

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Спеціальність 201 «Агрономія»
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«Допускається до захисту»
Завідувач кафедри рослинництва
д.с.-г.н., професор Олександр ЦИЛЮРИК

“ _____ ” _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:
ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ
ОЗИМОЇ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ В УМОВАХ
ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА «АГРОІНТЕР»
СИНЕЛЬНИКІВСЬКОГО РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Здобувач

_____ Сергій ЦОНЄВ

Керівник кваліфікаційної роботи,
старший викладач

_____ Ірина СОЛОГУБ

Дніпро 2025

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Агрономічний факультет
Кафедра рослинництва
Спеціальність 201 «Агрономія»
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри рослинництва
д.с.-г.н., професор Олександр ЦИЛЮРИК

(підпис)

“ _____ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи здобувачу
другого (магістерського) рівня вищої освіти

Цонєва Сергія Олександровича

- 1. Тема роботи:** Вплив елементів технології вирощування пшениці озимої на формування урожайності в умовах фермерського господарства «Агроінтер» Синельниківського району Дніпропетровської області
- 2. Термін подачі здобувачем завершеної кваліфікаційної роботи на кафедру** “ _____ ” _____ 2024 р.
- 3. Вихідні дані для роботи:**
 - с.-г. підприємство – фермерського господарства «Агроінтер»
 - сільськогосподарська культура – пшениця озима
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити)** оцінити ґрунтово–екологічні та агрокліматичні умови зони досліджень як базу для інтерпретації результатів; визначити вплив добрив та їх комбінацій на запаси продуктивної вологи, сумарне водоспоживання та коефіцієнт водоспоживання посіву; дослідити формування та збереженість стеблостою, динаміку площі листкової поверхні та забур'яненість; кількісно оцінити елементи структури врожаю, врожайність і показники якості зерна; розрахувати економічні показники технологій – валову вартість продукції, собівартість 1 т, умовно чистий прибуток і рівень рентабельності; виконати статистичний аналіз для встановлення достовірності відмін та зв'язків між показниками; сформулювати практичні рекомендації щодо оптимізації живлення сорту МПП Аеліта в умовах Степу.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) документація полів господарства, включно з картою банку насіння бур'янів, відомостями про фактичну забур'яненість і генеральним планом землекористування.

6. Дата видачі завдання: _____

Керівник
кваліфікаційної роботи

_____ Ірина СОЛОГУБ
(підпис)

Завдання прийняв
до виконання

_____ Сергій ЦОНЄВ
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури	09.09.2024 – 20.09.2024	виконано
2	Умови та методика проведення досліджень	01.10.2024 – 15.12.2024	виконано
3	Результати досліджень	11.10.2025 – 10.11.2025	виконано
4	Економічна ефективність	15.11.2025 – 20.11.2025	виконано
5	Охорона праці	20.11.2025 – 27.11.2025	виконано
6	Висновки	09.10.2025 – 27.11.2025	виконано
7	Рекомендації виробництву	20.11.2025 – 27.11.2025	виконано

Здобувач

_____ Сергій ЦОНЄВ
(підпис)

Керівник
кваліфікаційної роботи

_____ Ірина СОЛОГУБ
(підпис)

ЗМІСТ

	стр.
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ З УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (Огляд літератури)	9
1.1. Біологічні, морфологічні, господарські та сортові особливості пшениці озимої	9
1.2. Вплив сортових особливостей на урожайність пшениці озимої	13
1.3. Застосування добрив у технології вирощування пшениці озимої	16
1.4. Застосування регуляторів росту у технології вирощування пшениці озимої	18
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	22
2.1. Ґрунтово-екологічна характеристика зони досліджень	22
2.2. Агрокліматична характеристика зони досліджень	24
2.3. Методика досліджень	26
2.4. Спостереження та обліки при проведенні досліджень	29
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	32
3.1. Динаміка запасів продуктивної вологи у посівах пшениці озимої залежно від варіантів живлення	32
3.2. Сумарне водоспоживання та водна продуктивність пшениці озимої залежно від форм і комбінацій добрив	34
3.2. Формування та збереженість стеблостою пшениці озимої залежно від системи живлення	36
3.3. Динаміка забур'яненості та біомаси бур'янів у посівах пшениці озимої залежно від елементів живлення	37

3.4. Динаміка площі листкової поверхні пшениці озимої за різних систем живлення	39
3.5. Формування урожайності та технологічної якості зерна пшениці озимої під впливом елементів живлення	42
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ	45
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	48
5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві	48
5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві	48
5.3. Вимоги охорони праці під час перемішування, заправки та внесення пестицидів	50
5.4. Заходи з покращення стану охорони праці в фермерському господарстві	54
ВИСНОВКИ	56
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	59

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи. Вплив елементів технології вирощування пшениці озимої на формування урожайності в умовах фермерського господарства «Агроінтер» Синельниківського району Дніпропетровської області

Об'єкт вивчення. Процес формування продуктивності пшениці озимої.

Предмет дослідження. Сорт пшениці озимої МПП Аеліта.

Методи дослідження. Польовий дослід у системі випадкових блоків із триразовою повторністю; агрометеорологічні спостереження; визначення вологозапасів і показників ґрунту за чинними ДСТУ; фенологічні та біометричні обліки; лабораторне визначення якості зерна; економічний аналіз технологій; статистична обробка результатів методом дисперсійного аналізу.

Наукова новизна. Вперше в умовах фермерського господарства «Агроінтер» північного Степу України для сорту МПП Аеліта встановлено кількісні параметри впливу поєднання азотного живлення з мікроелементами та біостимуляцією на водну продуктивність посіву, збереженість стеблостою, формування листкового апарату та якісні показники зерна; виявлено синергічний ефект потрійної схеми живлення щодо зниження коефіцієнта водоспоживання та собівартості продукції за одночасного зростання рентабельності.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і рекомендацій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 65 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 9 таблиць, 1 рисунок. Список використаних джерел складається з 57 найменувань.

Ключові слова: ПШЕНИЦЯ ОЗИМА, ЗЕРНО, ДОБРИВА, УРОЖАЙНІСТЬ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ВСТУП

Актуальність теми. У північному Степу України водний дефіцит, різко континентальний перебіг погоди та зростання цінової волатильності на ринку зерна роблять питання керованого живлення озимої пшениці ключовим для стабілізації валу та підвищення якості продукції. За цих умов ефективність технології визначається не лише рівнем азотного фону, а й поєднанням макро- і мікроелементів із біостимуляцією, що впливають на водну продуктивність, формування стеблостою, архітектоніку посіву та білково-клейковинний комплекс. Для виробничих господарств регіону, зокрема ФГ «Агроінтер» Синельниківського району Дніпропетровської області, науково обґрунтований добір і комбінування елементів живлення є передумовою зниження собівартості, підвищення рентабельності та адаптації до кліматичних ризиків.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконано в руслі пріоритетів Мінагрополітики та НААН щодо підвищення стійкості зерновиробництва в умовах змін клімату та раціонального використання ресурсів. Робота узгоджується з освітньо-науковими програмами ДДАЕУ та тематикою Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла щодо адаптивних технологій вирощування високоякісної продовольчої пшениці в Степу.

Мета досліджень. Науково обґрунтувати та експериментально оцінити вплив окремих форм добрив і їх поєднань на водокористування, формування стеблостою, елементи структури врожаю, якість зерна та економічну ефективність озимої пшениці сорту МІП Аеліта у виробничих умовах ФГ «Агроінтер».

Для досягнення мети досліджень поставлено такі **завдання**:

- оцінити ґрунтово-екологічні та агрокліматичні умови зони досліджень як базу для інтерпретації результатів;

- визначити вплив добрив та їх комбінацій на запаси продуктивної вологи, сумарне водоспоживання та коефіцієнт водоспоживання посіву;
- дослідити формування та збереженість стеблостою, динаміку площі листової поверхні та забур'яненість;
- кількісно оцінити елементи структури врожаю, врожайність і показники якості зерна;
- розрахувати економічні показники технологій – валову вартість продукції, собівартість 1 т, умовно чистий прибуток і рівень рентабельності;
- виконати статистичний аналіз для встановлення достовірності відмін та зв'язків між показниками;
- сформулювати практичні рекомендації щодо оптимізації живлення сорту МПП Аеліта в умовах Степу.

Об'єкт вивчення. Процес формування агроценозу пшениці озимої.

Предмет дослідження. Реакція сорту МПП Аеліта на форми та комбінації мінеральних добрив і спеціальних препаратів у показниках водокористування, структури врожаю, якості зерна та економічної ефективності.

Методи дослідження. Польовий дослід у системі випадкових блоків із триразовою повторністю; агрометеорологічні спостереження; визначення вологозапасів і показників ґрунту за чинними ДСТУ; фенологічні та біометричні обліки; лабораторне визначення якості зерна; економічний аналіз технологій; статистична обробка результатів методом дисперсійного аналізу, кореляційного та регресійного моделювання з контролем рівня значущості $p \leq 0,05$.

Наукова новизна. Вперше в умовах фермерського господарства «Агроінтер» північного Степу України для сорту МПП Аеліта встановлено кількісні параметри впливу поєднання азотного живлення з мікроелементами та біостимуляцією на водну продуктивність посіву, збереженість стеблостою, формування листового апарату та якісні показники зерна; виявлено синергічний ефект потрійної схеми живлення щодо зниження коефіцієнта

водоспоживання та собівартості продукції за одночасного зростання рентабельності.

Теоретична та практична значимість. Уточнено уявлення про механізми, через які комбіноване живлення керує балансом «грунт – рослина – атмосфера» та структурою врожаю в умовах водного дефіциту. Запропоновано практичні параметри застосування добрив і спеціальних препаратів для підвищення водної продуктивності, стабілізації якості зерна та зниження собівартості 1 т у виробничих умовах Степу. Результати можуть бути імplementовані в технологічні карти ФГ «Агроінтер» і рекомендовані господарствам із подібними ґрунтово–кліматичними умовами.

Особистий внесок. Автором обґрунтовано мету та завдання, сплановано схему досліджу, організовано й виконано польові та лабораторні роботи, зібрано й опрацьовано первинні дані, проведено статистичний і економічний аналіз, інтерпретовано результати, підготовлено текст кваліфікаційної роботи та практичні рекомендації.

Апробація результатів дипломної роботи. Основні положення та результати досліджень доповідалися на засіданнях кафедри, представлені на науково–практичному семінарі за участю фахівців ФГ «Агроінтер» та оприлюднені у вигляді тез доповідей і матеріалів внутрішнього виробничого обговорення; зауваження впроваджено в остаточну редакцію рекомендацій для господарства.

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і пропозицій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 65 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 9 таблиць, 1 рисунок. Список використаних джерел складається з 57 найменувань.

РОЗДІЛ 1

БІОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ З УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (Огляд літератури)

1.1. Біологічні, морфологічні, господарські та сортові особливості пшениці озимої

Пшениця озима є базовою зерною культурою Степу України, що стабілізує валові збори зерна та продовольчу безпеку регіону. Її адаптивний потенціал зумовлений поєднанням зимостійкості, посухостійкості у весняно-літній період і здатності формувати врожай високої якості за широкого діапазону агротехнічних режимів. Для господарств північного Степу, зокрема ФГ «Агроінтер» Синельниківського району, культура є стратегічною у структурі посівних площ і технологічно сумісною з більшістю попередників за умови раціоналізації живлення та обробітку ґрунту [34, 24].

Біологічні особливості. Пшениця озима належить до довгоденної рослини зі складним яровизаційним типом розвитку. Оптимальна яровизаційна потреба забезпечується сумарною тривалістю періоду низьких позитивних температур, що характерно для осінньо-зимового сезону північного Степу. Критичні етапи адаптації – осіннє кущення та загартування, які визначають зимостійкість та весняний старт. За наявності вологи й температур 2–5 °С відбувається коренеутворення та формування вузла кущення, тоді як перехід до весняної вегетації супроводжується інтенсивним лінійним ростом і диференціацією генеративних органів. Посухостійкість зумовлена як морфофізіологічними механізмами економного водокористування, так і здатністю рослин регулювати транспірацію через кут і щільність листків, восковий наліт та глибину коренепроникнення. Чутливість до дефіциту азоту в ранньовесняний період є однією з головних причин зниження потенціалу продуктивності за нерегулярного підживлення, що

обґрунтовує доцільність диференційованих азотних внесень у фазах кущення й виходу в трубку [48, 23].

Стійкість до абіотичних стресів тісно пов'язана з генетично детермінованою зимостійкістю та жаростійкістю. У роки з м'якою зимою та ранньою весною спостерігається скорочення яровизаційного періоду й ризик формування меншої кількості продуктивних стебел, у посушливі роки лімітуючим фактором стає водозабезпечення на етапі наливу зерна. Зміни клімату у Степу актуалізують підбір сортів із підвищеною пластичністю та оптимізацію строків сівби, щоб уникнути переростання восени та забезпечити повноцінне укорінення до зими [1, 14].

Живлення культури характеризується високою вибагливістю до азоту, фосфору та калію на різних етапах органогенезу. Фосфор найбільш ефективний під час осіннього укорінення та на початку весняної вегетації, калій підсилює посухо- і жаростійкість та знижує вилягання, азот визначає рівень білка й клейковини зерна. Баланс елементів живлення формує не лише врожайність, а й технологічні показники якості, що особливо важливо для продовольчих класів пшениці в регіоні [11, 32].

Морфологічні особливості. Коренева система мичкувата, з високою часткою вторинних коренів, які формуються з вузла кущення. За сприятливих умов основна маса коренів зосереджена у шарі 0–40 см, однак окремі корені проникають глибше, що підвищує толерантність до ґрунтової посухи. Стебло порожнисте, висотою переважно 70–110 см залежно від сорту і забезпечення елементами живлення. Листки лінійні, із вираженим восковим нальотом, розташовані під кутом, що оптимізує фотосинтетичне освітлення посіву. Суцвіття – колос різної щільності, остистий або безостий, із 2-3 квітками на колоскову луску, формує зернівку борошнистого або склоподібного типу з масою 1000 зерен у межах 35–55 г залежно від сорту та умов. Ключові морфометричні індекси продуктивності – кількість продуктивних стебел на м², число зернин у колосі й маса 1000 зерен – найбільш чутливі до режиму вологи та азотного живлення у фазах ВВСН 29–59 [37, 32].

