

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 ЯЧМЕНЮ  
ЯРОГО НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ В УМОВАХ  
ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА «АГРОІНТЕР»  
СИНЕЛЬНИКІВСЬКОГО РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Здобувач \_\_\_\_\_ Дмитро БУГРІЙ

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

**Бугрія Дмитра Петровича**

- 1. Тема роботи:** Вплив елементів технології вирощування ячменю ярого 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 – ячмінь ярий
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)** встановити реакцію сорту Гіакінт на норми висіву 3,0–4,0–5,0 млн схожих насінин/га щодо польової схожості та стартової щільності стеблостою; оцінити вплив регуляторів росту різної природи (Модус – трінексапак-етил; Стабілан 750 SL – хлормекват-хлорид; Меквалан 750 РК – хлормекват-хлорид) у поєднанні з нормами висіву на динаміку площі листової поверхні; визначити густоту продуктивних рослин і кількість продуктивних стебел, розрахувати коефіцієнт продуктивного кущення залежно від норми висіву та ретардантів; дослідити елементи структури врожаю – масу зерна з колосу, озерненість колосу та масу 1000 зерен – і встановити їхній внесок у формування врожайності; визначити врожайність зерна та соломи, розрахувати індекс врожаю для різних комбінацій «норма висіву × регулятор росту»; оцінити показники якості зерна та їхню залежність від густоти стояння і морфорегуляції; провести кореляційно-регресійний

аналіз зв'язків між ключовими ознаками продукційного процесу та врожайністю; виконати дисперсійний аналіз і встановити статистичну істотність впливу факторів та їхньої взаємодії; розрахувати НІР<sub>05</sub>.

## **5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)**

План-схема землекористування господарства

**6. Дата видачі завдання:** \_\_\_\_\_

Керівник

кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ Ірина СОЛОГУБ  
(підпис)

Завдання прийняв

до виконання

\_\_\_\_\_ Дмитро БУГРІЙ  
(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

\_\_\_\_\_ Дмитро БУГРІЙ  
(підпис)

Керівник

кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ Ірина СОЛОГУБ  
(підпис)

## ЗМІСТ

	стр.
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ	10
1.1. Біологічні, морфологічні, господарські та сортові особливості ячменю ярого	10
1.2. Передпосівна обробка насіння ярого ячменю	14
1.3. Вплив норми висіву насіння на ріст, розвиток і продуктивність ярого ячменю	16
1.4. Регулятори росту та розвитку рослин ярого ячменю	19
1.5. Застосування мінеральних добрив при вирощуванні ярого ячменю	21
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	25
2.1. Об'єкт експериментальних досліджень	25
2.2. Агрометеорологічна характеристика періоду досліджень	26
2.3. Характеристика ґрунтів дослідної ділянки	29
2.4. Організація та методи проведення досліджень	32
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	35
3.1. Польова схожість ячменю залежно від норми висіву та застосування регуляторів росту	35
3.2. Динаміка площі листкової поверхні за фазами розвитку залежно від норми висіву та ретардантів	37
3.3. Кількість продуктивних рослин і стебел залежно від норми висіву та ретардантів	40
3.4. Продуктивність і озерненість колосу залежно від норми висіву та ретардантів	42

3.5. Маса 1000 зерен залежно від норми висіву та застосування ретардантів	44
3.6. Урожайність зерна залежно від норми висіву та застосування ретардантів	46
3.7. Урожайність соломи залежно від норми висіву та застосування ретардантів	48
3.8. Якість зерна: натура, плівчастість і вміст білка залежно від норми висіву та ретардантів	50
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО	53
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	56
5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві	56
5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві	56
5.3. Вимоги охорони праці під час перемішування, заправки та внесення пестицидів	58
5.4. Заходи з покращення стану охорони праці в фермерському господарстві	62
ВИСНОВКИ	64
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	67

## РЕФЕРАТ

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

**Об'єкт вивчення.** Процес формування продуктивності ячменю ярого.

**Предмет дослідження.** Сорт ячменю ярого Гіакінт.

**Методи дослідження.** Польовий експеримент у виробничих умовах із рандомізацією варіантів і повторністю; агрофізичні та агрохімічні аналізи ґрунту за чинними ДСТУ; біометричні обліки густоти стояння, продуктивного кущення та площі листкової поверхні; визначення елементів структури врожаю і врожайності за методикою державного сортовипробування; оцінка якості зерна; економічні розрахунки валової вартості, собівартості, прибутку та рентабельності; статистична обробка матеріалів дисперсійним, кореляційним і регресійним аналізами.

**Наукова новизна.** Отримані закономірності поглиблюють уявлення про механізми впливу норми висіву та морфорегуляції на продукційний процес ярого ячменю в аридних умовах – через керування архітектонікою стеблостою, динамікою листкової поверхні та перерозподілом асимілянтів. Практичні рекомендації щодо поєднання густоти і ретардантів можуть бути безпосередньо інтегровані у технологічні карти ФГ «Агроінтер» та інших господарств Північного Степу для підвищення урожайності.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і рекомендацій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 72 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 12 таблиць. Список використаних джерел складається з 61 найменувань.

**Ключові слова:** ЯЧМІНЬ ЯРИЙ, АГРОТЕХНІКА, МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА, РЕТАРДАНТИ, УРОЖАЙНІСТЬ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Підвищення ефективності вирощування ярого ячменю у Північному Степу України визначається поєднанням двох чинників – аридизації клімату та подорожчання ресурсів. За таких умов ключовими важелями керування продукційним процесом стають раціональна густота стояння і морфорегуляція, що впливають на архітектуру рослин, стійкість до вилягання, фотосинтетичний потенціал і реалізацію врожаю. На виробничих посівах фермерських господарств, зокрема ФГ «Агроінтер» Синельниківського району, потреба у верифікованих нормах висіву та економічно виправданому використанні ретардантів є особливо високою, адже саме ці рішення формують баланс «урожайність – якість – собівартість».

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконано в руслі прикладних завдань агротехнологічної оптимізації зернового клину Північного Степу та узгоджено з тематикою ДУ «Інститут зернових культур НААН України» щодо підвищення продуктивності ячменю за рахунок удосконалення елементів технології вирощування. Результати роботи корелюють із виробничими планами ФГ «Агроінтер» щодо адаптації технологій до посушливих сезонів і зниження питомих витрат на тонну продукції.

**Мета досліджень.** Встановити оптимальне поєднання норми висіву й застосування регуляторів росту для ярого ячменю сорту Гіакінт у виробничих умовах ФГ «Агроінтер», що забезпечує максимізацію врожайності та покращення показників якості зерна за зниження собівартості.

**Завдання досліджень.** Охарактеризувати природно-кліматичні та ґрунтово-агрохімічні умови зони досліджень ФГ «Агроінтер» і визначити їхній вплив на формування продуктивності ярого ячменю. Встановити реакцію сорту Гіакінт на норми висіву 3,0–4,0–5,0 млн схожих насінин/га щодо польової схожості та стартової щільності стеблостою. Оцінити вплив регуляторів росту різної природи (Модус – трінексапак-етил; Стабілан 750 SL

– хлормекват-хлорид; Меквалан 750 РК – хлормекват-хлорид) у поєднанні з нормами висіву на динаміку площі листкової поверхні у фазах кущення, виходу в трубку, колосіння та молочної стиглості. Визначити густоту продуктивних рослин і кількість продуктивних стебел, розрахувати коефіцієнт продуктивного кущення залежно від норми висіву та ретардантів. Дослідити елементи структури врожаю – масу зерна з колосу, озерненість колосу та масу 1000 зерен – і встановити їхній внесок у формування врожайності. Визначити врожайність зерна та соломи, розрахувати індекс урожаю для різних комбінацій «норма висіву × регулятор росту». Оцінити показники якості зерна (натура, плівчастість, вміст білка) та їхню залежність від густоти стояння і морфорегуляції. Провести кореляційно-регресійний аналіз зв'язків між ключовими ознаками продукційного процесу (площа листкової поверхні у вихід у трубку, продуктивні стебла, маса 1000 зерен) та врожайністю. Виконати дисперсійний аналіз і встановити статистичну істотність впливу факторів та їхньої взаємодії; розрахувати НІР05 для основних показників. Здійснити економічну оцінку варіантів технології: визначити валову вартість продукції, виробничі витрати, собівартість 1 т зерна, умовно чистий прибуток і рівень рентабельності. Інтегрувати отримані результати та обґрунтувати оптимальне поєднання норми висіву і регулятора росту за критеріями «урожайність – якість – собівартість – прибуток – рентабельність». Сформулювати практичні рекомендації для впровадження у виробничих умовах ФГ «Агроінтер» та господарств Північного Степу.

