9133	{3} 5,3900	{4} 5,7033
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,000235	0,000113	0,000082
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,000235		0,000235	0,000113
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000113	0,000235		0,000251
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000082	0,000113	0,000251	

Duncan test; variable Уз 2023-2025 (EM) (20251020 _ Уз _ пересія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00095, df = 6,0000						
Cell No.	Норма добрив	Уз 2023-2025 (EM) Mean	1	2	3	4
1	N ₀ P ₀ K ₀	4,190000	****			
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4,913333		****		
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,390000			****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	5,703333				****

**Дисперсійний аналіз даних урожайності зерна пшениці ярої сорту Сімкода
Миронівська**

Duncan test; variable Уз 2023-2025 (CM) (20251020 _ Уз _ пересія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00072, df = 6,0000				
Cell No.	Строк сівби	{1} 6,0200	{2} 5,4850	{3} 4,8200
1	1		0,000235	0,000113
2	2	0,000235		0,000235
3	3	0,000113	0,000235	

Duncan test; variable Уз 2023-2025 (CM) (20251020 _ Уз _ пересія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00072, df = 6,0000					
Cell No.	Строк сівби	Уз 2023-2025 (CM) Mean	1	2	3
3	3	4,820000	****		
2	2	5,485000		****	
1	1	6,020000			****

Duncan test; variable Уз 2023-2025 (CM) (20251020 _ Уз _ пересія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00072, df = 6,0000					
Cell No.	Норма добрив	{1} 4,5300	{2} 5,2967	{3} 5,8033	{4} 6,1367
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,000235	0,000113	0,000082
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,000235		0,000235	0,000113
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000113	0,000235		0,000235
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000082	0,000113	0,000235	

Duncan test; variable Уз 2023-2025 (CM) (20251020 _ Уз _ пересія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00072, df = 6,0000						
Cell No.	Норма добрив	Уз 2023-2025 (CM) Mean	1	2	3	4
1	N ₀ P ₀ K ₀	4,530000	****			
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,296667		****		
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,803333			****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	6,136667				****

**Результати дисперсійного аналізу впливу факторів на урожайність зерна
сорту Елегія Миронівська**

Univariate Tests of Significance for Уз 2023-2025 (EM) (20251020 _ Уз _ регресія) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	305,9290	1	305,9290	321091,7	0,000000
Строк сівби	2,3710	2	1,1855	1244,3	0,000000
Норма добрив	3,9022	3	1,3007	1365,2	0,000000
Error	0,0057	6	0,0010		

Джерело варіації	Сума квадратів	Частка впливу фактору
Строк сівби	2,3710	37,76
Норма добрив	3,9022	62,15
Інші фактори	0,0057	0,09
	6,2789	100,00%

**Результати дисперсійного аналізу впливу факторів на урожайність зерна
сорту Сімкода Миронівська**

Univariate Tests of Significance for Уз 2023-2025 (CM) (20251020 _ Уз _ регресія) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	355,3408	1	355,3408	492010,4	0,000000
Строк сівби	2,8913	2	1,4456	2001,6	0,000000
Норма добрив	4,3980	3	1,4660	2029,8	0,000000
Error	0,0043	6	0,0007		

Джерело варіації	Сума квадратів	Частка впливу фактору
Строк сівби	2,8913	39,64
Норма добрив	4,3980	60,30
Інші фактори	0,0043	0,06
	7,2936	100,00%

Кількість зерен в колосі пшениці ярої залежно від досліджуваних факторів,

шт.

Строк сівби	Норма добрив, кг/Га д.р.	сорт Елегія миронівська			сорт Сімкода миронівська		
		2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Перший	N ₀ P ₀ K ₀	28,76	28,33	29,41	28,34	27,80	28,90
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	28,40	28,00	29,06	28,00	27,49	28,60
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	27,94	27,52	28,59	27,55	27,08	28,11
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	26,85	26,48	27,46	26,45	26,05	26,95
Другий	N ₀ P ₀ K ₀	29,51	28,97	30,23	29,01	28,45	29,65
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	29,05	28,56	29,83	28,62	28,05	29,27
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	28,55	28,02	29,25	28,10	27,57	28,70
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	27,42	26,93	28,15	26,95	26,50	27,53
Третій	N ₀ P ₀ K ₀	30,09	29,46	30,88	29,55	28,96	30,25
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	29,57	29,00	30,46	29,09	28,55	29,82
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	29,00	28,35	29,77	28,50	27,97	29,15
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	27,90	27,23	28,70	27,30	26,85	28,00