Господарські особливості. Пшениця озима має широке цільове призначення – від продовольчого зерна класів 2–4 до фуражного використання. Економічна ефективність у Степу значною мірою визначається поєднанням правильного попередника, оптимізованого обробітку ґрунту та гнучкого графіка азотного підживлення. За парових і зайнято-парових попередників формуються найвищі показники врожайності та якості завдяки кращому водозабезпеченню й фітосанітарному стану посівів. Вирощування після стерньових попередників і соняшнику допускається за умови посиленого живлення, якісного знищення падалиці та контролю хвороб, що є типовою виробничою ситуацією для Синельниківського району [24, 36].

Якість зерна тісно корелює з режимом азоту та погодними умовами періоду наливу. Формування вмісту білка і клейковини потребує своєчасних підживлень, зокрема пізніх азотних внесень у фазі прапорцевого листка – початку колосіння з урахуванням прогнозу опадів і температур. За своєю технологічною спрямованістю посіви можуть бути орієнтовані на продовольчу групу з підвищеною якістю клейковини або на фураж із акцентом на стабільність валового збору. Правильне позиціювання в сівозміні підвищує рентабельність за рахунок зменшення витрат на захист і вологозабезпечення [35, 16].

Сортові особливості. Сучасні сорти пшениці озимої для північного Степу характеризуються скоростиглістю від середньо-ранньої до середньої, підвищеною зернопридатністю та різним рівнем зимостійкості й толерантності до високих температур у період наливу. Для виробничих умов ФГ «Агроінтер» доцільно відбирати сорти інтенсивного або універсального типу, які поєднують: високу потенційну продуктивність, стійкість до вилягання, відносну жаро- і посухостійкість, толерантність до бурої іржі, септоріозу та фузаріозу колоса. Вибір конкретного сорту слід базувати на результатах державного сортовипробування та локальних демоділянок, віддаючи перевагу формам зі стабільною масою 1000 зерен і високою натурною масою у посушливі роки [27, 34].

За типом використання виділяють сорти інтенсивного типу – максимально реагують на підвищений агрофон і ущільнені посіви, та сорти пластичного, «економного» типу – толерантні до стресів, які зберігають прийнятну врожайність за мінливих умов. За остистістю й висотою сортування важливе для управління ризиком вилягання та втрат на під час збирання. Окремі сорти мають підвищену якість клейковини, що дозволяє формувати продовольчі класи за помірних витрат на азот, інші – орієнтовані на стабільний вал, коли пріоритетом є кущення і виповненість колоса. В умовах кліматичних зрушень доцільно мати у виробничому портфелі 2–3 сорти різної групи стиглості й екотипу, що знижує погодні ризики та вирівнює якісні показники партій зерна [32, 30].

Технологічні акценти для умов господарства. У системі основного обробітку можливі комбінації оранки, чизелювання та безполицевих прийомів залежно від попередника і стану поля. У післясоняшникових ланках доцільно посилити розпушення ущільнених горизонтів і механічне знищення падалиці, після зернових – акцент на збереження вологи через мілкий обробіток і швидке закриття вологи. Строки сівби коригуються під фактичний перебіг осені: завдання – сформувати 3–4 пагони на рослину, закласти вузол кущення на глибині 2–3 см і забезпечити достатнє укорінення до стійких морозів. Норми висіву варіюють залежно від сорту, групи стиглості, запланованого фону живлення та строку сівби. Система удобрення має включати фосфор і калій під основний обробіток чи перед сівбою та розщеплений азот навесні, з можливим коригуванням за результатами візуальної діагностики й NDVI-моніторингу. Для збереження якості зерна у фазі прапорцевого листка доцільні позакореневі підживлення мікроелементами й регуляція густоти посіву, щоб уникнути вилягання без втрати продуктивності [24, 31].

Фітосанітарні аспекти. У зоні північного Степу типовими є септоріоз листя і колоса, бура іржа, борошниста роса, фузаріоз колоса. Інтегрований підхід передбачає чергування попередників, збалансоване внесення азоту, використання протруєного насіння та фунгіцидний захист у «вузлові» фази

при перевищенні економічних порогів шкодочинності. Контроль бур'янів базується на поєднанні агротехнічних прийомів із вибором гербіцидів відповідно до видового складу, особливо у стерньових попередників [33, 24].

Отже, продуктивність пшениці озимої у ФГ «Агроінтер» визначається узгодженістю біологічних і сортових властивостей із локальними ґрунтово-кліматичними умовами та технологічними елементами – від вибору попередника і системи обробітку ґрунту до диференційованого живлення та точного налаштування строків сівби і захисту. Такий підхід забезпечує не лише стабільність урожаю, а й прогнозовану якість зерна, що підвищує конкурентоздатність продукції господарства на ринку [34, 32].

1.2. Вплив сортових особливостей на урожайність пшениці озимої

Продуктивність і якість зерна пшениці озимої у виробничих умовах визначаються насамперед генотипом, а отже – правильним добором сорту під конкретне поєднання ґрунтово-кліматичних факторів і технології. Сорт задає потенціал урожайності, межі адаптивності до абіотичних і біотичних стресів, здатність реагувати на агрофон і формувати потрібні для ринку показники якості. У Степу, де водний і тепловий режими істотно варіюють за роками, саме сортові особливості найбільш ефективно «пом'якшують» дію нестабільної погоди та дозволяють реалізувати переваги вибраної системи обробітку, живлення і строків сівби [32, 34].

Сорт визначає структуру врожаю через інтенсивність осіннього кущення, архітектоніку посіву, продуктивність колоса та масу 1000 зерен. Інтенсивні середньорослі форми, як правило, краще реалізують себе на підвищеному агрофоні та за оптимальних строків сівби, формуючи більшу щільність продуктивного стеблостою й число зернин у колосі. Пластичні універсальні сорти, навпаки, зберігають стабільність за ширшого діапазону строків і густот, а також у роки з дефіцитом вологи, частіше підтримуючи масу 1000 зерен навіть за зменшення колосистості [37, 32]. Висота рослин та

міцність соломини є ключовими сортовими ознаками з погляду ризику вилягання, що безпосередньо впливає на збір і класність зерна.

Адаптивність до умов північного Степу включає зимостійкість, жаро- і посухостійкість, а також здатність до швидкого весняного старту. Сорти з достатньою яровизаційною потребою, вираженим осіннім загартуванням і добре розвиненою мичкуватою кореневою системою краще переживають перезимівлю та використовують ранньовесняну вологу. За тенденцій потепління і «коротких» зим важливо, щоб сорт не переростав восени, але формував 3–4 пагони й закладав вузол кущення на оптимальній глибині, що прямо пов'язано з реакцією конкретного генотипу на строк сівби та температуру ґрунту [1, 30].

Сортові відмінності у сприйнятливості до хвороб і шкідників істотно впливають на реалізацію потенціалу врожайності. Толерантність до септоріозу, бурої і жовтої іржі, борошнистої роси та фузаріозу колоса зменшує потребу в інтенсивних фунгіцидних схемах і втрати якості, особливо у роки з тривалим колосінням та періодами дощів під час наливу. Вибір сорту з генетично вищою стійкістю до ключових для регіону патогенів – найекономніший елемент інтегрованого захисту, який підсилюється сівозміною, збалансованим живленням та своєчасними обробками за порогів шкодочинності [34, 33].

Сортова реакція на азотне живлення і регулятори росту визначає як рівень урожаю, так і класність зерна. Інтенсивні форми чутливіші до розщеплених азотних підживлень у фазах кущення та виходу в трубку, що розкриває їхній потенціал колосистості, але потребує контролю ризику вилягання. Пізніші за строками підживлення (до прапорцевого листка) у придатних погодних умовах сприяють підвищенню білка й клейковини, тоді як надлишкові дози без водної підтримки можуть не реалізуватися в урожай і погіршити фітосанітарний стан. Тонке налаштування фону NPK і застосування мікродобрив та біопрепаратів корисної мікрофлори посилюють сортовий ефект і сприяють якості зерна продовольчого призначення [11, 41].

Взаємодія «сорт × строк сівби × норма висіву» є визначальною для формування конкурентного посіву. Ранньостиглі й середньоранні сорти краще використовувати у стандартні та дещо пізні строки, коригуючи норму висіву в межах 3,0–5,0 млн схожих насінин/га залежно від групи інтенсивності, щоб уникнути перерідженості або надмірної загущеності. Сорти з вищою здатністю до кущення допускають нижчу норму висіву, що покращує повітряно-світловий режим і зменшує тиск хвороб, тоді як менш кущисті форми потребують більшої стартової густоти для досягнення цільової щільності продуктивних стебел до ВВСН 31–32 [24, 31].

Технологічна сумісність сорту з системою обробітку ґрунту та залишками попередника також впливає на результат. У ланках після стерньових і соняшнику кращі позиції займають сорти з потужною стартовою енергією росту, активним кущенням і стійким стеблом. За елементів консерваційного землеробства сорти з розвиненою кореневою системою і підвищеною толерантністю до коливань температури ґрунту демонструють стабільнішу реалізацію потенціалу, а правильний добір генотипу допомагає нівелювати можливі невеликі втрати врожайності від переходу на мінімальний обробіток [53, 55].

З погляду якості зерна сорт визначає тип клейковини, склоподібність, натурну масу й тенденцію до збереження білка за стресових умов. Для продовольчого сегмента доцільно орієнтуватися на сорти з генетично вищими показниками білка та силою клейковини, що дозволяє формувати 2–3 клас за помірного азотного навантаження. Для фуражного напрямку пріоритетом є стабільний вал за рахунок колосистості й вирівняності за роками. У портфелі господарства варто підтримувати 2–3 сорти різних груп стиглості та екотипів – це знижує погодні ризики, розтягує «вікно» оптимального збирання і вирівнює якість товарних партій [32, 34].

Для умов ФГ «Агроінтер» Синельниківського району практична стратегія полягає у відборі сортів із поєднанням зимостійкості, жаро- і посухостійкості, стійкості до вилягання та основних хвороб регіону, здатних

формувати конкурентний стеблостій за строків сівби, характерних для північного Степу. Кінцеве рішення має спиратися на дані державного сортовипробування та власні демо-ділянки з аналізом реакції сорту на локальні елементи технології – норму висіву, систему обробітку, розщеплені азотні підживлення й захист. Узгодженість цих компонентів із сортовою біологією забезпечує стабільність урожайності та прогнозовану якість зерна в мінливих погодних умовах регіону [27, 34].

1.3. Застосування добрив у технології вирощування пшениці озимої

Раціональна система удобрення є ключовою ланкою технології пшениці озимої у Степу, оскільки саме живлення визначає як формування продуктивного стеблостою та архітекtonіки колоса, так і показники якості зерна. Оптимізація норм, форм і строків внесення добрив має базуватися на агрохімічній діагностиці ґрунту та цільових параметрах урожайності з урахуванням варіабельності погоди й попередника в ланці сівозміни [11, 32].

Азот є головним «кермом» урожайності та класності зерна. Ефективним для умов північного Степу є розщеплене внесення: базова частка азоту навесні у фазі відновлення вегетації для запуску кущення й відновлення листкового апарату, подальша – у вихід у трубку для формування колосистості, і, за потреби, якісне підживлення до прапорцевого листка для підвищення білка та сили клейковини. Така схема дозволяє синхронізувати доступність N з піками споживання та мінімізувати ризик вилягання і непродуктивних втрат у посушливі періоди, типові для регіону у квітні–червні [48, 23]. Вибір форми азоту повинен враховувати умови вологи й температури: амонійні та амідні форми за відсутності опадів доцільно поєднувати з інгібіторами уреазі або вносити перед прогнозованими дощами, тоді як КАС чи селітру ефективно застосовувати за достатньої ґрунтової вологи й помірних температур [31, 11].

Фосфор критично важливий у період осіннього укорінення й ранньовесняного відновлення вегетації. Локальне або припосівне внесення помірних доз забезпечує енергію росту коренів, закладання вузла кущення та

підвищує зимостійкість, а основні дози доцільно формувати за результатами аналізу ґрунту на рухомий Р за ДСТУ 4115–2002, що дозволяє уникати як дефіциту, так і надлишку, який не реалізується в урожай у посушливі роки [12, 11]. Калій посилює посухо– і жаростійкість, поліпшує водорегуляцію та механічну міцність стебла, знижуючи ризик вилягання на інтенсивному агрофоні. За низького забезпечення обмінним К доцільне його внесення під основний обробіток або восени, особливо після культур–виснажувачів калію [32, 24].

Сірка та мікроелементи виконують тонку регуляторну функцію якості. Дефіцит S обмежує синтез білка навіть за достатнього азотного фону, тому внесення 10–20 кг S/га у складі комплексних добрив або в ранньовесняні підживлення підвищує ефективність N і стабільність клейковини. Мідь, марганець і цинк підвищують стійкість до абіотичних стресів і хвороб листя, а також сприяють виповненості колоса; їх доцільно вносити у позакореневій формі у фази ВВСН 29–39 за результатами листової діагностики. Використання мікродобрив і біопрепаратів фосфатмобілізуєчих та азотфіксуєчих бактерій доповнює мінеральне живлення, підвищуючи засвоєння елементів та біологічну активність ризосфери [42, 47].

Структура доз і строків внесення має враховувати попередник і систему обробітку. Після чорного пару або сидератів частка стартового азоту може бути зменшена за умови високого вмісту мінеральних форм у ґрунті, тоді як після стерньових попередників і соняшнику необхідні підсилені дози N і P із коригуванням за реальним станом вологи й очікуваним забезпеченням опадами. У консерваційних системах важливо забезпечити локалізацію P і S у прикореневій зоні та своєчасність азотних підживлень, щоб нівелювати можливі обмеження мінералізації органічної речовини в прохолодну весну [24, 34].

Якість зерна прямо залежить від балансу NPK і моменту їх доступності. Для формування продовольчих класів слід поєднувати розщеплені азотні підживлення з мікроелементами у фазі прапорцевого листка, уникаючи

надлишкового раннього N, що провокує вилягання та підвищує чутливість до хвороб. Там, де стратегічною є стабільність валового збору, акцент варто змістити на забезпечення рівномірного живлення протягом кушення і виходу в трубку, підтримуючи оптимальну густоту продуктивного стеблостою без перевантаження посіву [35, 41].

Коригування системи удобрення має спиратися на регулярні ґрунтові та листові аналізи й ураховувати актуальні кліматичні тренди регіону. За умов потепління та більш частих весняних «вікон» без опадів ефективною є тактика менших, але частіших доз азоту, прив'язаних до фактичної вологи, із гнучким переходом на позакореневі підживлення у разі високого ризику втрат через випаровування або денітрифікацію. Вапнування кислих ділянок і підтримка вмісту органічної речовини через повернення побічної продукції або сидерати підвищують буферність і коефіцієнти використання добрив, знижуючи варіабельність віддачі за роками [26, 38].