**Об'єкт вивчення.** Процес формування продуктивності ячменю ярого.

**Предмет дослідження.** Сорт ячменю ярого Гіакінт.

**Методи дослідження.** Польовий експеримент у виробничих умовах із рендомізацією варіантів і повторністю; фенологічні спостереження за шкалами ВВСН; агрофізичні та агрохімічні аналізи ґрунту за чинними ДСТУ; біометричні обліки густоти стояння, продуктивного кущення та площі листкової поверхні; визначення елементів структури врожаю і врожайності за методикою державного сортовипробування; оцінка якості зерна (натура,

плівчастість, білок); економічні розрахунки валової вартості, собівартості, прибутку та рентабельності; статистична обробка матеріалів дисперсійним, кореляційним і регресійним аналізами.

**Наукова новизна.** Уперше для виробничих умов ФГ «Агроінтер» обґрунтовано параметри густоти стояння ярого ячменю сорту Гіакінт і встановлено диференційований ефект ретардантів різної природи на формування листової поверхні, продуктивного кущення, елементів структури врожаю та інтегральні показники якості в посушливому сезоні. Показано, що середня густина посіву у поєднанні з ССС-регуляцією або трінексапак-етилом забезпечує мінімізацію собівартості за одночасного зростання врожайності й натуре зерна.

**Теоретична та практична значимість.** Отримані закономірності поглиблюють уявлення про механізми впливу норми висіву та морфорегуляції на продукційний процес ярого ячменю в аридних умовах – через керування архітектонікою стеблостою, динамікою листової поверхні та перерозподілом асимілянтів. Практичні рекомендації щодо поєднання густоти і ретардантів можуть бути безпосередньо інтегровані у технологічні карти ФГ «Агроінтер» та інших господарств Північного Степу для підвищення урожайності, поліпшення якості та зниження собівартості продукції.

**Особистий внесок.** Автором сформульовано мету і завдання, спроектовано схему та організовано польовий експеримент, проведено фенологічні, біометричні та аналітичні обліки, виконано статистичну й економічну обробку даних, підготовлено і проаналізовано таблиці та рисунки, написано основні розділи роботи та сформовано висновки і практичні рекомендації.

**Апробація результатів дипломної роботи.** Основні положення роботи доповідалися та обговорювалися на засіданні профільної кафедри, представлені на виробничих нарадах ФГ «Агроінтер» і відображені в тезах доповідей на всеукраїнському науково-практичному заході з проблем підвищення ефективності вирощування зернових культур у Степовій зоні.

Дипломна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і пропозицій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 72 сторінок комп'ютерного тексту, включаючи 12 таблиць. Список використаних джерел складається з 61 найменувань.

## РОЗДІЛ 1

# БІОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ

### 1.1. Біологічні, морфологічні, господарські та сортові особливості ячменю ярого

Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.) – одна з базових культур Північного Степу України завдяки короткому вегетаційному періоду, високій екологічній пластичності та здатності формувати стабільну врожайність за обмеженого зволоження. Для фермерського господарства «Агроінтер» Синельниківського району ця культура є технологічно зручною ланкою у зерново-технічних сівозмінах і надійним резервом ранньовесняного завантаження техніки [5; 21].

Біологічні особливості. Насіння проростає за 1–3 °С, дружні сходи формуються за 5–7 °С, оптимум росту у більшості фаз 12–18 °С. Молоді рослини витримують короткочасні приморозки до –6 °С, що дозволяє проводити максимально ранню сівбу у «холодне вікно» та використовувати ґрунтову вологу кінця зими – початку весни [9; 21]. Культура С3-типу фотосинтезу з помірною фотоперіодичною чутливістю, не потребує яровизації та швидко проходить ранні фази органогенезу. Сумарна потреба в теплі на період вегетації зазвичай становить 900–1200 °С вище 5 °С, тривалість вегетації 80–100 діб залежно від сорту й строків сівби [17; 21]. Посухостійкість відносно висока завдяки швидкому старту й помірній біомасі, однак культура чутлива до водного дефіциту у фазах виходу в трубку – колосіння – наливу зерна. Критичним є водозабезпечення у період від появи прапорцевого листка до завершення наливу – саме тоді закладається кількість та виповненість зерен [8; 24]. Оптимальна реакція ґрунтового розчину нейтральна або слабколужна, культура толерантна до карбонатності та середнього вмісту солей, але погано переносить перезволоження й застій води на важких ґрунтах [21; 33].

Поживні потреби та живлення. Ярий ячмінь вибагливий до фосфору на старті вегетації – достатнє забезпечення Р покращує розвиток кореневої системи, кущення та енергію росту. Калій підвищує посухостійкість і стійкість до вилягання, азот формує продуктивність, але його надлишок погіршує стійкість до хвороб і, для пивоварного напрямку, підвищує білок понад цільові межі. У виробничій практиці Північного Степу орієнтуються на помірні дози NPK із фазовою корекцією за вологозабезпеченням весни та цільовим використанням зерна [21; 33].

Морфологічні особливості. Коренева система мичкувата, основна маса коренів концентрується у шарі 0–30 см із проникненням окремих коренів до 0,8–1,0 м за сприятливої щільності та вологозапасів. Це підкреслює значення усунення плужної підшви й підтримання структури орного шару для інфільтрації та аерації [21; 24]. Стебло – порожниста соломина з 5–7 міжвузлами, більшість сучасних сортів має висоту 60–90 см залежно від густоти й живлення. Листок лінійно-ланцетний із добре розвиненими язичком і вушками, листковий апарат швидко замикає міжряддя, формуючи піковий індекс листової поверхні у фазі колосіння – молочної стиглості. Суцвіття – складний колос з трьома колосками у вузлі, що зумовлює існування дворядних і шестирядних форм. Дворядні зазвичай забезпечують кращу вирівняність зерна і вище цінуються у пивоварному напрямі, шестирядні – потенційно продуктивніші у фуражному використанні [5; 21]. Зернівка видовжена, маса 1000 зерен 35–50 г у продовольчо-кормових типів і 38–45 г у пивоварних за дотримання технологічної дисципліни [10; 21].

Господарсько-цінні властивості та напрями використання. Культура універсальна – фураж, продовольче й пивоварне використання. Для солодового напрямку критичні помірний вміст білка, висока вирівняність фракцій і стабільна маса 1000 зерен, що досягається збалансованою нормою висіву та обмеженою азотною підтримкою. Для фуражного напрямку пріоритетом є максимізація чистого врожаю за збереження стійкості до вилягання та хвороб [10; 21]. Елементи структури врожаю – продуктивна

кущистість, кількість продуктивних стебел, зерен у колосі та маса 1000 зерен – найефективніше регулюються нормою висіву, строками сівби та фазово орієнтованим живленням з урахуванням запасів вологи навесні [23; 26].

Технологічні параметри сівби та догляду. Ранньовесняна сівба забезпечує перевагу вологозапасів і знижує ризик теплового стресу у квітні – травні. Рекомендована глибина загортання 3–5 см, за пересихання верхнього шару – до 5–6 см. Традиційні міжряддя 12,5–15 см, посівне ложе – вирівняне, помірно ущільнене для інтенсивного капілярного підтягування вологи. Норму висіву добирають під цільову кількість продуктивних стебел з урахуванням сорту, агрофону та очікуваного ГТК – у посушливі роки доцільно уникати надмірного загущення, щоб не посилювати внутрішньовидову конкуренцію за вологу [21; 23]. Критичний період чистоти посівів – від 2–3 листків до завершення кущення, тому своєчасність гербокорекції визначає стартову динаміку формування колоса і, відповідно, потенціал врожайності [24; 26].