Дисперсійний аналіз даних кількості зерен в колосі пшениці ярої сорту

Елегія Миронівська

Duncan test; variable Кзк 2023-2025 (EM) (20250805 _ КЗК _ регресія++) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00524, df = 6,0000				
Cell No.	Строк сівби	{1} 28,067	{2} 28,708	{3} 29,200
1	1		0,000240	0,000113
2	2	0,000240		0,000300
3	3	0,000113	0,000300	

Duncan test; variable Кзк 2023-2025 (EM) (20250805 _ КЗК _ регресія++) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00524, df = 6,0000							
Cell No.	Строк сівби	Кзк 2023-2025 (EM) Mean			1	2	3
1	1	28,06750			****		
2	2	28,70750				****	
3	3	29,20000					****

Duncan test; variable Кзк 2023-2025 (EM) (20250805 _ КЗК _ регресія++) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00524, df = 6,0000					
Cell No.	Норма добрив	{1} 29,513	{2} 29,107	{3} 28,557	{4} 27,457
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,000683	0,000114	0,000082
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,000683		0,000312	0,000113
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000114	0,000312		0,000235
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000082	0,000113	0,000235	

Duncan test; variable Кзк 2023-2025 (EM) (20250805 _ КЗК _ регресія++) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00524, df = 6,0000									
Cell No.	Норма добрив	Кзк 2023-2025 (EM) Mean				1	2	3	4
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	27,45667				****			
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	28,55667					****		
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	29,10667						****	
1	N ₀ P ₀ K ₀	29,51333							****

Дисперсійний аналіз даних кількості зерен в колосі пшениці ярої сорту

Сімкода Миронівська

Duncan test; variable Кзк 2023-2025 (CM) (20250805 _ КЗК _ регресія++) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00597, df = 6,0000				
Cell No.	Строк сівби	{1} 27,610	{2} 28,200	{3} 28,665
1	1		0,000264	0,000113
2	2	0,000264		0,000361
3	3	0,000113	0,000361	

Duncan test; variable Кзк 2023-2025 (CM) (20250805 _ КЗК _ регресія++) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00597, df = 6,0000					
Cell No.	Строк сівби	Кзк 2023-2025 (CM) Mean	1	2	3
1	1	27,61000	****		
2	2	28,20000		****	
3	3	28,66500			****

Duncan test; variable Кзк 2023-2025 (CM) (20250805 _ КЗК _ регресія++) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00597, df = 6,0000					
Cell No.	Норма добрив	{1} 28,993	{2} 28,610	{3} 28,080	{4} 26,950
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,001110	0,000115	0,000082
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,001110		0,000371	0,000113
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000115	0,000371		0,000235
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000082	0,000113	0,000235	

Duncan test; variable Кзк 2023-2025 (CM) (20250805 _ КЗК _ регресія++) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00597, df = 6,0000						
Cell No.	Норма добрив	Кзк 2023-2025 (CM) Mean	1	2	3	4
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	26,95000	****			
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	28,08000		****		
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	28,61000			****	
1	N ₀ P ₀ K ₀	28,99333				****

Результати дисперсійного аналізу впливу факторів на кількість зерен в колосі пшениці ярої сорту Елегія Миронівська

Univariate Tests of Significance for Кзк 2023-2025 (EM) (20250805 _ КЗК _ регресія) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	9855,601	1	9855,601	1880242	0,000000
Строк сівби	2,580	2	1,290	246	0,000002
Норма добрив	7,159	3	2,386	455	0,000000
Error	0,031	6	0,005		

Джерело варіації	Сума квадратів	Частка впливу фактору
Строк сівби	2,580	26,41
Норма добрив	7,159	73,28
Інші фактори	0,031	0,32
	9,77	100,00%