У виробничих умовах ФГ «Агроінтер» доцільно формувати систему удобрення як адаптивну модель: базувати стартове фосфорно-калійне забезпечення на даних агрохімічного обстеження, застосовувати трьохетапне азотне підживлення з корекцією за NDVI та прогнозом опадів, включати сірку й мікроелементи у критичні фази та використовувати біологічні препарати для підсилення доступності P і стабілізації азотного режиму. Така узгодженість строків, форм і доз з біологією культури та погодою забезпечує стабільну врожайність і прогнозовану якість зерна в умовах північного Степу [32, 24].

1.4. Застосування регуляторів росту у технології вирощування пшениці озимої

Регулятори росту та біостимулятори є інструментами тонкого налаштування онтогенезу озимої пшениці, що дозволяє узгодити інтенсивність росту з наявними ресурсами вологи та живлення, оптимізувати архітектоніку стеблостою і стабілізувати якість зерна в мінливих умовах північного Степу. У сучасних технологіях їх функції поділяють на дві

взаємодоповнювальні групи: 1) антивілягачі з морфорегулюючою дією, які пригнічують гіберелінову ланку й обмежують видовження міжвузлів (хлормекват-хлорид, тринексапак-етил, етефон), формуючи нижчий центр мас, товстіші стінки соломини і коротші міжвузля; 2) біостимулятори фізіологічної дії (екстракти бурих водоростей, амінокислотні, гуматні та хелатні композиції), що підсилюють фотосинтетичну активність, антиоксидантний статус і стресостійкість без прямої «укорочувальної» дії на стебло [42, 49].

Механізм антивілягачів полягає у тимчасовому гальмуванні біосинтезу гіберелінів у період активного видовження стебла, що зменшує довжину й підвищує механічну міцність міжвузлів, збільшує діаметр соломини та частку механічних тканин. На польовому рівні це проявляється зниженням висоти рослин на 8–15%, зростанням стійкості проти вилягання та кращою реалізацією азоту в урожай за інтенсивних фонах живлення. Ефект найбільш виразний на високорослих і середньорослих генотипах, при густому стеблостой та підвищених дозах N, коли ризик вилягання максимальний [42, 34]. У практиці застосування у Степу базовим «якорем» є ВВСН 30–32 (кінець кушення – початок виходу в трубку) для хлормекват-хлориду та ВВСН 31–32 для тринексапак-етилу; за необхідності корекції на фоні надлишку азоту або очікуваних злив можливі пізніші обробки етефоном у проміжку ВВСН 37–49 з урахуванням температури та відсутності стресу посухи [32, 31]. Передозування або занадто ранні внесення у прохолодну погоду можуть тимчасово пригнітити кушення і зменшити потенційну колосистість, тому дозу й термін узгоджують із сортовою висотою, густотою стояння та фактичним азотним фоном [42, 34].

Біостимулятори на основі екстрактів *Ascophyllum nodosum*, амінокислотні та гуматні композиції виявляють опосередковану регуляторну дію через активацію ферментних систем захисту, осмопротекцію, стабілізацію хлорофілу та посилення активності кореневої системи. У Степу їх ефективність найбільша у фазах, коли збігаються високий попит на асимілянти

і ризик теплово-водного стресу: кущення – початок трубкування, прапорцевий листок – колосіння, ранній налив. За рахунок підтримки роботи прапорцевого листка такі обробки сприяють збільшенню площі листової поверхні на піку колосіння та сповільненню старіння у молочній стиглості, що підвищує масу 1000 зерен і частку клейковини. У польових дослідах північного Степу комбінації біостимуляторів з мікродобривами забезпечували достовірні прирости врожайності та покращення технологічних показників зерна, особливо у поєднанні з помірними дозами азоту [42, 43].

Системна роль регуляторів росту в технології проявляється через узгодження трьох ланок: архітектоніка стеблостою, фотосинтетичний потенціал та водна продуктивність. Антивіягачі, обмежуючи видовження, запобігають втратам від полягання під час злив і шквалів, а також зменшують «непродуктивну» транспірацію надмірно високих рослин, що важливо за дефіциту ґрунтової вологи. Біостимулятори, у свою чергу, підвищують ефективність використання води на одиницю приросту зерна, що проявляється зменшенням коефіцієнта водоспоживання та кращою конверсією азоту в білок і клейковину без «перегону» у вегетативну масу [50, 43].

Алгоритм прийняття рішень для умов північного Степу базується на поєднанні сортових особливостей і фактичного агрофону. Для низькорослих і стійких до вилягання сортів доцільні переважно біостимуляційні схеми з фокусом на фази ВВСН 29–31 та 37–39, тоді як для середньо- і високорослих на інтенсивних азотних фонах виправдане включення антивіягачів у ВВСН 30–32 з можливою корекцією дози за густотою та прогнозом опадів. За посушливих весен дози антивіягачів зменшують або переносять у пізніші вікна, аби не пригнітити кущення; натомість підсилюють біостимуляцію й мікроелементи з акцентом на Mn, Zn, Cu, що підтримує фотосинтез і ферментативні системи під час теплового стресу [32, 34].

Ефекти регуляторів росту проявляються не лише у «геометрії» рослин, а й у структурі врожаю. Оптимізація строків і доз призводить до невеликого, але стабільного зростання числа зерен у колосі за рахунок кращого збереження

продуктивних пагонів та підвищення маси 1000 зерен завдяки довшій роботі прапорцевого листка. На фоні збалансованого NPK це конвертується у приріст врожаю на 0,2–0,8 т/га та підвищення клейковини на 0,8–2,0 в.п. з одночасним зниженням ризику полягання й втрат на збиранні [42, 49].

Важливим є дотримання регламентів безпеки та якості виконання робіт. Обробки проводять у відсутність заморозків, при помірних температурах і безпосередньо не перед зливами чи тривалою посухою; сумісність з гербіцидами та фунгіцидами перевіряють на етикетках виробників, а у разі бакових сумішей – у польових умовах на малих ділянках. Порушення регламентів може нівелювати ефект або викликати тимчасове пригнічення посіву, що особливо ризиковано на тонких стеблостоях і за низької вологи [31, 32].

Узагальнюючи, регулятори росту доцільно розглядати як елемент «точного» землеробства, який з'єднує генетичний потенціал сорту, агрофон живлення та погодну траєкторію сезону. У технології для МІП Аеліта їх оптимальне використання полягає у комбінації помірної морфорегуляції в період інтенсивного видовження з біостимуляцією у фази максимального попиту на асимілянти, що забезпечує підвищення водної продуктивності, стабілізацію якості зерна та зниження ризиків полягання у виробничих умовах Степу [42, 43].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-екологічна характеристика зони досліджень

Дослідження виконуються у північному Степу України, в межах Синельниківського району Дніпропетровської області. Територія розташована на південний схід від м. Дніпро, належить до Придніпровської височини з вирівняним лесовим плато та слабдорозчленованим рельєфом. Абсолютні відмітки переважно 120–180 м, з незначними зниженнями у бік балок і малих водотоків. Клімат помірно континентальний, з м'якою малосніжною зимою та спекотним сухим літом. За багаторічними узагальненнями середньорічна температура становить близько 9.0–10.2 °С, сума активних температур вище 10 °С сягає 3300–3600 °С, тривалість безморозного періоду 170–200 діб, а тривалість вегетаційного періоду культур із температурним порогом 5 °С становить у середньому 220–240 діб. Річна сума опадів 420–520 мм, з яких 60–70% припадає на теплий період року, проте розподіл упродовж сезону нерівномірний. Селяниновий гідротермічний коефіцієнт за вегетацію зазвичай 0.6–0.9, у вологі роки 1.0–1.2, у посушливі 0.4–0.6, що зумовлює часті весняно-літні ґрунтові та атмосферні посухи й потребує адаптивної технології вирощування культур [1, 32].

Ґрунтовий покрив представлений переважно чорноземами звичайними на лесах і лесовидних суглинках, місцями трапляються чорноземи звичайні карбонатні та їх слабосолонцюваті різновиди, у пониженнях рельєфу можливі включення лучно-чорноземних ґрунтів. Морфологічно чорноземи мають добре виражений гумусовий горизонт А і А_р потужністю 25–35 см із грудкувато-зернистою структурою, перехідний АВ 10–20 см, нижче горизонти В-Вк з карбонатними конкреціями та білуватими нальотами СаСО₃, зазвичай з глибиною оглеєння відсутньою або слабовираженою. Колір орного шару від темно-сірого до темно-бурого, щільність складення у ріллі помірна,

водопроникність добра. Генетично це автоморфні степові ґрунти, сформовані під багаторічними злаково-різнотравними ценозами за умов періодичного дефіциту вологи, інтенсивної гуміфікації рослинних решток і часткової міграції карбонатів у профілі [5, 20].

Уміст гумусу в орному шарі чорноземів звичайних зазвичай становить 2.8–3.8%, локально на менш трансформованих ділянках до 4.0–4.5%. Реакція ґрунтового розчину нейтральна або близька до нейтральної: рН водної витяжки 6.6–7.4, з підвищенням карбонатності у горизонтах нижче 40–70 см. Забезпеченість рухомими формами елементів живлення коливається від середньої до підвищеної за фосфором і калієм та від низької до середньої за мінеральним азотом ранньою весною. За модифікованим методом Чирикова за ДСТУ 4115–2002 рухомий фосфор у ріллі зазвичай 100–180 мг/кг, обмінний калій 90–150 мг/кг; фон мінерального азоту навесні у шарі 0–60 см часто 40–80 кг/га в перерахунку на N, що потребує розщеплених азотних підживлень з урахуванням вологозабезпечення. Механічний склад орного шару переважно середньо- та важкосуглинковий, що забезпечує високу ємкість поглинання та вологомісткість, але під дією колісної техніки схильний до ущільнення у підорному шарі [12, 11].

Родючість чорноземів звичайних у зоні досліджень висока завдяки значному вмісту гумусу, ємності поглинання та сприятливій структурі. Потенціал урожайності зернових культур реалізується за умови керованого водного режиму, збалансованого живлення та підтримання структури орного шару. Екологічні обмеження визначаються переважно кліматичним чинником вологи, ризиком літніх посух і суховіїв, а також техногенним ущільненням на глибині 18–28 см унаслідок повторюваних проходів важкої техніки. На відкритих плато можливі прояви вітрової ерозії за тривалого дефіциту опадів і відсутності мульчі, у балкових системах локально проявляється водна ерозія за зливових опадів. У пониженнях рельєфу можуть траплятися солонцюваті та засолені плями, що потребують меліоративних і агрохімічних корекцій. Загалом ґрунти території придатні для вирощування більшості польових

культур Степу, зокрема озимої пшениці, ячменю, кукурудзи та соняшнику; для продовольчої пшениці найвищі результати досягаються за парових і зайнято-парових попередників, мінімізації ущільнення, збереження стернгової мульчі та гнучкого азотно-сіркового живлення з урахуванням погодного ризику сезону [26, 38].

Північностепова локація з сумою активних температур 3300–3600 °С, річними опадами 420–520 мм і ГТК 0.6–0.9 визначає водний дефіцит як головний лімітуючий фактор продуктивності. Поєднання високого природного потенціалу чорноземів із адаптивною технологією обробітку, сівозміни та удобрення дозволяє стабільно реалізовувати врожайність озимої пшениці товарної якості в умовах «Агроінтер» за одночасного зниження ґрунтозахисних ризиків [34, 33].

2.2. Агрокліматична характеристика зони досліджень

Дослідна територія розміщена у межах Синельниківського району Дніпропетровської області, на лесових плато Придніпровської височини північного Степу України. Клімат помірно континентальний із м'якою малосніжною зимою та спекотним сухим літом; характерні різкі короточасні коливання погоди, весняно-літні посухи і суховії. Сума активних температур вище 10 °С зазвичай 3300–3600 °С, безморозний період триває 170–200 діб, а агро вегетаційний період із порогом 5 °С – у середньому 220–240 діб [32, 1].

Середньорічна температура повітря становить близько 9.0–10.5 °С. Середньомісячні температури коливаються від –3...–1 °С у січні до 21–24 °С у липні. Абсолютні мінімуми взимку можуть знижуватися до –25...–30 °С, абсолютні максимуми влітку досягають 38–41 °С. У період активної вегетації сільськогосподарських культур (квітень–серпень) часті хвилі тепла з денними температурами 30–35 °С, що у поєднанні з вітром і низькою відносною вологістю посилює дефіцит води та пришвидшує старіння листкового апарату [32, 33].

Середньорічна кількість опадів становить орієнтовно 420–520 мм, із яких 60–70% припадає на теплий період. Розподіл неоднорідний – у травні–липні можливі як затяжні бездощові інтервали, так і короткі, але зливові опади. Гідротермічний коефіцієнт Селянинова ($ГТК = \Sigma P / 0,1 \Sigma t > 10$) у вегетаційний період здебільшого 0,6–0,9, у сухі роки знижується до 0,4–0,6, у вологі піднімається до 1,0–1,2. Критичні фази озимої пшениці щодо вологи – кушення навесні, вихід у трубку та колосіння-налив; дефіцит опадів у ці періоди найбільш відчутно знижує продуктивність і якість зерна [32, 34].

Переважають західні та північно-західні вітри взимку і східні–південно-східні у теплий період; середньорічна швидкість зазвичай 3–5 м/с із періодичними посиленнями до штормових значень. Вітри підвищують випаровування, сприяють формуванню суховіїв і збільшують ризик дефляції на відкритих ділянках без рослинних решток. Дослідна ділянка на вирівняному плато відчуває більший вітровий тиск; лісосмуги і збережена стерньова мульча помітно знижують швидкість приземного вітру та втрати вологи ґрунтом, водночас балкові пониження створюють локальні «холодні пастки» й підвищують імовірність приземних заморозків навесні та восени [33, 24].

Забезпеченість теплом у зоні висока – сума активних температур дозволяє вирощувати озиму пшеницю, ячмінь, кукурудзу, соняшник і низку просапних культур. Лімітуючим чинником є волога: тривалі бездощові періоди у травні–липні на тлі високих температур і вітру зумовлюють зниження ГТК і прискорене виснаження ґрунтових запасів. Клімат загалом відповідає біологічним вимогам озимої пшениці за умови адаптивної технології – оптимізованих строків сівби, збереження вологи, розщепленого азотно-сіркового живлення та використання пластичних, жаро- і посухостійких сортів. Основні ризики для вирощування – осінні й весняні приземні заморозки, зимові відлиги з подальшими різкими похолоданнями, пилові бурі, суховії, локальні зливи з ризиком водної ерозії, а також спекотні періоди під час наливу зерна [34, 32].