Фітосанітарні аспекти та регулятори росту. Найпоширеніші хвороби – борошниста роса, сітчаста плямистість, темно-бурі плямистості, ринхоспоріоз, іржі; з шкідників важливі злакові попелиці та трипси, які, крім прямої шкоди, переносять вірусні інфекції. Надлишок азоту та загущення посилюють ризики вилягання й ураження листкового апарату. Застосування ретардантів у фазі ВВСН 30–32 та фунгіцидів за порогами шкодочинності дозволяє стабілізувати конструкцію рослини й подовжити активність прапорцевого листка – головного донора асимілянтів для колоса [15; 16]. Інтегрований захист з фокусом на ранньовесняну чистоту посівів та моніторинг листкових інфекцій є базою керованості технології [24; 26].

Якість зерна та збирання. Для пивоварного використання важлива стабільність білка у цільовому діапазоні, висока натура та вирівняність фракцій. Рання, але фізіологічно обґрунтована дата збирання з мінімальними втратами і механічними пошкодженнями є запорукою збереження посівних і переробних якостей. Коректне підсушування до базисної вологості та

дбайливе очищення попереджають самозігрівання і втрату якості партії [10; 21].

Сортові особливості та селекційно-технологічні пріоритети. Асортимент, придатний до поширення в Україні, регулярно оновлюється – сучасні сорти орієнтовані на жаро- та посухостійкість, стійкість до вилягання, толерантність до листових інфекцій і стабільну масу 1000 зерен під мінливі погодні умови. Для Північного Степу доцільні середньорослі або напівкарликові генотипи з помірною кущистістю та високою здатністю компенсувати врожай за рахунок зерен у колосі. Практично виправдано тестувати 2–3 сорти різних селекційних центрів у поєднанні з варіацією норми висіву й елементів живлення, щоб ідентифікувати найкращу комбінацію для поля господарства «Агроінтер» [12; 31].

Обмеження та ризики вирощування. Культура не переносить тривалого перезволоження, чутлива до ущільнення верхнього шару – за щільності понад оптимум погіршується проростання, зростає неоднорідність сходів і нерівномірність кущення. На карбонатних чорноземах за нестачі мікроелементів можливі прояви дефіциту міді та марганцю, що відбивається на стійкості до вилягання та здоров'ї листка. У посушливі роки надмірна норма висіву та високі дози азоту підвищують ризик зрідження посівів у фазі наливу. Нівелювання цих ризиків досягається вирівняним посівним ложем, коректною нормою висіву, збалансованим NPK, мікроелементною підтримкою за результатами ґрунтової діагностики та своєчасним застосуванням регуляторів росту [21; 33].

Отже, біологія ячменю ярого диктує пріоритет ранньої сівби, збереження стартової вологи, формування рівномірної густоти стояння та збалансованого живлення з фазовою корекцією. Для солодового напрямку акцент робиться на керованій інтенсивності з обмеженим азотом і стабілізацією рослинного каркаса, для фуражного – на максимізації чистого врожаю за мінімізації стресів. В умовах «Агроінтер» раціонально поєднати ранню сівбу, оптимізовану норму висіву під прогноз ГТК, помірне азотно-

фосфорне живлення та інтегрований захист, що забезпечить однорідну структуру посіву й стабільну реалізацію потенціалу сорту в кліматі Північного Степу [16; 21].

## **1.2. Передпосівна обробка насіння ярого ячменю**

Передпосівна обробка забезпечує санітаризацію насіння, вирівнювання та прискорення сходів, зниження стартового стресу у ґрунтах Північного Степу з дефіцитом вологи. Для умов фермерського господарства «Агроінтер» доцільно поєднувати фунгіцидне протруювання із мікроелементною підтримкою та, за потреби, біологічними агентами, дотримуючись сумісності та регламентів застосування [9, 21].

Оптимальні посівні якості: лабораторна схожість  $\geq 92$  %, енергія проростання не нижче 85 %, маса 1000 насінин у межах сортової норми, вологість 12–14 %. Калібрування фракції покращує рівномірність висіву та зменшує розриви у фазах розвитку, що особливо важливо за нестабільного зволоження весною [9, 21].

Фітосанітарна мета протруювання – контроль сажкових хвороб (летюча та тверда сажка), комплексу корневих гнилей та ранніх ґрунтових інфекцій. Доцільні системні діючі речовини групи триазолів у комбінаціях з контактними компонентами проти пліснявіння та ґрунтових патогенів; робочу норму обирають за етикеткою конкретного препарату, орієнтовно у межах 0,2–0,6 л/т готової формуляції, з витратою робочої рідини 8–12 л/т для повного та рівномірного покриття зернівки [21].

Мікроелементне протруювання доцільне з акцентом на марганець і мідь, дефіцит яких у Степу посилює ризик плямистостей і уповільнює ранній ріст. Рекомендовано додавати у бакову суміш хелатні форми Mn та Cu у малих дозах, що не погіршують плинність насіння; загалом це підвищує енергію проростання і стійкість проростків до короткочасних холодів і посух [21].

За наявності ризику ґрунтових шкідників ранньовесняного періоду допускається інсектицидна складова у складі протруйника, але лише в межах

чинних регламентів і з урахуванням сумісності з фунгіцидом та мікродобавками. У випадку обмежень щодо діючих речовин доцільно перейти на ґрунтові або післясходові інсектицидні рішення за моніторингом [9].

Використання біологічних препаратів на основі *Trichoderma* та антагоністичних *Bacillus/Pseudomonas* виправдане для колонізації ризосфери та зниження тиску ґрунтових інфекцій; їх включають лише після перевірки фізико-хімічної сумісності з фунгіцидною основою та оцінки життєздатності штамів у баковій суміші. За ранніх строків сівби доцільний помірний осмопримінг з подальшим підсушуванням до кондиційної вологості – це скорочує лаг-фазу та вирівнює сходи у прохолодний ґрунт [9, 21].

Технологічні вимоги: температура насіння не нижче 10 °С, рівномірне нанесення з полімерним плівкоутворювачем для зменшення пилоутворення і покращення текучості, висів протягом 15–30 діб після обробки. Контроль якості здійснюють через вибірковий посів у лотках/мікроділянках та візуальну оцінку рівномірності покриття; змішування обробленого і необробленого насіння під час транспортування не допускається [21].

Очікуваний ефект у виробничих умовах Північного Степу – підвищення польової схожості та збереженості рослин на 4–7 %, скорочення періоду від сівби до куцнення на 2–3 доби, зниження ураженості сажковими та кореневими гнилями і, як наслідок, приріст урожайності за посушливого сценарію сезону у межах 0,15–0,30 т/га за рахунок більш рівномірного стеблостою та збереження продуктивних стебел [9, 21].

Заходи безпеки: роботу виконують на твердому майданчику з бортиком, у ЗІЗ (хімстійкі рукавиці, окуляри/щиток, респіратор), із забезпеченням доступу до питної води та місць для гігієни; тару промивають і утилізують згідно з етикеткою препарату та локальними інструкціями охорони праці [7, 21].

### **1.3. Вплив норми висіву насіння на ріст, розвиток і продуктивність ярого ячменю**

Норма висіву є одним із найсильніших керувальних важелів у технології ярого ячменю, оскільки безпосередньо визначає стартову густоту, інтенсивність внутрішньовидової конкуренції, характер кушення та формування елементів структури врожаю. За однакового агрофону зміна норми висіву зумовлює зсув балансу між кількістю продуктивних стебел на одиниці площі та масою 1000 зерен, що в посушливих умовах Північного Степу особливо чутливо відбивається на кінцевій урожайності й якості зерна [21; 26].

Біологічні механізми реагування. За зниженої норми висіву рослини мають більший простір живлення, активніше кушаться і формують потужнішу кореневу систему, що покращує використання весняних запасів вологи, однак повільніше замикають полог, поступаючись бур'янам на ранніх етапах і ризикують недоброти колосків на площі [24; 41]. За підвищеної норми висіву зростає частка головних пагонів і швидше формується листковий полог, що підсилює конкурентоспроможність проти бур'янів і підвищує індекс листкової поверхні у фазі виходу в трубку – колосіння, проте збільшується конкуренція за вологу та мінеральне живлення, тоншає соломина, зростає ймовірність вилягання і прискорюється старіння листків у період наливу [23; 26].