Результати дисперсійного аналізу впливу факторів на кількість зерен в колосі пшениці ярої сорту Сімкода Миронівська

Univariate Tests of Significance for Кзк 2023-2025 (CM) (20250805 _ КЗК _ регресія) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	9514,701	1	9514,701	1594643	0,000000
Строк сівби	2,236	2	1,118	187	0,000004
Норма добрив	7,102	3	2,367	397	0,000000
Error	0,036	6	0,006		

Джерело варіації	Сума квадратів	Частка впливу фактору
Строк сівби	2,236	23,85
Норма добрив	7,102	75,76
Інші фактори	0,036	0,38
	9,374	100,00%

Маса зернівки колоса пшениці ярої залежно від досліджуваних факторів, мг

Строк сівби	Норма добрив, кг/Га д.р.	сорт Елегія миронівська			сорт Сімкода миронівська		
		2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Перший	N ₀ P ₀ K ₀	41,90	41,15	42,80	42,52	41,70	43,35
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	41,46	40,73	42,37	42,10	41,35	42,95
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	40,83	40,15	41,76	41,54	40,84	42,40
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	39,60	39,00	40,47	40,45	39,73	41,30
Другий	N ₀ P ₀ K ₀	42,50	41,79	43,46	43,06	42,30	43,93
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	41,96	41,27	42,92	42,61	41,85	43,50
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	41,29	40,76	42,26	41,99	41,30	42,87
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	40,10	39,62	41,05	40,85	40,15	41,75
Третій	N ₀ P ₀ K ₀	43,15	42,45	44,20	43,68	43,01	44,60
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	42,61	41,92	43,61	43,15	42,50	44,10
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	41,98	41,43	42,91	42,48	41,85	43,45
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	40,76	40,27	41,65	41,30	40,65	42,30

**Дисперсійний аналіз даних маси зернівки колоса пшениці ярої сорту Елегія
Миронівська**

Cell No.	Duncan test; variable Мзк 2023-2025 (EM) (20250805 _ МЗК _ регресія+) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00111, df = 6,0000			
	Строк сівби	{1} 41,017	{2} 41,582	{3} 42,245
1	1		0,000235	0,000113
2	2	0,000235		0,000235
3	3	0,000113	0,000235	

Cell No.	Duncan test; variable Мзк 2023-2025 (EM) (20250805 _ МЗК _ регресія+) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00111, df = 6,0000				
	Строк сівби	Мзк 2023-2025 (EM) Mean	1	2	3
1	1	41,01750	****		
2	2	41,58250		****	
3	3	42,24500			****

Cell No.	Duncan test; variable Мзк 2023-2025 (EM) (20250805 _ МЗК _ регресія+) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00111, df = 6,0000				
	Норма добрив	{1} 42,600	{2} 42,093	{3} 41,487	{4} 40,280
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,000235	0,000113	0,000082
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,000235		0,000235	0,000113
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000113	0,000235		0,000235
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000082	0,000113	0,000235	

Cell No.	Duncan test; variable Мзк 2023-2025 (EM) (20250805 _ МЗК _ регресія+) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00111, df = 6,0000					
	Норма добрив	Мзк 2023-2025 (EM) Mean	1	2	3	4
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	40,28000	****			
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	41,48667		****		
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	42,09333			****	
1	N ₀ P ₀ K ₀	42,60000				****

**Дисперсійний аналіз даних маси зернівки колоса пшениці ярої сорту Сімкода
Миронівська**

Cell No.	Duncan test; variable Мзк 2023-2025 (СМ) (20250805 _ МЗК _ регресія+) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00466, df = 6,0000			
	Строк сівби	{1} 41,683	{2} 42,180	{3} 42,755
1	1		0,000281	0,000113
2	2	0,000281		0,000253
3	3	0,000113	0,000253	

Cell No.	Duncan test; variable Мзк 2023-2025 (СМ) (20250805 _ МЗК _ регресія+) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00466, df = 6,0000				
	Строк сівби	Мзк 2023-2025 (СМ) Mean	1	2	3
1	1	41,68250	****		
2	2	42,18000		****	
3	3	42,75500			****