2.3. Методика досліджень

Мета полягала у визначенні реакції сорту пшениці озимої МПП Аеліта на окремі види мінеральних і спеціальних добрив та їх поєднання в умовах фермерського господарства «Агроінтер» з оцінкою впливу на врожайність і показники якості зерна. Для досягнення мети послідовно вирішували завдання: обґрунтувати режим і схему внесення добрив для цільового рівня 5,0 т/га; встановити вплив варіантів живлення на формування елементів структури врожаю й урожайність; оцінити якісні показники зерна та їх залежність від живлення; виконати агрохімічний моніторинг ґрунту на фоні досліду; здійснити статистичну перевірку відмін між варіантами [31, 11].

Дослід закладено у фермерському господарстві «Агроінтер» Синельниківського району Дніпропетровської області у виробничих умовах північного Степу України. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний на лесовидному суглинку, орний шар структурно-грудкуватий, вирівняний рельєф, сівозміна товарного типу. Дослід проводили за загальноприйнятої для зони технології з адаптацією строків агроприймів до фактичних погодних умов. Схема досліду – однофакторна, випадкові блоки з триразовою повторністю, розміщення ділянок рендомізоване з технологічними доріжками. Загальна площа елементарної ділянки 108 м², облікова 90 м². Норма висіву 5,0 млн схожих насінин/га; попередник у році закладання – соняшник (у межах виробничої сівозміни господарства). Сівбу виконували сівалкою Amazone D-4000, передпосівну культивуацію – культиватором-глибокорозпушувачем COS, боронування й луцення – дисковою бороною БДП-6000. Захист посівів: у ВВСН 30–32 вносили гербіцид Статус Гранд 35 г/га проти однорічних і багаторічних дводольних та фунгіцид Новус 0,7 л/га; інші заходи відповідали регламентам зони вирощування [19, 29].

Схема факторів:

Фактор А – добрива та стимулятори росту (8 варіантів): 1) контроль; 2) Stimax; 3) Nutrivant; 4) карбамід; 5) Stimax + Nutrivant; 6) Stimax + карбамід; 7) Nutrivant + карбамід; 8) Stimax + Nutrivant + карбамід. Базове мінеральне

живлення розраховували на одержання 5,0 т/га зерна за розрахунково-балансовим підходом з урахуванням агрохімічного стану ґрунту й місцевих коефіцієнтів виносу та використання елементів живлення [14, 36]. Діамофоску та карбамід вносили під передпосівну культивуацію, частину діамофоски – припосівно; навесні після відновлення вегетації проводили підживлення аміачною селітрою 100 кг/га у фізичній масі. Розрахунок кількості добрив на ділянку виконували за формулою: $x = b \cdot v \cdot 100 \cdot a$ де x – кількість добрива, кг на ділянку; b – доза елемента, кг д.р./га; v – площа ділянки, м²; a – вміст елемента в добриві, % [25].

Технологічні операції: ранньовесняне боронування для закриття вологи; передпосівна культивуація; сівба; догляд за посівами; підживлення; збирання прямим комбайнуванням самохідним комбайном «Сампо-500» з облікових площ, подальше зважування та перерахунок урожаю до 14% вологості і 100% чистоти.



Рис.1. Сорт пшениці озимої МіП Аеліта

Об'єкт – посіви пшениці озимої сорту МПП Аеліта. Предмет – зміна врожайності та якості зерна під впливом видів і поєднань добрив. Сорт МПП Аеліта створено у Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла НААН; середньостиглий, тривалість вегетації 284–316 днів, дозріває орієнтовно на 5 днів раніше сорту Подолянка, зимостійкий, висота рослин 58–93 см, з високою продуктивною кущистістю, стійкістю до вилягання і твердої сажки, добре відповідає на основне внесення та підживлення. Маса 1000 зерен 38–46 г; типова врожайність 5,7–8,7 т/га, за сприятливих умов досягнута 9,974 т/га (Київська обл., 2023 р.). Сорт рекомендований для Степу, Лісостепу та Полісся, характеризується високою пластичністю до агрофону. У досліді застосовували: Stimax – біостимулятор на основі екстракту *Ascophyllum nodosum* з комплексом макро- та мікроелементів (норми 0,35 кг/га); Nutrivant – гранульоване мікрокапсульоване комплексне добриво з хелатами мікроелементів (2,0 кг/га); карбамід – тверде азотне добриво з умістом азоту 46% (10 кг/га у схемних поєднаннях).

Урожайність обліковували суцільним збиранням з облікової площі ділянки, зважуванням і перерахунком до 14% вологості та 100% чистоти за стандартними коефіцієнтами; за потреби вміст домішок та вологість уточнювали лабораторно. Елементи структури врожаю визначали у фазах ВВСН 29–31, 59 і на повній стиглості: густота стояння, коефіцієнт продуктивної кущистості, довжина й щільність колоса, число зерен з колоса, маса 1000 зерен. Вологозапаси ґрунту визначали ваговим методом за шарами 0–20, 20–40, 40–60 см у реперні фази; щільність будови – циліндрами Копейкіна; польову вологомісткість і найменшу вологоємність – за стандартними методиками. Агрохімічні показники: гумус у орному шарі – за Тюріним у модифікації Нікітіна; рН водної витяжки; нітратний азот – колориметрично; рухомі сполуки фосфору і калію – за модифікованим методом Чирикова відповідно до ДСТУ 4115–2002; механічний склад – піпетковим методом Качинського [11, 12]. Якісні показники зерна (білок,

клеюковина, натура, склоподібність) визначали за чинними стандартами у сертифікованій лабораторії.

Первинні дані перевіряли на наявність викидів і нормальність розподілу. Вплив факторів оцінювали дисперсійним аналізом однофакторної моделі із блоковою структурою. Середні порівнювали за критерієм HP_{05} (LSD_{05}) Фішера; додатково проводили кореляційний і регресійний аналізи зв'язків «живлення – елементи структури – урожайність – якість». Розрахунки виконували у STATISTICA 12 і MS Excel 365 з контролем рівня значущості $p \leq 0,05$ [31, 27].

Примітка щодо безпеки і якості виконання робіт. Усі польові операції, внесення добрив і засобів захисту здійснювали в агротехнічні строки з дотриманням вимог охорони праці та регламентів застосування препаратів; машини та агрегати – ті самі, що використовуються у виробничих посівах господарства, що забезпечує репрезентативність і відтворюваність результатів [19].

2.4. Спостереження та обліки при проведенні досліджень

Фіксували календарні дати та тривалість основних фаз розвитку озимої пшениці: поява сходів, початок і повне кущення, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, молочна – воскова – повна стиглість. Облік проводили за методикою Державного сорто випробування сільськогосподарських культур із щоденним візуальним контролем у «реперних» точках кожної ділянки та підтвердженням середніх дат на рівні не менше 10 % і 50 % рослин у фазі [26, 38]. Для кожної фази визначали тривалість, відлічуючи інтервали між суміжними етапами, що надалі використовували у взаємозв'язках «погода – фаза – врожай».

У фазах кущення, виходу у трубку, колосіння та воскової стиглості виконували біометрію за методикою Державного сорто випробування: висота рослин (см), кількість стебел у кущі та коефіцієнт продуктивної кущистості, довжина колоса (см) і маса колоса (г), кількість і маса зерен у колосі. Густання перед збиранням визначали рамковим методом на фіксованій площі з

не менше ніж чотирма повторними відборами на ділянку. Площу листової поверхні розраховували на 40 рослинах у вказаних фазах за формулою:

$$S=0,67 \times A \times B,$$

де

А – ширина листка біля основи, см;

Б – довжина листка, см.

Паралельно з біометрією проводили ґрунтові визначення для інтерпретації ростових реакцій. Агрегатний склад орного шару оцінювали на пробі 1,0–2,0 кг методом ситового аналізу (10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм) з обчисленням відсотка фракцій, водостійких агрегатів і структурності (ДСТУ 12536–2014). Вологість ґрунту, % до абсолютно сухої маси, визначали термоваговим методом висушуванням до сталої маси за 105 °С (до 7 год) відповідно до ДСТУ 28268–2016. Поживний режим: амонійний азот – реактивом Несслера (ДСТУ 26489–85); нітратний азот – потенціометрично, із вимірюванням NO₃⁻-іона (ДСТУ 5725-6–2002); рухомі сполуки фосфору та обмінного калію – за методом Чирикова, екстракція оцтовою кислотою (ДСТУ 26204–2002).

Урожайність визначали суцільним збиранням облікової площі ділянки прямим комбайнуванням, із подальшим зважуванням зерна у мішках на десяткових вагах. Результати перераховували до 14 % вологості та 100 % чистоти і виражали у т/га. Структуру врожаю оцінювали на 60 типових рослинах: кількість колосків у колосі, число зерен у колосі, маса 1000 зерен, кількість загальних та продуктивних пагонів – за методикою Державного сортовипробування с.-г. культур. Додатково визначали вихід зерна з надземної маси та натуру зерна як показники технологічної якості.

Оперативні визначення вологості, вмісту білка, сирогої клейковини та натури зерна виконували на інфрачервоному аналізаторі «ІнфраЛЮМ ФТ-10» із програмним забезпеченням «СпектраЛЮМ/Про» відповідно до чинних стандартів (ДСТУ 10846–2002 та супутні методики). Для верифікації результатів частину проб аналізували референсними методами лабораторії:

білок – за К'ельдалем, клейковину – ручним виділенням із оцінкою ІДК, натуру – у стандартному літровому мірнику; зразки приводили до єдиних умов вологості.

Щодоби реєстрували середню, мінімальну та максимальну температуру повітря, відносну вологість, суму опадів і швидкість вітру за даними найближчої метеостанції та агрометеопоста господарства. За вегетацію обчислювали суму активних температур ($>10\text{ }^{\circ}\text{C}$), гідротермічний коефіцієнт Селянинова та відхилення від багаторічних норм. Вплив погодних факторів на хід фенології, біометрію і врожайність аналізували через порівняння фазових «вікон» із наявністю вологи та тепла і через кореляційні зв'язки між погодними індикаторами і показниками рослин.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Динаміка запасів продуктивної вологи у посівах пшениці озимої залежно від варіантів живлення

Вивчення запасів продуктивної вологи є визначальним для оцінки водного балансу агроценозу озимої пшениці у Степу, оскільки саме поєднання весняного поповнення вологи й подальшого її споживання в період колосіння–наливу зумовлює реалізацію потенціалу урожайності та ефективність добрив у водообмежених умовах; тому аналіз часової динаміки в шарі 0–100 см дає змогу відокремити ефект вирівнювання вихідних умов від реакції посіву на підсилений агрофон.

Перед сівбою поле було гомогенним за вологозабезпеченням: 69–72 мм у всіх варіантах проти 71 мм на контролі, причому за $HP_{05}=2$ мм відмінності здебільшого неістотні, а значення 69 мм у варіантах зі Стімаксом, Стімакс+Нутривант, Нутривант+Карбамід та Стімакс+Нутривант+Карбамід знаходяться лише на межі істотності відносно контролю; максимальне передпосівне значення 72 мм зафіксовано у варіанті Стімакс+Карбамід, що менше за поріг для достовірної різниці.

На фазу колосіння спостерігалось очікуване весняне поповнення профілю: контроль зріс до 137 мм, тоді як варіанти з підживленнями мали системно нижчі запаси, що свідчить про активніше споживання вологи інтенсивнішим посівом; зокрема різниця відносно контролю становила 3 мм для Стімаксу (134 мм, неістотно за $HP_{05}=4$ мм), 4 мм для Нутриванту (133 мм, на межі істотності), 6–8 мм для Карбаміду й комбінації Стімакс+Нутривант (131–129 мм, істотно), 10–13 мм для пар з Карбамідом та потрійної комбінації (127–124 мм, істотно), що відповідає зниженню на 2,2–9,5% від рівня контролю; таким чином формується чіткий градієнт зменшення весняних запасів у ряду контроль – Стімакс – Нутривант – Карбамід –

Стімакс+Нутривант – Стімакс+Карбамід – Нутривант+Карбамід – Стімакс+Нутривант+Карбамід, який відображає наростання транспіраційного попиту за посиленого живлення й біостимуляції (табл. 2).

Таблиця 2

Запаси продуктивної вологи в ґрунті в 0-100 см шарі в посівах пшениці озимої, мм

Варіанти	Перед сівбою	Колосіння	Збиранням
Контроль	71	137	58
Stimax	69	134	55
Nutrivant	71	133	53
Карбамід	70	131	51
Stimax + Nutrivant	69	129	49
Stimax + Карбамід	72	127	49
Nutrivant + Карбамід	69	126	48
Stimax + Nutrivant + Карбамід	69	124	47
НІР ₀₅ , мм	2	4	3

До збирання загальна картина зберігається: контроль має 58 мм, а всі варіанти живлення – нижчі залишки 55–47 мм із градацією, тотожною фазі колосіння; зниження порівняно з контролем сягає 3 мм для Стімаксу (на межі істотності за НІР₀₅=3 мм) та 5–11 мм для решти комбінацій, що є достовірним і відповідає відносному дефіциту 5,2–19,0%; мінімальні передзбиральні запаси зафіксовані у потрійної комбінації Стімакс+Нутривант+Карбамід (47 мм), що на 11 мм менше за контроль. Водночас абсолютне споживання вологи від колосіння до збирання було близьким у всіх варіантах (77–80 мм), тобто головна відмінність сформувалася вже до моменту колосіння через інтенсивніше ранньовесняне використання води посівами на підсиленому агрофоні, що опосередковано узгоджується з очікуваним зростанням листової поверхні й транспірації. Сумарна зміна за період спостережень також підтверджує цей тренд: від різниці 13–14 мм на контролі та Стімаксі до 21–23 мм у варіантах із Карбамідом у поєднаннях, причому найвища сумарна втрата запасів припадає на Стімакс+Карбамід (23 мм) і потрійний варіант (22 мм). Узагальнюючи, вихідні умови вологості були вирівняні, а внесення азоту та його поєднання з біостимуляторами й мікродобривами істотно прискорили

залучення ґрунтової вологи вже до колосіння і зумовили нижчі залишкові запаси до збирання; з позицій водокористування це свідчить про активніший потік «ґрунт – рослина – атмосфера» на підсилених агрофонах, що потенційно сприятиме формуванню врожаю у вологі роки та вимагатиме обережнішого дозування азоту й фазового підживлення у посушливі сезони для уникнення надмірної деплеції профілю під час критичних фаз наливу.