Вплив на елементи структури врожаю. Підвищення густоти стояння, як правило, збільшує кількість продуктивних стебел на м<sup>2</sup>, але зменшує середню кількість зерен у колосі та масу 1000 зерен через дефіцит ресурсів у критичні фази наливу. За знижених норм висіву ситуація протилежна: більша маса 1000 зерен і виповненість, проте менше колосків на площі. У підсумку існує оптимум норми висіву, в якому добуток «продуктивні стебла × зерна в колосі × маса 1000 зерен» максимальний з урахуванням погодного фону конкретного року [25; 40].

Кліматична та ґрунтова зумовленість оптимуму. У зонах недостатнього зволоження оптимальна норма висіву нижча, ніж у Лісостепу, щоб не

перевантажувати вологою вегетативну масу і не загострювати внутрішньовидову конкуренцію влітку. Для Північного Степу раціонально орієнтуватися на діапазон 3,0–4,5 млн схожих насінин/га зі зміною кроком залежно від прогнозованого гідротермічного коефіцієнта весни, строку сівби та запланованого напрямку використання зерна [21; 23]. За ранньої сівби на добре підготовленому ложі й достатніх весняних запасах вологи доцільні 3,5–4,0 млн, за пізнішої сівби чи ризику зрідження посівів – 4,5–5,0 млн, за вираженого дефіциту вологи та прогнозованого  $ГТК \leq 0,7$  – 3,0–3,5 млн, щоб не спровокувати передчасне вилягання і прискорене старіння листка під час наливу [23; 26].

Строки сівби та норма висіву як взаємодіючі чинники. Запізнення із сівбою зменшує тривалість періоду кушення і підвищує потребу у компенсації густотою. Тому у виробничій практиці під пізніші строки, холодні ґрунти або ризик підвищених польових втрат використовують верхню межу діапазону, тоді як у ранні строки з доброю якістю передпосівного обробітку ефективні помірні норми висіву, що зберігають потенціал маси 1000 зерен [21; 24].

Вплив на фітосанітарний стан та вилягання. Більш густа стояння швидше замикає міжряддя, зменшує освітленість ґрунту та пригнічує сходи ярих дводольних бур'янів, однак формує вологіший мікроклімат у полозі, що підвищує ризик борошністої роси та плямистостей. Надмірно високі норми висіву за підвищеного азотного фону збільшують вразливість до вилягання на етапі молочно-воскової стиглості та ускладнюють збирання [15; 24].

Якість зерна та технологічний напрям. Для пивоварного призначення доцільні помірні норми висіву у поєднанні з обмеженим азотом, що сприяє формуванню вирівняної фракції з цільовим вмістом білка та натурою. Для фуражного напрямку допускається дещо вища густота, коли пріоритетом є валовий збір, але без критичного зростання ризику вилягання та листових інфекцій [10; 21].

Практичні орієнтири для господарства «Агроінтер». З урахуванням польових умов Північного Степу та виробничих завдань господарства

раціонально закладати дослідження й вести практику в межах шкали норм висіву 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0 млн схожих насінин/га – це дає можливість чітко побачити «вікно оптимуму» за різних років вологозабезпечення та агрофону [21; 23]. Цільова кінцева густина продуктивних стебел для забезпечення стабільної урожайності у степових умовах зазвичай становить 400–550 шт./м<sup>2</sup> з урахуванням компенсаторної здатності сорту до кушення і польової схожості [26; 40].

Розрахунок норми висіву і приклад. Норму висіву доцільно визначати від зворотного – від цільової кількості продуктивних стебел і очікуваних втрат. Узагальнено: норма висіву, млн нас./га = цільова густина, тис. росл./га ÷ очікувана збереженість від висіву до збирання.

У ваговому виразі: норма висіву, кг/га  $\approx$  (ТКВ, г × норма, млн) ÷ 10. Наприклад, за ТКВ 40 г і нормі 4,0 млн отримаємо близько 160 кг/га, за 3,5 млн – близько 140 кг/га. Корекцію роблять з урахуванням лабораторної та польової схожості, якості підготовки ложа і прогнозу погоди на 10–14 діб [21; 23].

Взаємодія з живленням і регуляторами росту. За верхніх меж норми висіву виправдане застосування ретардантів у ВВСН 30–32 для зниження ризику вилягання, а також більш дробне азотне живлення, щоб уникнути «пікового» навантаження на стеблостій. За нижчих норм висіву доцільна стартова фосфорна підтримка та ретельний ранній контроль бур'янів, аби реалізувати компенсаторний потенціал кушення [16; 24].

Отже, у степових умовах норма висіву працює як тонке налаштування між густиною, кушенням і масою зерна. Надмірне загущення під час посухи призводить до швидкого вичерпання запасів вологи та редукції колоса, тоді як занадто рідкі посіви не використовують простір і програють конкуренцію бур'янам. Оптимальний діапазон 3,5–4,5 млн схожих насінин/га для ранньої сівби на вирівняному ложі забезпечує стійкий баланс елементів продуктивності; межі 3,0–3,5 млн доцільні для прогнозовано сухих весен, а 4,5–5,0 млн – для пізніх строків і підвищеного ризику зрідження посівів.

Остаточний вибір має спиратися на тип сорту, мету використання зерна та оперативний моніторинг вологи й температур на старті вегетації [21; 23].

#### **1.4. Регулятори росту та розвитку рослин ярого ячменю**

Регулятори росту рослин (РРР) у ярого ячменю виконують насамперед антистресову й морфорегулюючу функцію: обмежують надмірний подовжній ріст під час стеблуння, знижують ризик вилягання, оптимізують розподіл асимілятів між кореневою системою та генеративними органами, що підвищує стабільність урожайності у роки з контрастним зволоженням. У Північному Степу, де поєднуються короткий період активної вегетації й дефіцит весняно-літньої вологи, застосування РРР доцільне насамперед у технологіях з підвищеною нормою висіву та інтенсивним азотним живленням, коли зростає ймовірність переростання й вилягання стеблостою [15, 29].

За механізмом дії ключову групу становлять інгібітори біосинтезу гіберелінів, що гальмують подовження міжвузлів і зміцнюють стебло. До них належать хлормекват-хлорид та тринексапак-етил; у менших дозах і в комбінаціях у зернових застосовують прохидион-Са та інші регулятори з подібним ефектом. Фізіологічно це супроводжується потовщенням механічних тканин, збільшенням діаметра стебла, кращою вкоріненістю й помірним перерозподілом асимілятів на користь колоса без суттєвого впливу на фотосинтетичний потенціал, якщо дози підібрані коректно [16, 45].

Практичні ефекти в ярого ячменю включають зменшення висоти рослин орієнтовно на 8–20 %, підвищення стійкості до вилягання, вирівнювання стеблостою та збереження продуктивних стебел під час посухи й вітрових навантажень. Вплив на врожайність зазвичай проявляється як «захист потенціалу» – регулятори рідко істотно підвищують урожай у сприятливі роки, проте зменшують втрати у стресові сезони та на перехарчованих або загущених посівах. Для пивоварного напрямку важливо враховувати, що надмірне скорочення вегетативної маси й жорстка економія азоту можуть

знижувати масу 1000 зерен і змінювати вміст білка, тому норми РРР узгоджують із цілями якості зерна [42, 46].

Оптимальні фази застосування. На етапі кущення (ВВСН 21–29) доречні менші дози хлормекват-хлориду для стримання раннього видовження й стимулювання формування кореневої системи та продуктивних пагонів. На початку стеблуння, перше міжвузля – колінце в трубці (ВВСН 30–32), ефективний тринексапак-етил як «якір» висоти та міцності стебла. У фазі прапорцевого листка (ВВСН 37) можливе коригувальне внесення за високого ризику вилягання, проте в умовах Степу його використовують обмежено через імовірність теплового та водного стресу в другій половині вегетації [15, 29].