Cell No.	Duncan test; variable Мзк 2023-2025 (СМ) (20250805 _ МЗК _ регресія+) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00466, df = 6,0000				
	Норма добрив	{1} 43,127	{2} 42,677	{3} 42,077	{4} 40,943
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,000406	0,000114	0,000082
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,000406		0,000264	0,000113
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000114	0,000264		0,000235
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000082	0,000113	0,000235	

Cell No.	Duncan test; variable Мзк 2023-2025 (СМ) (20250805 _ МЗК _ регресія+) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00466, df = 6,0000					
	Норма добрив	Мзк 2023-2025 (СМ) Mean	1	2	3	4
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	40,94333	****			
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	42,07667		****		
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	42,67667			****	
1	N ₀ P ₀ K ₀	43,12667				****

**Результати дисперсійного аналізу впливу факторів на масу зернівки колоса
пшениці ярої сорту Елегія Миронівська**

Effect	Univariate Tests of Significance for Mзк 2023-2025 (EM) (20250805 _ M3K _ пересія) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	20781,70	1	20781,70	18656887	0,000000
Строк сівби	3,02	2	1,51	1356	0,000000
Норма добрив	8,99	3	3,00	2691	0,000000
Error	0,01	6	0,00		

Джерело варіації	Сума квадратів	Частка впливу фактору
Строк сівби	3,02	25,12
Норма добрив	8,99	74,79
Інші фактори	0,01	0,08
	12,02	100,00%

**Результати дисперсійного аналізу впливу факторів на масу зернівки колоса
пшениці ярої сорту Сімкода Миронівська**

Effect	Univariate Tests of Significance for Mзк 2023-2025 (CM) (20250805 _ M3K _ пересія) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	21375,99	1	21375,99	4588763	0,000000
Строк сівби	2,30	2	1,15	247	0,000002
Норма добрив	8,04	3	2,68	575	0,000000
Error	0,03	6	0,00		

Джерело варіації	Сума квадратів	Частка впливу фактору
Строк сівби	2,30	22,18
Норма добрив	8,04	77,53
Інші фактори	0,03	0,29
	10,37	100,00%

Результати дисперсійного аналізу впливу факторів на натуру зерна сорту

Елегія Миронівська

Univariate Tests of Significance for Hз 2023-2025 (EM) (20251020 _ Hз _ регресія) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	6821287	1	6821287	19787779	0,000000
Строк сівби	198	2	99	287	0,000001
Норма добрив	749	3	250	725	0,000000
Error	2	6	0		

Джерело варіації	Сума квадратів	Частка впливу фактору
Строк сівби	198	20,86
Норма добрив	749	78,93
Інші фактори	2	0,21
	949	100,00%

Результати дисперсійного аналізу впливу факторів на натуру зерна сорту

Сімкода Миронівська

Univariate Tests of Significance for Hз 2023-2025 (CM) (20251020 _ Hз _ регресія) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	6948843	1	6948843	23711692	0,000000
Строк сівби	136	2	68	232	0,000002
Норма добрив	632	3	211	719	0,000000
Error	2	6	0		

Джерело варіації	Сума квадратів	Частка впливу фактору
Строк сівби	136	17,66
Норма добрив	632	82,08
Інші фактори	2	0,26
	770	100,00%

Вміст білка в зерні пшениці ярої залежно від досліджуваних факторів, %

Строк сівби	Норма добрив, кг/га д.р.	сорт Елегія миронівська			сорт Сімкода миронівська		
		2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Перший	N ₀ P ₀ K ₀	11,2	10,5	11,6	11,6	11,0	12,0
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	12,6	12,1	13,2	13,1	12,5	13,4
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	13,7	13,2	14,2	14,0	13,6	14,5
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	14,2	13,7	14,6	14,7	14,2	15,2
Другий	N ₀ P ₀ K ₀	11,8	11,3	12,2	12,3	11,7	12,6
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	13,2	12,7	13,5	13,7	13,3	14,1
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	14,1	13,5	14,6	14,5	14,2	15,0
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	14,6	14,1	14,9	15,1	14,7	15,6
Третій	N ₀ P ₀ K ₀	12,5	11,9	12,9	12,9	12,3	13,2
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	13,6	13,0	14,1	14,2	13,7	14,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	14,5	14,0	15,0	14,9	14,5	15,5
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	14,9	14,3	15,3	15,3	15,0	15,8