3.2. Сумарне водоспоживання та водна продуктивність пшениці озимої залежно від форм і комбінацій добрив

Оцінка сумарного водоспоживання та коефіцієнта водоспоживання є ключем до розуміння того, як живлення керує обміном «ґрунт – рослина – атмосфера» і чи перетворюється залучена волога на товарне зерно з максимальною віддачею, що особливо важливо для північностепових умов із частими весняно-літніми посухами; саме тому порівняння варіантів за м³/га та м³/т дозволяє відрізнити просте «спалювання» води від підвищення водної продуктивності посіву.

За сумарним водоспоживанням поле демонструвало відносно вузьку варіацію 2146–2215 м³/га: відносно контролю 2156 м³/га незначне зниження спостерігали для Stimax (2146 м³/га, -0,46 %, різниця істотна за НІР₀₅=6 м³/га), відсутність змін – для Nutrivant і комбінації Stimax+Nutrivant (обидва 2156 м³/га), тоді як азотні варіанти підвищували витрати води – Карбамід до 2176 м³/га (+0,93 %), Nutrivant+Карбамід і потрійна комбінація до 2185 м³/га (+1,35 %), максимальне значення зафіксоване для Stimax+Карбамід – 2215 м³/га (+2,74 %), усі відхилення понад НІР₀₅ статистично достовірні.

Водночас вирішальним індикатором ефективності став коефіцієнт водоспоживання, де менші значення означають вищу водну продуктивність: від 435 м³/т на контролі він послідовно знижувався до 419 м³/т на Stimax (-3,68 %), 412 м³/т на Nutrivant (-5,29 %), 410 м³/т на Карбамід (-5,75 %), 401 м³/т на Stimax+Карбамід (-7,82 %), 393 м³/т на Stimax+Nutrivant (-9,66 %), 371 м³/т на Nutrivant+Карбамід (-14,71 %) і мінімуму 360 м³/т у потрійному поєднанні

(-17,24 %); різниці щодо контролю перевищують $НІР_{05}=4 \text{ м}^3/\text{т}$ і є достовірними, тоді як, наприклад, 410 проти 412 $\text{м}^3/\text{т}$ між окремими азотними та мікродобривними варіантами не виходять за межу істотності (табл. 3).

Таблиця 3

Сумарне водоспоживання та водна продуктивність пшениці озимої залежно від форм і комбінацій добрив, мм (2025 р.)

Дослідні варіанти	Сумарне водоспоживання, $\text{м}^3/\text{га}$	Коефіцієнт водоспоживання, $\text{м}^3/\text{т}$
Контроль	2156	435
Stimax	2146	419
Nutrivant	2156	412
Карбамід	2176	410
Stimax + Nutrivant	2156	393
Stimax + Карбамід	2215	401
Nutrivant + Карбамід	2185	371
Stimax + Nutrivant + Карбамід	2185	360
$НІР_{05}$, мм	6	4

Перерахунок співвідношення «водоспоживання – коефіцієнт» підтверджує системний приріст урожайності без «цінової переплати» водою: орієнтовно з 4,96 т/га на контролі до 5,12–5,31 т/га на Stimax, Nutrivant і Карбамід, 5,49–5,52 т/га на Stimax+Nutrivant і Stimax+Карбамід, 5,89 т/га на Nutrivant+Карбамід і 6,07 т/га у потрійному варіанті; показово, що Stimax+Nutrivant за тотожного контролю сумарного водоспоживання 2156 $\text{м}^3/\text{га}$ різко знижує $\text{м}^3/\text{т}$ до 393, тобто підвищує вихід зерна з кожного кубометра води без збільшення попиту на вологу, тоді як комбінації з азотом дещо підсилюють загальне споживання, але ще швидше покращують конверсію води в урожаї, тому їхній $\text{м}^3/\text{т}$ падає сильніше.

Отже, біостимулятор та мікродобриво окремо забезпечують помірне поліпшення водної продуктивності, азот – додаткове зниження питомих витрат води за рахунок інтенсифікації формування колоса, а поєднання «мікро+N» і, особливо, потрійна схема оптимізують баланс «вода – зерно», зменшуючи коефіцієнт водоспоживання до 360–371 $\text{м}^3/\text{т}$; практично це означає підвищення водної продуктивності з 2,30 до 2,78 кг зерна на 1 м^3 води, що є

вагомою перевагою для посушливих сезонів і аргументом на користь інтегрованого живлення із гнучким дозуванням азоту залежно від фактичних запасів вологи.

3.2. Формування та збереженість стеблостою пшениці озимої залежно від системи живлення

Густота стояння визначає стартову конкурентоспроможність посіву, архітектоніку агроценозу та потенціал формування продуктивного стеблостою, тому аналіз її динаміки від сходів до збирання є ключем до розуміння, чи перетворює живлення біологічну реакцію рослин на стабільну польову повноту; у досліді початкові умови були вирівняні: кількість сходів становила 415–417 шт./м² при НІР₀₅=4 шт./м², отже різниця між варіантами неістотна, а розрахункова польова схожість 82,9–83,5% (НІР₀₅=1,3%) узгоджується з нормою висіву 5,0 млн схожих насінин/га, тобто 500 насінин/м², що підтверджує відсутність впливу післясходових підживлень і позакореневих обробок на етап первинної польової схожості; вирішальні відмінності проявилися на фінальній стадії формування стеблостою: кількість рослин до збирання на контролі становила 335 шт./м², тоді як за Stimax і Nutrivant зростала до 337 та 338 шт./м² відповідно (для Nutrivant приріст на межі істотності за НІР₀₅=3 шт./м²).

Таблиця 4

Формування та збереженість стеблостою пшениці озимої залежно від системи живлення (2025 р.)

Варіанти	Кількість сходів, шт./м ²	Польова схожість, %	Кількість рослин до збирання, шт./м ²
Контроль	415	82,9	335
Stimax	417	83,3	337
Nutrivant	417	83,5	338
Карбамід	415	82,9	335
Stimax + Nutrivant	417	83,3	341
Stimax + Карбамід	417	83,1	342
Nutrivant + Карбамід	416	82,9	344
Stimax + Nutrivant + Карбамід	417	83,3	346
НІР ₀₅	4	1,3	3

За поєднань із карбамідом різниця ставала достовірною і послідовно наростала: Stimax + Nutrivant 341 шт./м², Stimax + карбамід 342 шт./м², Nutrivant + карбамід 344 шт./м², максимум у потрійному варіанті Stimax + Nutrivant + карбамід 346 шт./м², що на 11 шт./м² більше контролю; у термінах втрат від сходів до збирання це відповідає зменшенню вибуття рослин з 19,3% на контролі до 18,2–18,0% у комбінаціях Stimax + Nutrivant та Stimax + карбамід, 17,3% у Nutrivant + карбамід і 17,0% у потрійному варіанті, тобто коефіцієнт збереженості стеблостою зростав із 0,807 на контролі до 0,818–0,820 у двокомпонентних схемах і 0,830 у потрійній, що еквівалентно приросту на 2,3 в.п.; таким чином, спеціальні препарати окремо майже не впливають на стартову повноту посіву.

Проте істотно підвищують збереженість рослин упродовж вегетації, особливо у поєднанні з азотом, що логічно пов'язується з кращою перезимівлею, підживленням карбонового фонду та зниженням втрат під час весняно-літніх стресів; практичний висновок полягає в тому, що інтегровані схеми живлення забезпечують статистично достовірне ущільнення кінцевого стеблостою без зміни початкової польової схожості, а отже створюють передумови для вищої колосистості на одиниці площі та стабільнішої реалізації потенціалу врожайності у мінливих умовах північного Степу.

3.3. Динаміка забур'яненості та біомаси бур'янів у посівах пшениці озимої залежно від елементів живлення

Оцінювання забур'яненості є критично важливим для розуміння конкурентних взаємин у агроценозі озимої пшениці, адже саме поєднання стартової польової повноти, швидкості наростання листкової поверхні та своєчасного живлення визначає, чи перетворюється ресурс вологи й поживних речовин на зерно, чи відбирається бур'янами; тому порівняння щільності бур'янів на ранніх етапах і перед збиранням разом із повітряно-сухою масою є індикатором фактичної сили конкуренції посіву.

На фазу кущення фон був вирівняний і коливався в межах 22–24 шт./м² проти 23 шт./м² на контролі, різниці не перевищували 1 рослину/м², що дорівнює $HP_{05}=1$ і має радше граничну статистичну, ніж агрономічну значущість; зафіксоване мінімальне значення 22 шт./м² у Nutrivant та максимальні 24 шт./м² у комбінацій із карбамідом відображають природну мікрорізноманітність і не свідчать про реальний розрив у стартовому засміченні (табл. 5).

Таблиця 5

Динаміка забур'яненості та біомаси бур'янів у посівах пшениці озимої, шт./м² (2025 р.)

Дослідні варіанти	Період визначення		Повітряно-суха маса перед збиранням, г/м ²
	фаза кущення	перед збирання	
Контроль	23	18	20,4
Stimax	23	16	18,0
Nutrivant	22	17	19,1
Карбамід	23	17	19,1
Stimax + Nutrivant	24	17	19,0
Stimax + Карбамід	23	16	17,5
Nutrivant + Карбамід	24	17	18,8
Stimax + Nutrivant + Карбамід	24	14	15,7
HP_{05}	1	2	1,4

Вирішальні відмінності проявилися перед збиранням: контроль утримував 18 шт./м², тоді як застосування біостимулятора Стімакс знижувало показник до 16 шт./м² (–2 одиниці, що дорівнює $HP_{05}=2$ і є гранично істотним), Nutrivant і карбамід – до 17 шт./м² (–1 відносно Стімаксу і –1 відносно порогу, тобто тенденція без достовірної переваги над Стімаксом), комбінації Стімакс+Nutrivant та Nutrivant+карбамід утримували 17 шт./м² із подібним рівнем, тоді як Стімакс+карбамід забезпечив стійке зниження до 16 шт./м², а найнижчу передзбиральну щільність 14 шт./м² показала потрійна схема Стімакс+Nutrivant+карбамід, що на 4 одиниці менше контролю (–22,2 %) і істотно нижче за HP_{05} ; таким чином, упродовж вегетації падіння чисельності бур'янів становило 5 одиниць на контролі (–21,7 %) і до 10

одиниць у потрібній комбінації (-41,7 %), що вказує на вищу конкурентну спроможність посіву за інтегрованого живлення.

Найбільш інформативним інтегральним показником виявилася повітряно-суха маса бур'янів: 20,4 г/м² на контролі проти 18,0 г/м² на Стімаксі (-2,4 г/м²; -11,8 %; достовірно за НІР₀₅=1,4), 19,1 г/м² на Nutrivant і карбаміді (-1,3 г/м²; -6,4 %; нижче порога істотності), 19,0 г/м² на Стімакс+Nutrivant (-1,4 г/м²; на межі істотності), 18,8 г/м² на Nutrivant+карбамід (-1,6 г/м²; істотно), 17,5 г/м² на Стімакс+карбамід (-2,9 г/м²; -14,2 %; істотно) і мінімум 15,7 г/м² у потрібному поєднанні (-4,7 г/м²; -23,0 %; істотно), що підтверджує: навіть за близької чисельності перед збиранням маса бур'янів у варіантах із комбінованим живленням була значно нижчою, отже зменшувалася конкуренція за світло й воду, покращувалася провітрюваність нижнього ярусу та знижувався ризик вторинного осіменіння поля.

Сукупність показників свідчить, що стартова щільність засмічення була однаковою, а ключовий ефект проявився на етапі формування стеблостою й змикання рядків: біостимулятор і мікродобриво окремо забезпечували помірну «санітарну» дію за рахунок підсилення росту культури, азот підвищував конкурентність посіву, а їх поєднання давало найбільший результат – істотне зменшення як чисельності, так і біомаси бур'янів, особливо в потрібному варіанті; практично це означає, що інтегроване живлення не лише підвищує врожай, а й зменшує втрати від конкуренції та полегшує збирання через чистіший стеблостій, причому ефект вимірювано перевищує поріг статистичної значущості.

3.4. Динаміка площі листкової поверхні пшениці озимої за різних систем живлення

Площа листкової поверхні є базовим інтегральним індикатором фотосинтетичного потенціалу агроценозу, що визначає баланс надходження асимілянтів у критичні фази органогенезу й чутливо реагує на рівень та структуру мінерального живлення, тому кількісна оцінка її динаміки від

кущення до молочної стиглості дозволяє встановити, наскільки добрива й спеціальні препарати змінюють траєкторію формування продуктивного посіву; у фазі кущення стартова площа листків на контролі становила 19,4 тис. м²/га (еквівалентно LAI 1,94), тоді як застосування Стімаксу забезпечило приріст на 0,6 тис. м²/га до 20,0 тис. м²/га, що перевищує НІР₀₅=0,4 і є статистично достовірним, Нутривант і карбамід збільшували показник відповідно до 20,9 та 21,1 тис. м²/га (прирости 1,5 та 1,7 тис. м²/га – достовірно), комбінації Стімакс+Нутривант і Стімакс+карбамід підвищували площу до 21,9 та 22,2 тис. м²/га, пара Нутривант+карбамід – до 22,8 тис. м²/га, а максимальні 22,9 тис. м²/га отримано у потрібному варіанті; у вихід у трубку на контролі зафіксовано 39,0 тис. м²/га (табл. 5).

Таблиця 5

**Динаміка площі листкової поверхні пшениці озимої
за різних систем живлення, тис. м²/га (2025 р.)**

Дослідні варіанти	Період визначення			
	фаза кущення	вихід в трубку	фаза колосіння	молочна стиглість
Контроль	19,4	39,0	42,8	32,4
Stimax	20,0	39,3	43,4	33,8
Nutrivant	20,9	40,3	44,2	34,9
Карбамід	21,1	40,5	44,7	35,8
Stimax + Nutrivant	21,9	40,9	45,6	36,2
Stimax + Карбамід	22,2	41,8	46,0	36,8
Nutrivant + Карбамід	22,8	43,8	47,6	37,1
Stimax + Nutrivant + Карбамід	22,9	44,7	48,6	37,8
НІР ₀₅	0,4	0,5	0,6	0,4

Стімакс давав 39,3 тис. м²/га, що нижче порога істотності 0,5, тоді як Нутривант, карбамід і Стімакс+Нутривант забезпечували 40,3–40,9 тис. м²/га (прирости 1,3–1,9 тис. м²/га – достовірно), Стімакс+карбамід – 41,8 тис. м²/га, пара Нутривант+карбамід – 43,8 тис. м²/га, а потрібна комбінація досягла 44,7 тис. м²/га, що на 5,7 тис. м²/га або 14,6% вище контролю; у фазі колосіння спостерігається пікова площа листків із чітко впорядкованим рядом контроль 42,8 < Стімакс 43,4 < Нутривант 44,2 < карбамід 44,7 < Стімакс+Нутривант 45,6

< Стімакс+карбамід 46,0 < Нутривант+карбамід 47,6 < Стімакс+Нутривант+карбамід 48,6 тис. м²/га, причому всі відхилення відносно контролю перевищують $HP_{05}=0,6$ і є достовірними; молочна стиглість закономірно супроводжується редукцією листової поверхні внаслідок старіння прапорцевого та підпрапорцевого ярусів, проте й тут утримується градієнт: від 32,4 тис. м²/га на контролі до 33,8–36,8 тис. м²/га на окремих препаратах і їхніх парах та максимуму 37,8 тис. м²/га у потрійному варіанті, усі різниці перевищують $HP_{05}=0,4$; у відносних величинах це означає, що Стімакс забезпечує помірне й не завжди істотне підсилення листового апарату на ранніх етапах.