Рекомендовані діапазони норм діючої речовини для ярого ячменю у виробничих умовах Північного Степу: хлормекват-хлорид 600–1 200 г д. р./га переважно у ВВСН 21–29; тринексапак-етил 60–120 г д. р./га у ВВСН 30–32. Конкретні дози уточнюють за етикеткою з урахуванням густоти, запланованої дози азоту, сортової схильності до вилягання та прогнозу погоди. Об'єм робочої рідини зазвичай 200–300 л/га для рівномірного покриття щільного ячмінного пологу [16, 60].

Взаємодія з елементами технології. Ефект РРР зростає із підвищенням норми висіву та дози азоту, а також на вирівняних, родючих чорноземах з високою забезпеченістю вологою на старті. За низької густоти або дефіциту азоту регулятори застосовують обережно, щоб не надмірно обмежити листову поверхню. У сумішах із гербіцидами слід уникати поєднання з жорсткими ALS-інгібіторами в холодну або посушливу погоду, аби не посилити стрес; якщо бакова суміш необхідна, обирають м'які схеми, додають ПАР лише за регламентом і контролюють рН розчину [29, 45].

Погодні обмеження. Не обробляють культури за ризику нічних приморозків, у періодів спеки понад 25–28 °С у день внесення, а також у фазі активної посухи без перспективи опадів – за таких умов регулятор може підсилити скорочення листової поверхні й зменшити масу зерна. Оптимальні

умови – помірна температура 10–20 °С, відсутність сильного вітру та опадів протягом 3–4 годин після внесення [42, 49].

Очікувані результати для ФГ «Агроінтер». За інтенсивної схеми з нормою висіву 4,5–5,5 млн схожих насінин/га та загальною дозою азоту 60–90 кг д. р./га застосування хлормекват-хлориду у ВВСН 23–25 у нижчій половині діапазону й тринексапак-етилу у ВВСН 31–32 у середній нормі забезпечить зниження висоти на 10–15 %, скорочення полягання на 60–80 % і збереження 0,2–0,4 т/га врожаю у посушливі, вітряні сезони завдяки стабілізації стеблостою та вирівнюванню досягання [16, 60].

Контроль якості та безпека. Необхідні обприскувачі з каліброваними форсунками й контролем робочого тиску, ретельне перемішування бакових сумішей, санітарний режим і ЗІЗ персоналу. Доцільно закладати внутрішньогосподарські «свідки» без РРР для порівняння висоти, полягання та врожайності й коригування норм у наступному сезоні [21, 39].

Узагальнюючи, регулятори росту – інструмент керування архітектонікою посіву ярого ячменю, що підвищує стійкість технології до погодно-кліматичної мінливості Північного Степу. Їх ефективність максимальна при точній фазовій прив'язці, збалансованому азотному живленні та реалістичній густоті стояння, а ризики мінімізуються дотриманням регламентів і погодних «вікон» внесення [15, 29].

### **1.5. Застосування мінеральних добрив при вирощуванні ярого ячменю**

Раціональне живлення ярого ячменю в умовах Північного Степу має враховувати коротку вегетацію, часті весняно-літні посухи й високі вимоги культури до раннього фосфорного забезпечення та помірного азотного фону, особливо для пивоварного напрямку. Базою для планування доз є результати агрохімічного обстеження за чинними методами відбору та аналізу ґрунтів, зокрема визначення рухомих форм Р і К за ДСТУ 4115–2002, а також облік цільового врожаю й варіанта використання соломи [11, 21].

Винос елементів і цільові дози. У середньому з 1 т зерна та відповідної кількості соломи ячмінь виносить близько 22–25 кг N, 9–12 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> і 18–22 кг K<sub>2</sub>O; за вивезення соломи потреба в калії суттєво зростає. Для врожайності 3,0–3,5 т/га пивоварного напрямку орієнтовні стартові дози становлять N 40–70, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 30–50, K<sub>2</sub>O 30–50 кг/га; для фуражного зерна 4,0–4,5 т/га – N 70–90, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 40–60, K<sub>2</sub>O 40–60 кг/га з корекцією за фактичною забезпеченістю ґрунту [21, 33].

Азот (N). Азот формує продуктивне кушення, довжину колоса й масу 1000 зерен, але його надлишок підвищує ризик вилягання та протеїну понад пивоварні стандарти. У Степу оптимальна стратегія – дробне внесення: 30–40 % до передпосівного обробітку або в рядок-поруч як старт, 60–70 % у ВВСН 25–32 (активне кушення – початок стеблуння). Для пивоварного ячменю небажане будь-яке підживлення після ВВСН 31–32, щоб не підвищувати білок; для фуражного допустиме коригування 10–15 кг N/га у вигляді КАС чи розчину сечовини у ВВСН 37 за наявності ґрунтової вологи. Перевагу надають амонійно-амідним формам із швидким загортанням або інгібіторами уреаз/нітрифікації за ризику втрат [21, 33].

Фосфор (P). Фосфор критичний на старті – прискорює укорінення, формування вузла кушення та ранній перехід до генеративних органів. Найвища ефективність досягається за локального стрічкового внесення 5×5 см від насінини 30–40 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/га у вигляді амофосу/діамонійфосфату чи рідких поліфосфатів. Насіннево-рядкове внесення солей обмежують з міркувань сольового стресу: безпечна норма при розміщенні «в насіннєвій ложі» не перевищує 10–12 кг N+K<sub>2</sub>O/га та ~20–25 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/га, краще – у збоку-віднесеній стрічці [21, 9].

Калій (K). Калій підвищує водоутримання, роботу продихів і стійкість до полягання та хвороб. На чорноземах із середньою й підвищеною забезпеченістю K застосовують підтримувальні дози 30–50 кг K<sub>2</sub>O/га під основний обробіток або ранньовесняно; за вивезення соломи дозу збільшують.

Калій хлористий вносять завчасно з загортанням; підживлення KCl пізніми строками для пивоварного напрямку недоцільне [33, 21].

Сірка (S) і співвідношення N:S. Дефіцит S обмежує використання азоту та синтез білка. Рекомендовано 10–20 кг S/га як амоній-сульфат, KAC-32+тіосульфат амонію або гіпс заздалегідь, тримаючи співвідношення N:S у межах 10–15:1. Це особливо важливо на легших ґрунтах і після культур із високим винесенням S [21, 38].

Мікроелементи. На карбонатних і лужнуватих чорноземах частою є прихована нестача марганцю – доцільне позакореневе підживлення 1,0–3,0 кг/га  $MnSO_4$  або 0,5–1,0 кг/га Mn у хелатній формі у ВВСН 21–29. За симптомів цинкової недостатності – 0,3–0,5 кг/га Zn позакоренево. Мідь критичніша на легких піщаних і торфових ґрунтах, у Степу зазвичай точкове застосування 0,3–0,6 кг/га Cu. Бор використовують обережно – ячмінь чутливий до надлишку [21, 33].

Форми та розміщення. Стартовий P – локально у стрічку; основні K – під основний обробіток; N – частково до сівби, решта у фазові «вікна». KAC і розчини сечовини вносять у прохолодні години за відсутності спеки й вітру, уникаючи високих концентрацій, що викликають опіки. Будь-яку тверду форму азоту після розсіювання загортають або синхронізують з опадами, щоб мінімізувати втрати [21, 33].

Узгодження з нормою висіву, регуляторами росту та якістю зерна. Що вища густина і доза N – то більший ризик вилягання, тож азот узгоджують із застосуванням PPP у ВВСН 23–32. Для пивоварного зерна цільовий протеїн досягають помірним азотним фоном і відмовою від пізніх підживлень; для фуражного – допускається корекція N у прапорцевий листок за наявності вологи [15, 29].

Типові програмні схеми. Пивоварний напрям, 3,2–3,5 т/га за середньої забезпеченості P/K: N60 у два прийоми (30 до сівби + 30 у ВВСН 30–31),  $P_2O_5$  40 локально у стрічку,  $K_2O$  30 під основний, S 12 перед сівбою; Mn листково у ВВСН 25–29 за потреби. Пізні підживлення азотом не застосовують [21, 33].