**Дисперсійний аналіз даних вмісту білка в зерні пшениці ярої сорту Елегія
Миронівська**

Cell No.	Duncan test; variable Б 2023-2025 (EM) (20251020 _ Б _ регресія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,02250, df = 6,0000			
	Строк сівби	{1} 12,900	{2} 13,375	{3} 13,825
1	1		0,004397	0,000248
2	2	0,004397		0,005613
3	3	0,000248	0,005613	

Cell No.	Duncan test; variable Б 2023-2025 (EM) (20251020 _ Б _ регресія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,02250, df = 6,0000				
	Строк сівби	Б 2023-2025 (EM) Mean	1	2	3
1	1	12,90000	****		
2	2	13,37500		****	
3	3	13,82500			****

Cell No.	Duncan test; variable Б 2023-2025 (EM) (20251020 _ Б _ регресія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,02250, df = 6,0000				
	Норма добрив	{1} 11,767	{2} 13,100	{3} 14,100	{4} 14,500
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,000263	0,000113	0,000082
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,000263		0,000395	0,000131
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000113	0,000395		0,017316
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000082	0,000131	0,017316	

Cell No.	Duncan test; variable Б 2023-2025 (EM) (20251020 _ Б _ регресія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,02250, df = 6,0000					
	Норма добрив	Б 2023-2025 (EM) Mean	1	2	3	4
1	N ₀ P ₀ K ₀	11,76667	****			
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	13,10000		****		
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	14,10000			****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	14,50000				****

**Дисперсійний аналіз даних вмісту білка в зерні пшениці ярої сорту Сімкода
Миронівська**

Cell No.	Duncan test; variable Б 2023-2025 (CM) (20251020 _ Б _ регресія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,01778, df = 6,0000			
	Строк сівби	{1} 13,300	{2} 13,900	{3} 14,350
1	1		0,000913	0,000135
2	2	0,000913		0,003284
3	3	0,000135	0,003284	

Cell No.	Duncan test; variable Б 2023-2025 (CM) (20251020 _ Б _ регресія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,01778, df = 6,0000				
	Строк сівби	Б 2023-2025 (CM) Mean	1	2	3
1	1	13,30000	****		
2	2	13,90000		****	
3	3	14,35000			****

Cell No.	Duncan test; variable Б 2023-2025 (CM) (20251020 _ Б _ регресія) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,01778, df = 6,0000				
	Норма добрив	{1} 12,167	{2} 13,633	{3} 14,533	{4} 15,067
1	N ₀ P ₀ K ₀		0,000237	0,000113	0,000082
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,000237		0,000384	0,000118
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,000113	0,000384		0,002908
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,000082	0,000118	0,002908	

Cell No.	Duncan test; variable Б 2023-2025 (CM) (20251020 _ Б _ регресія) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,01778, df = 6,0000					
	Норма добрив	Б 2023-2025 (CM) Mean	1	2	3	4
1	N ₀ P ₀ K ₀	12,16667	****			
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	13,63333		****		
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	14,53333			****	
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	15,06667				****

**Результати дисперсійного аналізу впливу факторів на вміст білка в зерні
пшениці ярої сорту Елегія Миронівська**

Univariate Tests of Significance for Б 2023-2025 (EM) (20251020 _ Б _ пересія) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2144,013	1	2144,013	95289,48	0,000000
Строк сівби	1,712	2	0,856	38,04	0,000391
Норма добрив	13,360	3	4,453	197,93	0,000002
Error	0,135	6	0,023		

Джерело варіації	Сума квадратів	Частка впливу фактору
Строк сівби	1,712	11,26
Норма добрив	13,360	87,85
Інші фактори	0,135	0,89
	15,207	100,00%