Нутривант та карбамід окремо дають стабільні достовірні прирости на 3,3–10,5% залежно від фази, поєднання «мікро+N» різко збільшує площу листків уже у вихід у трубку (+4,8 тис. м²/га) і в колосіння (+4,8 тис. м²/га), а потрійна схема нарощує піковий фотосинтетичний потенціал до 48,6 тис. м²/га, що на 5,8 тис. м²/га або 13,6% більше за контроль і еквівалентно приросту LAI приблизно на 0,58 одиниці; фізіологічно більша площа листової поверхні на етапі колосіння забезпечує вищу швидкість акумуляції сухої речовини та кращу забезпеченість асимілянтами на початку наливу зерна, а збереження частини листового апарату до молочної стиглості у варіантах з азотом і його комбінаціями свідчить про відтерміноване старіння та довшу роботу прапорцевого листка, що узгоджується з очікуваним зростанням маси 1000 зерен.

Водночас найменший приріст за Стімаксом у вихід у трубку, який не перевищив HP_{05} , вказує на те, що біостимулятор без додаткового азоту обмежено впливає на розгортання листового апарату у фазі інтенсивного лінійного росту, тоді як азот і його поєднання з мікроелементами формують стійкий ефект у всі періоди; отже, динаміка листової поверхні демонструє, що ключ до нарощування пікового фотосинтетичного потенціалу й подовження ефективної роботи листового апарату полягає у комбінації азотного живлення з мікроелементами та біостимуляцією, причому

найбільший і статистично підтверджений ефект дає потрійна схема, яка створює передумови для підвищення продуктивності колоса й кінцевої врожайності без ознак передчасної десикації посіву.

3.5. Формування урожайності та технологічної якості зерна пшениці озимої під впливом елементів живлення

Оцінка структури врожаю та якості зерна є ключем до розуміння того, чи трансформує система живлення потенціал сорту у стабільний вал і продовольчі показники – саме поєднання кількості зерен у колосі, маси 1000 зерен і білково-клейковинного комплексу визначає як врожайність, так і класність зерна у водообмежених умовах Степу.

Отримані результати демонструють послідовний і статистично підтверджений вплив препаратів і їхніх комбінацій на всі цільові індикатори. На контролі кількість зерен у колосі становила 21,0 шт., тоді як застосування Стімаксу підвищило її до 21,4 шт. (+0,4 – різниця перевищує $НІР_{05}=0,2$ і є достовірною), Нутриванту – до 21,6 шт. (+0,6 – достовірно), у поєднаннях із карбамідом показник зростав до 21,9–22,1 шт. (+0,9...+1,1 – достовірно), а максимум 22,3 шт. зафіксовано у потрійній схемі Стімакс+Нутривант+карбамід (+1,3 – достовірно); маса 1000 зерен зросла з 36,2 г на контролі до 37,0–37,4 г у більшості окремих і парних варіантів (+0,8...+1,2 г – перевищує $НІР_{05}=0,5$ г), досягаючи 37,8 г у потрійній комбінації (+1,6 г – виразно достовірно), що свідчить не лише про більшу колосистість, а й про кращу виповненість зерна; якісні параметри реагували подібно – вміст клейковини зріс із 24,3% на контролі до 24,8–25,6% у моно- та бінарних варіантах (+0,5...+1,3 п.п. – усі перевищують $НІР_{05}=0,3\%$ і є достовірними) та до 26,4% у потрійній схемі (+2,1 п.п.), вміст білка піднявся з 13,3% до 13,4% на Стімаксі (+0,1 п.п. – нижче $НІР_{05}=0,3\%$ і статистично не відрізняється), 13,6% на Нутриванті (+0,3 п.п. – на межі істотності), 13,9–14,1% у варіантах із карбамідом (+0,6...+0,8 п.п. – достовірно) і до 14,3% у потрійній

комбінації (+1,0 п.п. – достовірно), що відображає синергію азотного живлення з мікроелементами для білкоутворення (табл. 6).

Таблиця 6

Формування урожайності та технологічної якості зерна пшениці озимої під впливом елементів живлення (2025 р.)

Дослідні варіанти	Кількість зерен в колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Вміст клейковини, %	Вміст білку, %	Врожайність, т/га
Контроль	21,0	36,2	24,3	13,3	4,19
Stimax	21,4	37,0	24,8	13,4	4,41
Nutrivant	21,6	36,9	24,9	13,6	4,50
Карбамід	21,4	36,9	25,1	13,9	4,45
Stimax + Nutrivant	21,9	37,3	25,3	13,8	4,64
Stimax + Карбамід	21,9	37,4	25,4	14,0	4,69
Nutrivant + Карбамід	22,1	37,4	25,6	14,1	4,87
Stimax + Nutrivant + Карбамід	22,3	37,8	26,4	14,3	4,98
НІР ₀₅	0,2	0,5	0,3	0,3	0,08

Кумулятивний ефект на структурі врожаю і якості безпосередньо транслювався у вал – врожайність зросла з 4,2 т/га на контролі до 4,4 т/га на Стімаксі і карбаміді (+0,2 т/га – перевищує НІР₀₅=0,08 т/га), 4,5 т/га на Нутриванті (+0,3 т/га – достовірно), 4,6–4,7 т/га у парах Стімакс+Нутривант та Стімакс+карбамід (+0,4...+0,5 т/га – достовірно), 4,9 т/га на Нутривант+карбамід (+0,7 т/га – достовірно) і до 4,98 т/га за потрійної схеми (+0,8 т/га – достовірно).

Ранжування варіантів за всіма ознаками є узгодженим – від контролю до потрійної комбінації послідовно зростають колосистість і виповненість, покращуються білково-клейковинні показники і відповідно підвищується врожай, причому окреме застосування біостимулятора дає помірний приріст головно за рахунок елементів структури, мікродобриво підсилює і структуру, і якість, а включення карбаміду різко покращує білок і клейковину та

закріплює ефект на врожайності; практично це означає, що для сорту МП Аеліта найбільшу агрономічну доцільність має інтегроване живлення мікроелементами й біостимуляцією на фоні азоту – така схема одночасно збільшує число зерен у колосі та масу 1000 зерен і піднімає білково-клейковинний комплекс до рівня, характерного для продовольчих класів, забезпечуючи приріст врожайності на 0,4–0,8 т/га відносно контролю та стабільну технологічну якість зерна.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Оцінка економічної ефективності є ключовою, оскільки саме вона фіксує, чи перетворюється агрономічний ефект добрив на грошовий результат – валову виручку, зниження собівартості та приріст рентабельності; в умовах північного Степу, де ціни і погодні ризики коливаються, перевагу мають схеми, які одночасно підвищують урожай і зменшують питомі витрати на тонну, забезпечуючи стійкий чистий дохід.

У наведеній структурі витрат (15 481,1–16 299,9 грн/га) і за ціни реалізації, що формує виручку 39 805–47 310 грн/га, спостерігається чіткий ріст економічних показників у ряду контроль – Stimax – Nutrivant – Карбамід – Stimax+Nutrivant – Stimax+Карбамід – Nutrivant+Карбамід – Stimax+Nutrivant+Карбамід; на контролі при урожайності 4,19 т/га валова вартість становила 39 805 грн/га, собівартість 1 т – 3 694,7 грн, умовно чистий прибуток – 24 323,9 грн/га, рентабельність – 157,1 %, тоді як уже окремі препарати підвищували вал, знижували собівартість і додавали 9–14 в.п. рентабельності: Stimax – 41 895 грн/га, 3 543,2 грн/т, 26 269,1 грн/га і 168,1 %; Nutrivant – 42 750 грн/га, 3 544,8 грн/т, 26 798,1 грн/га і 168,0 %; внесення лише карбаміду дало 42 275 грн/га, 3 500,1 грн/т, 26 699,5 грн/га і 171,4 %, тобто той самий рівень витрат перетворився на більший прибуток завдяки кращій конверсії елементів живлення в урожай.

Поєднання препаратів посилило економічний ефект: Stimax+Nutrivant при 4,64 т/га забезпечив 44 080 грн/га виручки, знизив собівартість до 3 489,4 грн/т і підняв прибуток до 27 888,8 грн/га з рентабельністю 172,2 %; Stimax+Карбамід при близьких витратах (15 725,6 грн/га) зменшив собівартість до 3 353,0 грн/т (на 341,7 грн/т нижче контролю) і дав 28 829,4 грн/га прибутку та 183,3 % рентабельності; Nutrivant+Карбамід, попри дещо вищі витрати 16 149,8 грн/га, компенсував їх більшим урожаєм 4,87 т/га і

найнижчою серед парних схем собівартістю 3 316,1 грн/т, що трансформувалося у 30 115,2 грн/га прибутку та 186,5 % рентабельності.

Таблиця 7

**Економічна результативність інтегрованого живлення озимої пшениці
МПП Аеліта у виробничих умовах (2025 р.)**

Варіанти	Врожай- ність, т/га	Валова вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівар- тість 1 тони зерна, грн	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рента- бельності, %
Контроль	4,19	39 805	15 481,1	3 694,7	24 323,9	157,1
Stimax	4,41	41 895	15 625,9	3 543,2	26 269,1	168,1
Nutrivant	4,50	42 750	15 951,9	3 544,8	26 798,1	168
Карбамід	4,45	42 275	15 575,5	3 500,1	26 699,5	171,4
Stimax + Nutrivant	4,64	44 080	16 191,2	3 489,4	27 888,8	172,2
Stimax + Карбамід	4,69	44 555	15 725,6	3 353,0	28 829,4	183,3
Nutrivant + Карбамід	4,87	46 265	16 149,8	3 316,1	30 115,2	186,5
Stimax + Nutrivant +Карбамід	4,98	47 310	16 299,9	3 273,0	31 010,1	190,2

Максимальні значення отримано у потрійному поєднанні Stimax+Nutrivant+Карбамід: при урожайності 4,98 т/га валова вартість сягнула 47 310 грн/га, виробничі витрати 16 299,9 грн/га обумовили найменшу собівартість 3 273,0 грн/т (-421,7 грн/т відносно контролю), що забезпечило найбільший умовно чистий прибуток 31 010,1 грн/га і найвищу рентабельність 190,2 %; отже, додаткові 818 грн/га витрат порівняно з контролем принесли +6 686,2 грн/га прибутку і +33,1 в.п. рентабельності, а відносно кращої парної схеми Nutrivant+Карбамід – ще +894,9 грн/га прибутку при +3,7 в.п. рентабельності, що вказує на наявність економічної синергії третього компонента.

Показово, що між схожими за витратами варіантами вирішальною є саме урожайність і пов'язана з нею собівартість: так, Stimax+Карбамід (15 725,6 грн/га) поступається за прибутком Nutrivant+Карбамід (16 149,8 грн/га), оскільки різниця в урожаї 4,69 проти 4,87 т/га переважає 424 грн/га різниці у витратах, а нижча собівартість 3 316,1 проти 3 353,0 грн/т підсилює перевагу;

аналогічно, двокомпонентні схеми стабільно виграють у монообробок, бо, зменшуючи собівартість на 205–379 грн/т і збільшуючи виручку на 2 185–6 460 грн/га, вони швидше нарощують прибуток, ніж витрати.

Узагальнюючи, у виробничих умовах ФГ інтегроване живлення забезпечує економічно відчутний ефект – від +1 945 до +6 686 грн/га прибутку і +11–33 в.п. рентабельності порівняно з контролем, причому вирішальним механізмом є зниження собівартості 1 т на 6–11 % завдяки підвищенню врожайності; практично це означає, що для сорту МП Аеліта оптимальною є стратегія поєднання азотного підживлення з мікроелементами та біостимуляцією, яка мінімізує ризик «дорогого врожаю» і створює найбільший запас фінансової стійкості до коливань ціни і погоди.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві

Організація охорони праці в фермерському господарстві «АГРОІНТЕР» Синельниківського району Дніпропетровської області базується на основі положень з охорони праці в Україні, які встановлені і регламентується «Конституцією України, Кодексом законів про працю, Законом України» «Про охорону праці», а також розробленими на їх основі відповідними нормативними актами, та іншими джерелами інформації [6].

За стан охорони праці відповідає керівник – директор фермерського господарства «АГРОІНТЕР», який в межах службової компетенції та посадових обов'язків діє згідно «Постанови Верховної Ради України, Кабінету Міністрів України з питань охорони праці, додержуючись вимог закону «Про охорону праці» та інших нормативних актів» [6].

У відповідності з «Типовим положенням про навчання та перевірку знань з питань охорони праці в господарстві встановлено порядок і види навчання з охорони праці робітників. Своєчасність навчання з охорони праці контролює керівник господарства» [6].

В фермерському господарстві «АГРОІНТЕР» головний агроном виконує обов'язки фахівця з охорони праці за сумісництвом. В його обов'язки входить «проведення вступного інструктажу з особами, які оформляються на роботу» [6]. Проходження працівниками інструктажу відмічається в «журналі реєстрації вступного інструктажу з питань охорони праці» [6].

5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві

При підготовці кваліфікаційної роботи та виконання індивідуального завдання з аналізу виробничого травматизму в господарстві «АГРОІНТЕР» було зафіксовано один нещасний випадок за період 2024–2025 рр. Аналіз було виконано на підставі «Річного звіту про нещасні випадки на виробництві»

Для аналізу виробничого травматизму в господарстві було застосовано стандартний статистичний метод за останні два роки. За останні два роки кількість працівників була незмінною, а саме: 14 чоловік. Один випадок виробничого травматизму було зафіксовано в 2025 році (табл. 12).

Коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{\text{чт}} = \frac{T}{P} \times 1000 = \frac{1}{14} \times 1000 = 42,4$$

де Т – кількість нещасних випадків;

Р – кількість працівників;

1000 – перерахування на 1000 працівників.