Фуражний напрям, 4,2–4,5 т/га: N80–90 (30 до сівби + 45 у ВВСН 30–31 + 10–15 коригувально у ВВСН 37 за вологості), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 50 локально, K<sub>2</sub>O 50 під основний, S 15; можливе м'яке позакореневе підживлення карбамідом 8–10 кг N/га у ВВСН 37–39 за відсутності спеки [21, 33].

Агроекологічні та технологічні запобіжники. Уникати насіннєвого контакту з високосольовими добривами, не вносити азот перед прогнозованою тривалою засухою, дотримуватись калібрування обприскувачів і рівномірності розподілу. За високої забезпеченості К і Р доцільні підтримувальні або нульові дози з акцентом на стартовий Р і дробний N – це підвищує коефіцієнт використання поживних речовин у вододефіцитних умовах [21, 11].

Отже, для ярого ячменю в Північному Степу оптимальна стратегія живлення – це збалансований NPKS із локальним стартовим фосфором, дробним азотом до початку стеблуння, підтримувальним калієм і точковими мікроелементами за показами діагностики. Така схема стабілізує кущення, знижує ризик вилягання й забезпечує потрібні параметри урожайності та якості зерна у змінних гідротермічних умовах регіону [21, 33].

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Об'єкт експериментальних досліджень

Об'єктом є ярий ячмінь сорту Гіакінт – селекції ДУ «Інститут зернових культур НААН України». Саме ця установа виступає заявником у державній процедурі реєстрації сорту (заявка № 20020020 «Гіакінт», дата подання 14.09.2022), що підтверджує його походження та правовий статус для використання у виробничих і наукових цілях.

У досліді оцінюється реакція сорту Гіакінт на застосування регуляторів росту різних хімічних груп. Стабілан 750 SL – фірмовий препарат компанії Nufarm, діюча речовина хлормекват-хлорид 750 г/л, препаративна форма – розчинний концентрат. Його механізм дії пов'язаний з інгібуванням біосинтезу гіберелінів, що зменшує видовження міжвузлів, потовщує стінки стебла, підсилює стійкість до вилягання та, за раннього внесення, сприяє продуктивному куццю; застосовується на колосових від куццю до початку стеблуння з урахуванням фази ВВСН та агрофону. Оригінатор і власник торгової марки в Україні – «Нуфарм Україна».

Моддус 250 ЕС (Syngenta) містить трінексапак-етил 250 г/л, форма – концентрат емульсії. Препарат інгібує пізні ланки синтезу гіберелінів, різко обмежує видовження клітин, скорочує довжину міжвузлів і підсилює механічну міцність стебла; додатково відмічено позитивний вплив на розвиток кореневої системи та використання вологи в посушливих умовах. Для ярого ячменю оптимальним є внесення у фазі першого вузла (ВВСН 31) у рекомендованому виробником діапазоні, з дотриманням температурних і стресових обмежень; виробник та власник марки – Syngenta.

Меквалан 750 РК – регулятор росту на основі хлормекват-хлориду 750 г/л (розчинний концентрат), що за механізмом відповідає класу ССС-препаратів: він обмежує вертикальне ростання, підвищує міцність стебла й

зменшує ризик вилягання. У виробничих специфікаціях в Україні Меквалан представлений компанією Terra Vita, із зазначенням тарних форматів та призначення для зернових і ріпаку; у посівах ярого ячменю його застосовують переважно від кущення до початку стеблуння з урахуванням сортової чутливості та агрофону. Оригінатор/дистриб'ютор на українському ринку – Terra Vita.

Таким чином, у цьому підрозділі чітко ідентифіковано походження сорту й препаратів: сорт Гіакінт – ДУ «Інститут зернових культур НААН України»; Стабілан 750 SL – Nufarm; Моддус 250 EC – Syngenta; Меквалан 750 PK – Terra Vita. Дослід спрямований на кількісну оцінку того, як саме морфорегуляція ССС-препаратами та трінексапак-етилом впливає на висоту стебла, коефіцієнт продуктивного кущення, стійкість до вилягання та елементи структури врожаю ярого ячменю сорту Гіакінт у контексті технологій Північного Степу.

## **2.2. Агрометеорологічна характеристика періоду досліджень**

Дослідження виконували у посушливих умовах Північного Степу з помірно континентальним кліматом, де водний фактор традиційно є головним лімітатором урожайності соняшнику.

Перебіг погоди у 2025 році мав виразно аридний характер і супроводжувався підвищеним температурним фоном та хронічним дефіцитом опадів упродовж більшості вегетації. За січень–листопад фактична сума опадів склала 258 мм при середньобогаторічних 416 мм, тобто дефіцит досяг близько 38 %, а навіть за умови наближення грудневих опадів до норми річне забезпечення вологою залишалось б орієнтовно на 40–45 % нижчим від середніх багаторічних величин. Середня річна температура повітря становила 8,5 °С проти 8,2 °С за нормою, що посилювало випаровуваність і втрати вологи з ґрунту, особливо за наявності суховійних явищ улітку.

Весна 2025 року була контрастною за температурою й стабільно дефіцитною за опадами: у березні зафіксовано холодніше тло та 33 мм опадів

проти 44 мм у нормі; у квітні середньомісячна температура перевищувала норму на 2,9 °С при 26 мм опадів проти 35 мм; у травні випало 38 мм проти 52 мм. Отже, стартові запаси продуктивної вологи у кореневмісному шарі на момент сівби були зниженими, що підвищувало значущість технологічних прийомів, здатних покращити раннє живлення й водовикористання культури (табл. 1).

Таблиця 1

**Показники температури, вологості повітря та опадів  
(метеостанція), 2025 рік**

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С		Сума опадів, мм	
	середньо-багаторічна	2025 р.	середньо-багаторічна	2025 р.
Січень	-1,1	1,7	60	25
Лютий	-0,3	4,8	45	22
Березень	4,6	2,6	44	33
Квітень	11,7	14,6	35	26
Травень	17,0	15,4	52	38
Червень	20,7	22,9	47	27
Липень	23,6	23,9	43	18
Серпень	21,4	21,7	17	19
Вересень	15,4	17,5	15	7
Жовтень	11,4	11,5	26	19
Листопад	5,2	7,3	32	24
Грудень	1,2	4,2		
Всього за період вегетації	8,2	8,5	475,1	258,1

Найкритичнішим для соняшнику виявився літній період. У червні середня температура була на 2,2 °С вищою за норму при 27 мм опадів проти 47 мм, а в липні – найтеплішому місяці року – випало лише 18 мм опадів проти 43 мм за кліматичною нормою.

Сукупно за червень–липень випало лише 45 мм опадів проти 90 мм у середньобагаторічному розрізі, тобто вдвічі менше, що створило стійкий гідротермічний стрес у фазі інтенсивного росту, бутонізації, цвітіння та

початку наливу насіння. У серпні опади становили 19 мм, що близько до норми, однак цей локальний «плюс» не компенсував попередній дефіцит. В осінні місяці тепла погода зберігалася за браку вологи: у вересні випало лише 7 мм проти 15 мм у нормі, у жовтні – 19 мм проти 26 мм, у листопаді – 24 мм проти 32 мм; таким чином, відновлення вологозаряду орного профілю було обмеженим.

Загалом за активний період формування продуктивності соняшнику (квітень–вересень) сума опадів склала близько 135 мм проти 209 мм за нормою, що відповідає дефіциту приблизно 35 %. За таких умов орієнтовний гідротермічний коефіцієнт у відрізьку травень–серпень був нижчим за 0,5, що характеризує сильну посуху з очікуваним скороченням тривалості наливу, зменшенням площі асиміляційної поверхні та підвищенням ризику щуплості насіння.

Вказані агрометеорологічні особливості безпосередньо впливають на чутливість варіантів досліду до гібридної реакції та параметрів живлення. За дефіциту опадів у період від шостого–восьмого листка до цвітіння технологічні рішення, що забезпечують стабільну доступність елементів живлення в зоні зволоження коренів, набувають визначального значення.