**Результати дисперсійного аналізу впливу факторів на вміст білка в зерні
пшениці ярої сорту Сімкода Миронівська**

Univariate Tests of Significance for Б 2023-2025 (CM) (20251020 _ Б _ пересія) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2301,870	1	2301,870	129480,2	0,000000
Строк сівби	2,220	2	1,110	62,4	0,000096
Норма добрив	14,483	3	4,828	271,6	0,000001
Error	0,107	6	0,018		

Джерело варіації	Сума квадратів	Частка впливу фактору
Строк сівби	2,220	13,21
Норма добрив	14,483	86,16
Інші фактори	0,107	0,63
	16,81	100,00%

Результати дисперсійного аналізу впливу факторів на вміст клейковини в зерні пшениці ярої сорту Елегія Миронівська

Univariate Tests of Significance for Клз 2023-2025 (EM) (20251020 _ Клз _ регресія) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	9262,963	1	9262,963	245196,1	0,000000
Строк сівби	6,207	2	3,103	82,1	0,000044
Норма добрив	26,363	3	8,788	232,6	0,000001
Error	0,227	6	0,038		


Джерело варіації	Сума квадратів	Частка впливу фактору
Строк сівби	6,207	18,93
Норма добрив	26,363	80,38
Інші фактори	0,227	0,69
	32,797	100,00%

Результати дисперсійного аналізу впливу факторів на вміст клейковини в зерні пшениці ярої сорту Сімкода Миронівська

Univariate Tests of Significance for Клз 2023-2025 (CM) (20251020 _ Клз _ регресія) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	10010,96	1	10010,96	259276,7	0,000000
Строк сівби	4,58	2	2,29	59,3	0,000111
Норма добрив	21,40	3	7,13	184,8	0,000003
Error	0,23	6	0,04		

Джерело варіації	Сума квадратів	Частка впливу фактору
Строк сівби	4,58	17,47
Норма добрив	21,40	81,65
Інші фактори	0,23	0,88
	26,21	100,00%

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ПП «МРІЯ-2010»
Анатолій ЯКОВЕНЧУК

(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«22» липня 2025 р.

АКТ

впровадження результатів наукових досліджень у виробництво

0124U003079 Обґрунтування елементів технології вирощування пшениці ярої в умовах
Лісостепу Західного

(номер держреєстрації, назва теми)

яка виконана в період з 10.03.2025 р. по 22.07.2025 р.

Розроблено комплекс агротехнологічних заходів при вирощуванні пшениці ярої сорту
Сімкода Миронівська на площі 45 га. Встановлено вплив внесення мінеральних добрив
відповідно норми N₆₀P₆₀K₆₀ при сівбі на початку другої декади березня. Отримано рівень
урожайності зерна на рівні 6,0 т/га.

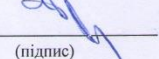
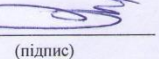
(назва результату, що впроваджується)

Керівник теми: КЛИМИШЕНА Ріта ІванівнаВиконавець теми: СІКОРА Анастасія Геннадіївна

Комісія в складі:

голова комісії: ЯКОВЕНЧУК Анатолій Миколайович
(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)члени комісії: ГОРАШ Олександр Савич
(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)
ХОМІНА Вероніка Ярославівна
(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)встановила впровадження у виробництво результатів наукових досліджень та місце їх
використання: ПП «МРІЯ-2010»

«22» 07 2025 р.

Голова комісії: 
Анатолій ЯКОВЕНЧУК
(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)Члени комісії: 
Олександр ГОРАШ
(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Вероніка ХОМІНА
(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Підписи засвідчую:

 великий секретар ЗВО, 1999  проф. О. Кобертюк



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ВК «ІСКРА-2007»Тарас МАНЬКОВСЬКИЙ

(підпис)

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«25» липня 2025 р.

АКТ

впровадження результатів наукових досліджень у виробництво

0124U003079 Обґрунтування елементів технології вирощування пшениці ярої в умовах
Лісостепу Західного

(номер держреєстрації, назва теми)

яка виконана в період з 10.03.2025 р. по 25.07.2025 р.