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\text{вт}} = \frac{Д}{Т} = \frac{13}{1} = 13$$

де Д – кількість непрацездатних днів.

Коефіцієнт втрати робочого часу:

$$K_{\text{чт}} = \frac{Д}{P} \times 1000 = \frac{14}{20} \times 1000 = 279$$

Таблиця 12

Аналіз нещасних випадків та виробничого травматизму в фермерському господарстві

Показники травматизму	2024 рік	2025 рік
Кількість працюючих людей	15	15
Кількість нещасних випадків	1	–
Кількість днів непрацездатності, діб		–
- від травматизму	15	–
- від захворювання		–
Втрати, тис. грн:		–
- від травматизму	2,5	–
- від захворювання		–
Коефіцієнт травматизму	43,5	–
Коефіцієнт важкості травматизму	12	–
Коефіцієнт втрати робочого часу	288	–

При розрахунках виробничого травматизму використовували статистичний метод в фермерському господарстві за останні 2 роки. Згідно цьому, маючи кількість працівників за 2 роки, відповідно: 2024 р. – 16, 2025 р. – 16 людина та один нещасний випадок у 2024 році розраховуємо та занесемо в таблицю наступні дані.

В результаті аналізу виробничого травматизму в господарстві було встановлено, що працювало в 2024–2025 році 16 працівник, в 2024 році стався один нещасний випадок з 1 працівником.

5.3. Вимоги охорони праці під час перемішування, заправки та внесення пестицидів

Запобігання забрудненню вод і ґрунту. Усі операції зі змішування та заправки виконують на спеціально облаштованому майданчику з твердим покриттям і системою локалізації розливів. Поверхня має мати бортики (лоток/жолоб) або іншу перепону, яка утримає щонайменше об'єм найбільшої ємності + 10% запасу. Майданчик розташовують на безпечній відстані від відкритих водойм, колодязів, дренажів і водостоків; стоки не повинні мати прямого виходу у каналізацію чи яр. Заборонено влаштовувати змішувальний вузол у місцях, де пролита рідина може безперешкодно потрапити в воду. При потребі формують земляні валики або ставлять переносні бар'єри, щоб змінити напрямок можливого потоку і зібрати розлив у піддон/ємність. Водозабірні шланги обладнують гідророзривом або антисифонним клапаном - «зворотний підсос» у джерело води неприпустимий.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) і допуск до робіт. До робіт допускаються лише навчені працівники після медогляду, інструктажу та перевірки знань з ОП і безпечного поводження з ЗЗР. Перед відкриванням будь-якої тари оператор повинен повністю одягнути ЗІЗ, зазначені в етикетці та паспорті безпеки (SDS) конкретного препарату. Базовий комплект: хімічностійкі рукавиці (нітрил/бутил/ПВХ), фартух або комбінезон із хімічностійким покриттям (рекомендовано із нагрудником), захисні окуляри або

лицьовий щиток, закрите взуття. Для робіт з пилом і аерозолями - фільтрувальний респіратор класу P2/P3; для парів органічних розчинників - картриджі типу A/B (або інші згідно SDS). Для тривалого переливання чи роботи з агресивними формуляціями доцільні нарукавники. ЗІЗ обліковують персонально, зберігають окремо від побутового одягу, перуть/деконтамінують централізовано; прати вдома заборонено.

Відкривання й підготовка тари. Тару розкривають на рівній стійкій поверхні гострим ножем/різаком, не розриваючи упаковку «на вазі». Ємності розміщують так, щоб після зриву пломби рідина не могла самовільно витекти. Під час відкривання порошкових форм не нахиляються над горловиною, щоб не вдихати пил. Кожне відкриття/дозування одразу завершують щільним закручуванням кришки.

Переміщення, переливання та заправка. Під час перенесення та переливу ємність утримують нижче рівня обличчя; працюють з підвітряного боку, аби потік повітря відносив можливі бризки від оператора. Сифонування ротом суворо заборонене. Шлангові з'єднання - герметичні, справні; ковпачки і пробки тримають зачиненими, ємності не залишають без нагляду. Будь-який пролив одразу локалізують сорбентом, збирають у промарковану тару для утилізації. Якщо розчин потрапив на одяг або шкіру - забруднений одяг негайно зняти, шкіру промити водою з милом, ЗІЗ замінити чистими.

Сумісність препаратів і «банковий тест». Перед приготуванням бакових сумішей обов'язково звіряють сумісність за етикетками/рекомендаціями виробників і виконують пробне змішування в невеликій посудині з тією ж водою. Ознаки несумісності: інтенсивне піноутворення, «зварювання» у гель/пластівці, випадіння осаду, нагрівання баночки. За таких проявів суміш застосовувати не можна. Навіть за відсутності видимих реакцій нову комбінацію вперше випробовують на невеликій площі поля.

Порядок завантаження компонентів і підготовка робочого розчину. Щоби уникнути осаду і піни, дотримуються сталої послідовності внесення у

бак з частковою порцією води та ввімкненою мішалкою: змочувані порошки (WP), водорозчинні гранули/сухі концентрати (WG/DF); суспензійні концентрати (SC/CS/FS); водорозчинні концентрати (SL); емульсійні концентрати (EC/SE); та д'юванти/ПАР і мікродобрива - останніми.

Воду доливають поступово, підтримуючи рекомендований виробником діапазон рН та жорсткості (за потреби застосовують кондиціонери води). Сухі форми засипають при працюючій мішалці, уникаючи пиління.

Умови внесення, контроль знесення та санітарні відстані. Обробіток виконують за сприятливої погоди: швидкість вітру орієнтовно 2–4 (до 5) м/с без термічної інверсії, температура бажано нижча за +25...+28 °С, відносна вологість понад 40%. Для мінімізації знесення обирають форсунки з крупною–дуже крупною краплею, витримують висоту штанги ~50 см над ціллю, робочу швидкість 6–12 км/год і тиск у межах рекомендацій виробника. Біля водойм, пасік, житлових зон - дотримуються санітарно-захисних відстаней, крайні секції штанги відключають завчасно. За посилення вітру, появи інверсії чи загрози опадів роботи припиняють.

Перебування на оброблених площах, передзбиральні інтервали. Сторонні особи та тварини не допускаються в зону внесення. Після обробітку встановлюють попереджувальні знаки/стрічку. Повторний вхід (REI) - не раніше строку, зазначеного на етикетці; якщо строк не визначено, - після повного висихання робочого розчину і в базових ЗІЗ. Передзбиральний інтервал (PHI) витримують у відповідності до інструкцій препарату.

Огляди, калібрування і технічне обслуговування. Перед сезоном і періодично впродовж нього перевіряють насос, мішалку, фільтри, шланги, арматуру, стан форсунок. Рівномірність подачі по штанзі - у допуску (відхилення не більше 5–10% між форсунками). Норму виліву розраховують з урахуванням швидкості руху, міжфорсуночної відстані і витрати форсунки; фактичні параметри фіксують у журналі. Будь-які регулювання/прочищення

виконують тільки після повного зняття тиску і зупинки агрегату; наконечники і фільтри чистять не голими руками, а щітками.

Безпечне застосування і поведінка оператора. Під час роботи дотримуються правил особистої гігієни: не палять, не вживають їжу/воду в зоні хімробіт, після зміни миють руки і обличчя, приймають душ. За слабкого вітру або штилю уникати перебування у тумані/аерозолі; якщо робота поза кабіною - підсилити захист: щиток, респіратор, нарукавники, фартух, чоботи. При кожній зупинці перед регулюванням - вимкнути подачу, стравити тиск, перекрити головний клапан.

Порожня тара, залишки та відходи. Порожня тара залишається небезпечною: навіть тонка плівка препарату на стінках становить ризик. Якщо етикетка дозволяє - виконують потрібне промивання: злити залишок у бак; налити 10–20% води, збовтати, злити промивну воду в бак; повторити ще двічі; промарковану як «вимито» тару тимчасово зберігати окремо і передавати ліцензованому утилізатору або на програму повернення виробнику/дилеру.

Тара, що не підлягає миттю (зазначено на етикетці), максимально осушується (струшування/постукування) і повертається постачальнику або передається на утилізацію згідно законодавства. Повторне побутове використання тари заборонене. Залишки робочого розчину використовують на сумісних ділянках у межах норми; злив у ґрунт, канави чи водойми - заборонений.

Аварійні ситуації, перша допомога і повідомлення. На майданчику обов'язково є комплект для ліквідації розливів (сорбент, лопати, мітли, мішки), умивальник/душ-очистувач для очей, аптечка, засоби зв'язку і вогнегасник. У разі розливу — зупинити роботу, обмежити зону, засипати сорбентом, зібрати відходи у марковану тару, забруднений інвентар/покриття промити; не допустити стоку в водозбір. При потраплянні на шкіру - зняти забруднений одяг, промити водою з милом не менше 15 хв; в очі - промити проточною водою/в душі-очистувачі 15 хв; при вдиханні - винести на свіже повітря; при ковтанні - діяти за SDS і терміново звернутися по медичну

допомогу (з етикеткою препарату). Кожен інцидент реєструють і розслідують із визначенням кореневих причин та запобіжних заходів.

Транспортування та логістика. Перевезення ЗЗР виконують у закритій, промаркованій тарі з фіксацією вантажу. У випадках перевезень дорогами загального користування дотримуються вимог щодо супровідних документів, маркування небезпечного вантажу та допусків водіїв. Шланги/трубопроводи під час перекачування тримають вище рівня робочого розчину, щоб виключити зворотний підсос у джерело води.

Документування і контроль. Кожну операцію фіксують у журналі: дата, поле/культура, препарат і діюча речовина, норми і витрата води, тип форсунок/тиск/швидкість, метеоумови, ПІБ оператора, використані ЗІЗ, обсяг і спосіб поводження з тарою/відходами. Внутрішні перевірки дотримання процедур проводять на початку сезону та після кожної позаштатної ситуації; виявлені відхилення усувають з обов'язковим повторним інструктажем.

5.4. Заходи з покращення стану охорони праці в фермерському господарстві

Для підвищення рівня безпеки та охорони праці у фермерському господарстві необхідно здійснювати комплекс організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на попередження виробничого травматизму, отруєнь і професійних захворювань працівників.

Організаційні заходи. Усі працівники повинні проходити попередній та періодичний медичний огляд, інструктажі з охорони праці, пожежної безпеки та поводження з хімічними речовинами. На робочих місцях необхідно розмістити інструкції, попереджувальні знаки та схеми евакуації. Керівництво господарства повинно контролювати дотримання норм охорони праці та регулярно проводити перевірку технічного стану обладнання.

Технологічна безпека. Перемішування та заправку пестицидів і добрив слід виконувати виключно на твердому, водонепроникному майданчику з бортиком або лотком, розташованому на безпечній відстані від колодязів,

ставків і водостоків. Необхідно запобігати стіканню розливів у ґрунт чи водойми, а також забезпечити наявність сорбентів або піску для ліквідації випадкових проливів.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). Працівники, які працюють із пестицидами чи добривами, повинні бути забезпечені справними ЗІЗ: хімічностійкими рукавицями, захисними окулярами або щитком, респіратором, фартухом чи герметичним комбінезоном, гумовими чоботами. ЗІЗ слід знімати лише після завершення робіт і проходження санітарної обробки. Використаний спецодяг необхідно зберігати окремо від повсякденного та регулярно прати у спеціально відведеному місці.

Контроль і моніторинг стану охорони праці. Необхідно впровадити систему внутрішнього аудиту з охорони праці, вести журнали інструктажів, обліку засобів індивідуального захисту та фіксації нещасних випадків. Результати перевірок слід аналізувати для своєчасного усунення виявлених порушень.

Екологічна та виробнича безпека. Слід передбачити місця для тимчасового зберігання тари з-під пестицидів і добрив, забезпечити її герметичність та утилізацію відповідно до чинних вимог. Території, де проводяться хімічні обробки, мають бути огорожені та позначені попереджувальними табличками із зазначенням дати і часу проведення робіт.

Аварійна готовність. На кожній ділянці, де виконуються роботи з хімічними препаратами, мають бути аптечки, комплекти для нейтралізації та ліквідації розливів, засоби для знепилення, вогнегасники. Працівників потрібно навчити правильним діям у разі виникнення аварійної ситуації чи отруєння.

Санітарно-гігієнічні умови. Господарство повинно бути забезпечене питною водою, умивальниками, душовими установками або пристроями для очищення очей у разі потрапляння хімічних речовин. Повинні бути організовані місця для переодягання, відпочинку та сушіння спецодягу.

ВИСНОВКИ

1. У виробничих умовах північного Степу (гідроліміт – головний чинник) сорт МПП Аеліта чітко реагує на підсилення живлення: вже на етапі колосіння варіанти з добривами інтенсивніше залучали ґрунтову вологу (запаси 124–134 мм проти 137 мм на контролі), а до збирання мали нижчі залишки 47–55 мм проти 58 мм, що відображає більшу транспірацію сформованого листкового апарату без критичного виснаження профілю.

2. Сезонні витрати води змінювалися незначно (2146–2215 м³/га), однак водна продуктивність зросла істотно: коефіцієнт водоспоживання зменшився з 435 до 360 м³/т у потрійному варіанті Stimax+Nutrivant+карбамід (–17,2% при НІР05=4 м³/т), що еквівалентно підвищенню виходу зерна з 2,30 до 2,78 кг на 1 м³ води; найвиразніший ефект забезпечили поєднання «мікро+N» і особливо потрійна схема.

3. Початкова польова схожість була вирівняна (82,9–83,5%), тоді як збереженість стеблостою достовірно зросла під впливом комбінацій з азотом: кількість рослин до збирання підвищилася з 335 шт./м² (контроль) до 341–346 шт./м², максимум – 346 шт./м² у Stimax+Nutrivant+карбамід; коефіцієнт збереженості зріс орієнтовно з 0,807 до 0,830, що формує щільніший продуктивний стеблостій.

4. Інтегроване живлення посилило конкурентоспроможність посіву щодо бур'янів: перед збиранням щільність зменшилася з 18 до 14 шт./м² (–22%), а повітряно-суха маса – з 20,4 до 15,7 г/м² (–23%) у потрійній комбінації; парні схеми з карбамідом також знижували біомасу бур'янів до 17,5–18,8 г/м², що полегшує збирання та зменшує непродуктивні втрати води й елементів живлення.

5. Площа листкової поверхні зростала в усьому діапазоні фаз і досягла піку 48,6 тис. м²/га у Stimax+Nutrivant+карбамід (на 13,6% більше контролю), з кращим збереженням листкової маси до молочної стиглості (37,8 проти 32,4

тис. м²/га); це свідчить про відтерміноване старіння прапорцевого листка й кращу забезпеченість асимілянтами на початку наливу.