У цьому контексті поєднання підвищених доз РКД ( $N_8P_{26}-N_{24}P_{78}$ ) із раціональною глибиною їх закладення у ґрунт здатне зменшити ризик поверхневих втрат і покращити контакт розчину добрив із вологою в орному шарі, тоді як надто мілке розміщення в умовах перегріву й висушування верхніх сантиметрів ґрунту може погіршувати засвоєння, а надмірне заглиблення – відтермінувати використання фосфорно-азотного живлення на ранніх етапах.

З огляду на теплий і сухий характер 2025 року інтерпретацію взаємодії факторів А, В і С слід здійснювати крізь призму хронічного водного стресу: відмінності між гібридами Сурест та Феномен, а також між дозами і глибиною закладення РКД, найімовірніше, проявлятимуться саме у здатності підтримувати ефективність фотосинтезу й налив насіння за низької вологості

орного шару. Сукупність наведених погодних умов підтверджує, що 2025 рік був аномально сухим, а водний фактор став системним чинником формування врожайності та має бути врахований при аналізі результатів, наведених у таблиці 2 зі схемою трифакторного досліджу.

### **2.3. Характеристика ґрунтів дослідної ділянки**

Дослідна ділянка ФГ «Агроінтер» розташована в Синельниківському районі Дніпропетровської області в межах Степової зони. Територія представлена переважно звичайними чорноземами, сформованими на лесоподібних суглинках. Це один із найпродуктивніших типів ґрунтів України: він має темний колір, високий вміст гумусу та добру природну родючість, що створює сприятливі стартові умови для польових культур, зокрема для соняшнику.

Будова профілю та материнська порода. Ґрунтовий покрив ділянки формувався на лесоподібному суглинку – однорідній, пористій, добре дренованій породі, яка відзначається високою ємністю вологи. Профіль чорнозему чітко стратифікований і зазвичай включає: верхній гумусовий шар (орний та підорний горизонти), перехідну зону та нижчі прошарки з ознаками карбонатів.

Верхній (гумусовий) горизонт потужний – у середньому близько 0,9–1,0 м. Він темно-сірий до чорного, добре кришиться, має грудочкувато-зернисту структуру у верхній частині та більш щільну грудкувато-горіхувату – внизу. Саме тут зосереджена основна маса коренів культур і відбувається основна частина біологічних процесів ґрунтоутворення.

Перехідний шар поступово світлішає, стає щільнішим, зменшується частка гумусу, з'являються окремі світлі прожилки карбонатів та ущільнені грудочки. Тут видно хідники коренів і черв'яків, які поліпшують пористість і водопроникність.

Нижчі горизонти мають світло-буре чи палеве забарвлення, щільніші, з помітними вапняковими «нитками» та плямами – це сліди накопичення

карбонатів. Структура може бути призматичною або маловираженою, пористість зменшується. Ще глибше залягає щільніший лесоподібний суглинок материнської породи.

Грунтові води знаходяться глибоко – орієнтовно на 12–14 м. Отже, живлення вологою забезпечується переважно за рахунок атмосферних опадів та запасів зимово-весняної вологи; прямого впливу ґрунтових вод на кореневу зону культур немає. Водний режим – періодично промивний: у вологі роки тала і дощова вода частково промочує профіль углиб, але не зникається з горизонтом ґрунтових вод. Такі умови сприяють формуванню типових чорноземних ознак і акумуляції гумусу у верхній частині профілю.

Гранулометричний склад і фізичні властивості. За механічним складом ґрунти дослідної ділянки – важкосуглинкові. У верхньому шарі переважають дрібні часточки (мул і пил), частка «тонких фракцій» становить близько половини маси ґрунту (орієнтовно 50–55%). Такий ґрунт добре утримує вологу і поживні речовини, але за пересихання поверхні схильний до утворення кірки; у вологі періоди може ущільнюватися від надмірної кількості проходів техніки. Для збереження структури важливо працювати по фізично стиглому ґрунту, уникати перезволоження при обробітку та не допускати переущільнення підорного шару.

Агрохімічний стан та реакція середовища. За даними лабораторного контролю (табл. 2), уміст гумусу в орному горизонті високий: у різні роки та на різних підділянках він коливається в межах приблизно 4,2–5,5%. У міру заглиблення кількість гумусу закономірно зменшується і на глибині 80–100 см зазвичай становить близько 1,2–1,6%. Реакція ґрунтового розчину нейтральна: рН 6,8–7,1, із тенденцією до слабколужної в нижніх горизонтах (через наявність карбонатів).

Забезпеченість рухомими формами елементів живлення на рівні, сприятливому для польових культур. В орному шарі визначено рухомого фосфору 139 мг/кг і обмінного калію 122 мг/кг, що відповідає середньому–високому фону для нашої зони. За вмістом легкогідролізованого азоту ґрунт

зазвичай оцінюється як середньозабезпечений. Із глибиною концентрація всіх елементів помітно зменшується, тому основний ефект від удобрення та кореневого живлення зосереджується у верхніх 0–30(40) см, де працює більшість активних коренів соняшнику (табл. 2).

Таблиця 2

**Основні агрохімічні показники ґрунту**

Глибина, см	Гумус, % (Тюрін)	pH (H <sub>2</sub> O)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг (рухомий)	K <sub>2</sub> O, мг/кг (обмінний)	Легкогідролізований N, мг/кг
0–30	4,19	6,9	139	122	80
30–50	3,5	7,0	110	110	65
50–80	2,3	7,0	85	95	50
80–100	1,4	7,1	60	80	35
100–150	1,1	7,2	40	70	25

Практичне значення для технології вирощування соняшнику. Поєднання потужного гумусового горизонту, нейтральної реакції та доброго забезпечення фосфором і калієм формує високу базову родючість. Для соняшнику це означає:

Сприятливий старт і формування кореневої системи. Важкосуглинкова текстура та значні запаси гумусу утримують вологу у посівному шарі, що важливо для дружних сходів і розвитку стрижневого кореня.

Підвищена вимога до культури обробітку. Через схильність до ущільнення за перезволоження і до кіркоутворення за пересихання потрібні вчасний передпосівний обробіток, вирівняне насінневе ложе і, за потреби, легке прикочування для збереження вологи. Доцільно контролювати щільність підорного шару, щоб не обмежувати проникнення кореня на глибину.

Збалансоване живлення. На фоні середнього–високого забезпечення фосфором і калієм у зоні Степу ефективною є помірна стартова доза NPK з обов'язковою корекцією за результатами аналізу ґрунту та фактичними запасами вологи. Надлишкові дози азоту в посушливі роки небажані, оскільки можуть зменшувати вміст олії в насінні та «переганяти» рослину в надмірне наростання зеленої маси. Водночас слід стежити за мікроелементами,

насамперед за бором, до дефіциту якого соняшник чутливий на карбонатних чорноземах; рішення про позакореневі підживлення приймають за результатами діагностики.

Водний режим. Глибоке залягання ґрунтових вод і запас вологи в глибинних шарах сприяють роботі стрижневого кореня влітку. Проте успіх богарного вирощування значною мірою залежить від збереження зимово-весняної вологи (якісна зяблева підготовка, мінімізація кількості весняних проходів техніки, мульчування рослинними рештками).

Узагалі, фізико-хімічні властивості звичайного чорнозему на лесоподібному суглинку на дослідній ділянці можна вважати сприятливими для вирощування соняшнику. Висока ємність вологи та поживних речовин, нейтральний рН і значна потужність гумусового горизонту створюють добру основу для формування кореневої системи, листкового апарату й кошика. Потенційні обмеження (ущільнення за перезволоження, кірка за пересихання, зменшення запасів доступних елементів у підорних шарах) знімаються дотриманням вологозберігального обробітку, своєчасною сівбою у прогрітій і зволожений шар, розумною густрою стояння та збалансованим живленням із урахуванням аналізу ґрунту.

#### **2.4. Організація та методи проведення досліджень**

У польовому досліді виконували комплекс спостережень і вимірювань, стандартизованих згідно з чинними методиками та національними стандартами, щоб забезпечити відтворюваність і статистичну коректність результатів.