Розроблено комплекс агротехнологічних заходів при вирощуванні пшениці ярої сорту
Сімкода Миронівська на площі 25 га. Встановлено вплив внесення мінеральних добрив
відповідно норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ при сівбі на початку другої декади березня. Отримано рівень
урожайності зерна на рівні 5,7 т/га.

(назва результату, що впроваджується)

Керівник теми: КЛИМИШЕНА Ріта ІванівнаВиконавець теми: СІКОРА Анастасія Геннадіївна

Комісія в складі:

голова комісії: МАНЬКОВСЬКИЙ Тарас Михайлович
(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)члени комісії: ГОРАШ Олександр Савич
(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)ВІЛЬЧИНСЬКА Людмила Аліковна
(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)встановила впровадження у виробництво результатів наукових досліджень та місце їх
використання: ВК «ІСКРА-2007»

«25» липня 2025 р.

Голова комісії: Тарас МАНЬКОВСЬКИЙ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)Члени комісії: Олександр ГОРАШ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Людмила ВІЛЬЧИНСЬКА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Підписи засвідчую:

Учений секретар ЗВО ПДГУ О. Кобернюк



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ТОВ «Буковинський сад»

Олена Козак

(підпис)

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«28» липня 2025 р.

АКТ

впровадження результатів наукових досліджень у виробництво

0124U003079 Обґрунтування елементів технології вирощування пшениці ярої в умовах Лісостепу Західного

(номер держреєстрації, назва теми)

яка виконана в період з 10.03.2025 р. по 28.07.2025 р.

Розроблено комплекс агротехнологічних заходів при вирощуванні пшениці ярої сорту Сімкода Миронівська на площі 50 га. Встановлено вплив внесення мінеральних добрив відповідно норми N₉₀P₉₀K₉₀ при сівбі на початку другої декади березня. Отримано рівень урожайності зерна на рівні 6,3 т/га.

(назва результату, що впроваджується)

Керівник теми: КЛИМИШЕНА Ріта ІванівнаВиконавець теми: СІКОРА Анастасія Геннадіївна

Комісія в складі:

голова комісії: Козак Олена Федорівна

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

члени комісії: ГОРАШ Олександр Савич

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

ХМЕЛЯНЧИШИН Юрій Володимирович

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

встановила впровадження у виробництво результатів наукових досліджень та місце їх використання: ТОВ «Буковинський сад»

«28» 07 2025 р.

Голова комісії:

Олена Козак

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Члени комісії:

Олександр ГОРАШ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Юрій ХМЕЛЯНЧИШИН

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Підписи засвідчую:

Згенерувано секретарем *О. Кобернюк*



ЗАТВЕРДЖУЮ
 Директор
 ФГ «Беррі»
 Іван КАРПІЛОВ
 (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
 «30» 07 2025 р.

АКТ

впровадження результатів наукових досліджень у виробництво

0124U003079 Обґрунтування елементів технології вирощування пшениці ярої в умовах Лісостепу Західного

(номер держреєстрації, назва теми)

яка виконана в період з 10.03.2025 р. по 30.07.2025 р.

Розроблено комплекс агротехнологічних заходів при вирощуванні пшениці ярої сорту Сімкода Миронівська на площі 30 га. Встановлено вплив внесення мінеральних добрив відповідно норми $N_{30}P_{30}K_{30}$ при сівбі на початку другої декади березня. Отримано рівень урожайності зерна на рівні 5,0 т/га.

(назва результату, що впроваджується)

Керівник теми: КЛИМИШЕНА Ріта Іванівна

Виконавець теми: СІКОРА Анастасія Геннадіївна

Комісія в складі:

голова комісії: КАРПІЛОВ Іван Михайлович
 (ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

члени комісії: ГОРАШ Олександр Савич
 (ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)
ВІЛЬЧИНСЬКА Людмила Аліковна
 (ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

встановила впровадження у виробництво результатів наукових досліджень та місце їх використання: ФГ «Беррі»

«30» 07 2025 р.

Голова комісії: Іван КАРПІЛОВ
 (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Члени комісії: Олександр ГОРАШ
 (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Людмила ВІЛЬЧИНСЬКА
 (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Підписи засвідчую:

Генеральний секретар

О. Коберник