6. Структура врожаю і якість зерна поліпшилися узгоджено: кількість зерен у колосі зростає до 22,3 шт. (проти 21,0), маса 1000 зерен – до 37,8 г (проти 36,2 г), клейковина – до 26,4% (проти 24,3%), білок – до 14,3% (проти 13,3%), що забезпечило приріст врожайності з 4,19 до 4,98 т/га (+0,79 т/га; НІР05=0,08 т/га); найбільший внесок дали поєднання мікроелементів з азотом і потрійна схема.

7. Економічна віддача інтегрованого живлення була найвищою у варіанті Stimax+Nutrivant+карбамід: собівартість знизилася до 3 273 грн/т (проти 3 695 грн/т), умовно чистий прибуток зріс до 31 010 грн/га (проти 24 324 грн/га), рівень рентабельності – до 190,2% (проти 157,1%); парна схема Nutrivant+карбамід посіла друге місце (30 115 грн/га; 186,5%), що робить її доцільною альтернативою за бюджетних обмежень; загалом інтегроване живлення стабільно знижує собівартість на 6–11% і підвищує прибуток на 1 945–6 686 грн/га порівняно з контролем, що підтверджує його технологічну й фінансову доцільність для МПП Аеліта в умовах ФГ «Агроінтер».

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

Для досягнення запланованої врожайності озимої пшениці понад 5 т/га з високими якісними показниками зерна під час догляду за рослинами рекомендується проводити листові підживлення трьома компонентами (Stimax – 0,35 кг/га, Nutrivant – 2 кг/га, Карбамід – 10 кг/га) у вигляді бакової суміші на фазі кушіння. Такий підхід у порівнянні з двокомпонентними сумішами або застосуванням препаратів окремо дозволяє підвищити врожайність, зменшити собівартість зерна, а також збільшити чистий дохід і рентабельність виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов холодного періоду в країні при глобальному потеплінні клімату / Т. І. Адаменко // Агроном. № 4. С. 12–13.
2. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств. К.: КНЕУ, 2002. 624 с.
3. Бабенко А.І., Танчик С.П. Особливості захисту посівів сільськогосподарських культур від бур'янів за умов органічного землеробства. Карантин і захист рослин. 2016. № 2–3. С. 38–40.
4. Базалій В.В., Домарацький Є.О., Пічура В.І. Аналіз формування врожайності сортів пшениці м'якої озимої залежно від біопрепаратів і кліматичних умов. Таврійський науковий вісник. 2012. Вип. 82. С. 11–17.
5. Балюк, С., Воротинцева, Л., Соловей, В., & Шимель, В. Реалії українського чорнозему: сучасний стан, еволюція, охорона та стале управління. Вісник аграрної науки, 2023. – 101(3), 5–13.
6. Вінюков О.О., Коробова О.М., Бондарева О.Б., Коноваленко П.В. Використання біо та рїстрегулюючих препаратів для підвищення продуктивності та якості зерна ячменю ярого. Збалансоване природокористування. 2017. № 3. С. 46–50.
7. Гангур В. В., Котляр Я. О. Вплив попередників на водоспоживання та продуктивність пшениці озимої в зоні Лівобережного Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2021. № 1. С. 122–127.
8. Гангур В.В., Котляр Я.О. Вплив попередників на водоспоживання та продуктивність пшениці озимої в зоні Лівобережного Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. № 1. С. 122–127.
9. Гандзюк М. П. Основи охорони праці : Підручник. 2-е вид. / Гандзюк М.П., Желїбо Є. П., Халїмовський М. О. –К. : Каравела, 2004. – 408 с.

10. Гасанова І. І. Продуктивність та якість зерна різних сортів озимої пшениці по чорному пару / І. І. Гасанова, А. С. Бондаренко, О. О. Педаш // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – Полтава, 2008. № 1. С. 164–166.

11. Городній М. М. Агрохімія : Підручник / М. М. Городній. 4–те вид., переробл. та доп. – К. : Арістей, 2008. – 936 с.

12. Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова: ДСТУ 4115-2002 (зі скасуванням в Україні ГОСТ 26204-91 та ОСТ 46 41-76). – К.: Держспоживстандарт України, 2002. 12 с. (Національні стандарти України).

13. Добровольський А.В. Ефективність сучасних рістрегулюючих препаратів за біологізації технології вирощування соняшнику в Південному Степу України. Дис. на здоб. наук. ст. канд. с.-г. наук. Херсон. 2019. 174 с.

14. Домарацький Є. Глобальне потепління – палиця з двома кінцями для українських аграріїв. Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернетконференції «Стан і перспективи селекції в умовах змін клімату» 23 лютого 2018 року, тези доповідей. Херсон: Інститут зрошуваного землеробства НААН. 2018. С. 44–47.

15. Домарацький Є.О., Домарацький О.О., Козлова О.П. Стимулятори росту та комбіновані препарати біологічного походження як невід’ємний елемент екологізації технології вирощування технічних культур. Сучасний рух науки: тези доп. V міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 7-8 лютого 2019 р. Дніпро. 2019. С. 202–206.

16. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва): монографія / [В.І. Бойко, Є.М. Лебідь, В.С. Рибка та ін.]; за ред. В.І. Бойка. К.: ННЦ ІАЕ, 2008. 400 с.

17. Жемела Г. П. Вплив попередників на врожайність та якість зерна пшениці м’якої озимої / Г. П. Жемела, С. М. Шакалій // Вісн. Полтавської держ. аграр. акад. 2012. – № 3. С. 20–22.

18. Жемела Г. П. Удосконалення технології вирощування екологічно чистого і якісного зерна озимої пшениці / Г. П. Жемела, П. В. Писаренко // Зб. наукових праць Уманського держ. агр. ун-ту (Спец. випуск. Біологічні науки і проблеми рослинництва). Умань, 2003. С. 702–707.

19. Животков Л. О. Озимі зернові культури / [Л. О. Животков, С. В. Бірюков, Л. Т. Бабаянець та ін.] ; за ред. Л. О. Животкова і С. В. Бірюкова. – К. : Урожай, 1993 – 288 с.

20. Землеробство. Терміни та визначення понять: ДСТУ 4691:2006. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. 38 с. (національний стандарт України).

21. Ключенко В.В. Вплив мікробних препаратів на продуктивність та якість зерна пшениці озимої в агрокліматичних умовах Степового Криму. Екологія. Наукові праці. 2011. Вип. 140. Том 152. С. 33–36.

22. Косолап М.П. Система землеробства No-till: Навч. Посібник / М.П. Косолап, О. П. Кротінов. К.: “ Логос”, 2011. 352 с.

23. Кудря С. І. Азотне підживлення пшениці озимої після різних попередників / С. І. Кудря, М. К. Клочко, Н. А. Кудря // Вісн. Харківського нац. аграр. ун-ту ім. В. В. Докучаєва : зб. наук. пр. – Х., 2010. № 5. С. 128–130.

24. Лебідь Є.М., Черенков А.В., Солодушко М.М. Особливості вирощування озимої пшениці у Степу України. Науково-технічний бюлетень Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесло. 2008. Вип. 8. С. 335–344.

25. ЛЬоринець Ф. А. Вплив попередників та систем удобрення на урожай і якість зерна озимої пшениці / Ф. А. ЛЬоринець, Л. М. Десятник, О. О. Шевченко // Бюлетень Ін-ту зерн. госпо-ва УААН. Дніпропетровськ, 2000. № 14. С. 29–34.

26. Мельничук Д. Якість ґрунтів та сучасні системи удобрення; за ред. Д. Мельничука. К. : Аристотель, 2004. 488 с.

27. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / за ред. С. О. Ткачика. Київ: ТОВ Нілан–ЛТД, 2014. 82 с.

28. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України : наукове видання. К.: Аграрна наука, 2004. 844 с.
29. Невмивако Г. В. Вплив попередників на врожайність і якість зерна озимої пшениці / Г. В. Невмивако // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2008. – № 4. – С. 74–76.
30. Нетіс І. Т. Пшениця озима на півдні України : Монографія. Херсон : Олді–плюс, 2011. 460 с.
31. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Системи сучасних інтенсивних технологій: [Навчальний посібник]. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2012. 370 с.
32. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-те вид., виправ., доповн. Додатковий випуск. Львів. Українські технології, 2022. 806 с.
33. Примак І. Д. Неприятливі метеорологічні умови в землеробстві : захист від них культурних рослин / [Примак І. Д., Вергунов В. А., П. У. Ковбасюк та ін.] ; за ред. докт. с.–г. наук, професора І. Д. Примака. – К. : Кондор, 2006. – 314 с.
34. Пшениця озима в зоні Степу, кліматичні зміни та технології вирощування / Черенков А. В., Нестерець В. Г., Солодушко М. М. [та ін.] // За ред. А. В. Черенкова. Монографія. Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2015. 548 с.
35. Рекомендації по виробництву високоякісного зерна озимих сортів пшениці і тритикале в північному Степу України / А. В. Черенков, І. І. Гасанова, М. М. Солодушко, Є. Л. Конопльова та ін. Дніпропетровськ, 2011. – 22 с.
36. Рибка В. С. Компанієць В. О., Кулик А. О., Горбатенко А. І., Горобець А. Г., Цилюрик О. І. Обробіток ґрунту та його вплив на ефективність виробництва озимої пшениці в паровому полі Степу України. Бюлетень Інституту зернового господарства. Дніпропетровськ, 2008. № 35. С. 34–39.

37. Рослинництво: Підручник. [В.В. Базалій, О.І. Зінченко, Ю.О. Лавриненко, В.Н. Салатенко, С.В. Коковіхін, Є.О. Домарацький]. Херсон: Грінь Д.С., 2015. 520 с.
38. Сайко В. Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні / В. Ф. Сайко // Вісн. аграрн. науки. – № 1. – 2011. – С. 5–12.
39. Сайко В.Ф. Проблема забезпечення ґрунтів органічною речовиною. Вісник аграрної науки. 2003. № 5. С. 5–8.
40. Серeda І. І. Вплив попередників і мінеральних добрив на вміст вологи в ґрунті та продуктивність озимої пшениці / І. І. Серeda // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. – Дніпропетровськ, 2010. – № 39. – С. 156–158.
41. Солодушко М. М. Вплив мінерального живлення на якість зерна пшениці озимої в північному Степу / М. М. Солодушко, І. І. Гасанова, І. І. Серeda // Матеріали науково–практичної конференції молодих учених і спеціалістів «Агротехнології для сталого виробництва конкурентоспроможної продукції» Чабани, 2012. С. 61–62.
42. Солодушко М.М. Ефективність рістрегулюючих речовин та мікродобрив при вирощуванні пшениці озимої в зоні Північного Степу. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони України НААН. 2016. № 10. С. 73–78.
43. Тараріко Ю.О., Личук Г.І. Стимулятори росту рослин у системі органічного землеробства. Вісник аграрної науки. 2014. № 5. С. 11–15.
44. Цюлюрик О.І. Біологічна активність ґрунту короткоротаційної сівозміни за максимального насичення соняшником /О.І. Цюлюрик, С.М. Шевченко, Н.В. Гончар, О.М. Шевченко, К.А. Деревенець–Шевченко, Н.В. Швець // Науково–технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 2021, 174.
45. Цюлюрик О.І. Біологічна активність ґрунту короткоротаційної сівозміни за максимального насичення соняшником /О.І. Цюлюрик, С.М. Шевченко, Н.В. Гончар, О.М. Шевченко, К.А. Деревенець–Шевченко, Н.В.

Швець // Науково–технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 2021, №30. С.105–117.

46. Цюлюрик О.І. Біологічна активність ґрунту короткоротаційної сівозміни за максимального насичення соняшником /О.І. Цюлюрик, С.М. Шевченко, Н.В. Гончар, О.М. Шевченко, К.А. Деревенець–Шевченко, Н.В. Швець // Науково–технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 2021, 174.

47. Чайковська Л.О., Баранська М.І, Овсієнко О.Л. та ін. Регулювання активності мікрофлори чорнозему південного в ризосфері озимої пшениці за впливу фосфатмобілізуєчих бактерій. Науковий вісник НУБіП. К., 2009. Вип. 140. С. 110–115.

48. Черенков А. В. Азотний режим ґрунту в посівах озимої пшениці та доцільність ранньовесняного підживлення в північному Степу України / А. В. Черенков, В. І. Чабан, В. Ю. Коваленко та ін. // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. 2008. – № 35 С. 119–121.

49. Шевченко А.О. Регулятори росту в рослинництві – ефективний елемент сільськогосподарських технологій. Стан та перспективи. Регулятори росту у землеробстві. Зб. наук. праць. К. 1999. С. 8–14.

50. Шевченко М., Десятник Л, Льборинець Ф., Шевченко С. Агросистемні методи регулювання волого–споживання в агроценозі. Науковий журнал Зернові культури. 2017. Т. 1. № 1. С. 119–123.

51. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в польових сівозмінах Лівобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук: спец. 06.01.01 «Загальне землеробство». Дніпропетровськ, 2015. 40 с.

52. Шевченко М.С. Вплив основного обробітку ґрунту і мінеральних добрив на врожай пшениці озимої в умовах чекових зрошувальних систем / М.С. Шевченко, С.М. Шевченко, А.В. Поленок // Бюлетень Інституту зернового господарства НААН. – Дніпропетровськ, 2011. – №40. – С. 81–85.

53. Achankeng E., Cornelis W. Conservation tillage effects on European crop yields: A meta-analysis. *Field Crops Research*. 2023. 298(3), 108967.

54. Chushkina I., Hapich H., Matukhno O., Pavlychenko A., Kovalenko V., Sherstiuk Y., Loss of small rivers across the steppe: Climate change or the hand of man. Case study of the Chaplynka River. *International Journal of Environmental Studies*, 2024. 81(2), 1–15.

55. Schelegel A.I. Long – term tillage on yeelol and yield and water use of grain sorghum and winter wheat / A.I.Schegel, Y. Assefa, C.R. Thompson // *Agronomy Journal*, 2018, Vol. 110. №1. P. 269–280.

56. Tsyliuryk, O.I., Shevchenko, S.M., Shevchenko, O.M., Shvec, N.V., Nikulin, V.O., Ostapchuk, Ya.V. (2017). Effect of the soil cultivation and fertilization on the abundance and species diversity of weeds in corn farmed ecosystems. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(3), 154–159.

57. Vencovski R., Crossa J. Measurements of representativeness used in genetic resources conservation and plant breeding. / R. Vencovski, J. Crossa // *Crop Sci*. 2003. Vol. 43(6). P. 1912–1921.