Фенологічні спостереження. Перебіг вегетації озимої пшениці фіксували за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» із використанням уніфікованих шкал розвитку (ВВСН). Для кожної ділянки відмічали настання ключових фаз: кущення, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, молочна, воскова та повна стиглість, із подальшим аналізом тривалості міжфазних періодів [26, 38].

Агрегатний склад ґрунту. Репрезентативну пробу масою 1,0–2,0 кг повітряно-сухого ґрунту просівали на стандартному наборі сит із діаметрами отворів 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм. Після механічного розсіву визначали масову частку кожної фракції та розраховували показники структурного стану відповідно до вимог ДСТУ 12536:2014.

Вологість ґрунту. Застосовували термогравіметричний підхід: наважки ґрунту висушували в сушильних шафах при 105 °С до сталої маси (не менше 6–7 год), після чого вологість виражали у відсотках до маси абсолютно сухої речовини. Визначення виконували за ДСТУ 28268:2016.

Хімічні аналізи ґрунту.

– Амонійний азот (N–NH<sub>4</sub>) визначали колориметрично з використанням реактиву Несслера згідно з ДСТУ 26489-85.

– Нітратний азот (N–NO<sub>3</sub>) вимірювали потенціометричним методом з іонселективним електродом згідно з ДСТУ 5725-6:2002.

– Рухомі форми фосфору та обмінного калію оцінювали за методом Чирикова (ДСТУ 26204:2002), що передбачає вилучення ґрунтових сполук розчином оцтової кислоти з подальшим фотометричним/полуменевим визначенням.

Біометрія посівів. Висоту рослин, густоту стояння та кількість пагонів обліковували на постійних пробних майданчиках у типові для оцінки фази – кущення, вихід у трубку, колосіння, воскова стиглість. Підходи до відбору та кількість рослин на облік відповідали «Методиці державного сортовипробування с.-г. культур» [26, 38].

Площа листкової поверхні. За тією ж методикою вимірювали довжину (В) і ширину біля основи (А) на 40 модельних рослинах у фазах кущення (навесні), виходу в трубку, колосіння та воскової стиглості. Розрахунок індивідуальної площі листка здійснювали за емпіричною формулою:

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

де

S – площа листка, см<sup>2</sup>;

A – ширина, см;

B – довжина, см.

Урожайний облік. Збір проводили методом прямого комбайнування з усієї облікової площі ділянок. Урожайність перераховували до стандартної вологості зерна 14 % і нормативної засміченості відповідно до «Методики державного сортовипробування с.-г. культур».

Елементи структури врожаю. На вибірці з 60 рослин визначали кількість колосків і зерен у колосі, масу 1000 зерен, а також число загальних і продуктивних пагонів. Облік вели за вимогами згаданої методики, з подальшим розрахунком структурних індексів [26, 38].

Економічна оцінка технологічних варіантів. Розраховували приріст товарної продукції, додаткові витрати, чистий дохід, собівартість і рівень рентабельності. Для калькуляцій використовували типові технологічні карти на вирощування озимої пшениці та фактичні цінові орієнтири періоду дослідів [22].

Статистична обробка. Дані піддавали одно- та багатофакторному дисперсійному аналізу з оцінкою істотності різниць і розрахунком  $HP_{0,5}$ . Вивчали кореляційні зв'язки та будували регресійні моделі залежності показників від експериментальних факторів. Обчислення виконували в середовищі STATISTICA з дотриманням стандартних процедур контролю нормальності та однорідності дисперсій.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Польова схожість ячменю залежно від норми висіву та застосування регуляторів росту

Вивчення польової схожості є принципово важливим для оцінки ефективності технологічних прийомів, оскільки саме цей показник визначає стартову щільність стеблостою, рівномірність розміщення рослин і потенціал формування продуктивних пагонів; у посівах ячменю ранні відхилення у схожості часто трансформуються в різницю за кушенням, рівнем вилягання та кінцевою врожайністю, тому аналіз чутливості схожості до норми висіву й ретардантів дає змогу відокремити «посівний» ефект від «морфорегуляторного». Отримані дані свідчать, що у 2025 р. польова схожість була стабільно високою й варіювала в межах 82–85 %; на нормі 3,0 млн схожих насінин/га значення становили 83 % у контролі, 83 % за Модусом, 83 % за Стабіланом і 82 % за Мекваланом, тобто жоден препарат не забезпечив виразного відхилення від контролю, а зниження на Меквалані склало 1 в.п., що дорівнює  $NP_{05}$  і лежить на межі статистичної істотності; за норми 4,0 млн картина також рівна – 83 % у контролі, 83 % за Модусом, 83 % за Стабіланом і 84 % за Мекваланом, де приріст 1 в.п. на Меквалані відносно контролю відповідає мінімально істотній різниці; на найбільшій нормі 5,0 млн спостерігається найвищий діапазон величин: 84 % у контролі, 85 % за Модусом, 84 % за Стабіланом і 84 % за Мекваланом, тобто Модус забезпечив приріст на 1 в.п. відносно контролю й інші регулятори, як і контроль, втрималися на рівні 84 %. Якщо порівнювати середні значення по нормах висіву, то спостерігається плавне зростання від  $\approx 82,8$  % на 3,0 млн через  $\approx 83,3$  % на 4,0 млн до  $\approx 84,3$  % на 5,0 млн, різниця між крайніми рівнями сягає близько 1,5 в.п. і перевищує  $NP_{05}$  1 в.п., що дозволяє говорити про помірний позитивний ефект збільшення норми висіву на реалізацію схожих насінин у полі; водночас вплив конкретних регуляторів у межах кожної норми висіву

був мінімальним і коливався в межах тієї самої мінімально істотної різниці, причому тенденції не мали системного характеру: за 3,0 млн Меквалан дав найнижче значення, за 4,0 млн він же – найвище, а за 5,0 млн максимальне значення зафіксоване на Модусі (табл. 3).

Таблиця 3

**Залежність польової схожості ячменю від норм висіву та застосування регуляторів росту, % (2025 р.)**

Норма сівби насіння, млн шт./га	Варіант	Польова схожість, %
3,0	без обробки	83
	Модус	83
	Стабілан	83
	Меквалан	82
4,0	без обробки	83
	Модус	83
	Стабілан	83
	Меквалан	84
5,0	без обробки	84
	Модус	85
	Стабілан	84
	Меквалан	84
НІР <sub>05,%</sub>		1

Узагальнюючи, польова схожість ячменю в умовах дослідів визначалась насамперед нормою висіву, яка при підвищенні до 5,0 млн забезпечила невелике, але статистично виправдане зростання показника, тоді як застосування ретардантів у досліджених схемах істотно не змінювало результатів; це узгоджується з фізіологічною логікою дії препаратів, які реалізують основний ефект у фазах активного росту стебла й формування архітектоники, тому подальшого впливу на продуктивність слід очікувати не через зміну схожості, а через модифікацію кущення, міцності стебла, рівномірності стеблостою та стійкості до вилягання.

### **3.2. Динаміка площі листкової поверхні за фазами розвитку залежно від норми висіву та ретардантів**

Площа листкової поверхні є чутливим інтегральним індикатором фотосинтетичного потенціалу посіву та предиктором врожайності, оскільки визначає баланс між акумуляцією асимілянтів і витратами на дихання, а також відображає конкуренцію рослин за світло й вологу; у ячменю максимум формування площі листків зазвичай припадає на період інтенсивного стеблуння – виходу в трубку, тоді як у колосінні посів переходить до підтримання «зеленого конвеєра», а в молочній стиглості показник закономірно спадає внаслідок старіння листків. У нашому досліді на кушненні площа листків була вирівняною між варіантами й слабо залежала від ретардантів: для 3,0 млн шт./га коливання становили 14,4–14,6 тис. м<sup>2</sup>/га, для 4,0 млн – 15,6–15,8 тис. м<sup>2</sup>/га, для 5,0 млн усі варіанти вирівнялись на 15,7 тис. м<sup>2</sup>/га; отже, збільшення норми висіву з 3,0 до 4,0 млн підвищувало листкову поверхню, але подальше ущільнення до 5,0 млн уже не давало приросту, що свідчить про раннє включення внутрішньовидової конкуренції. На фазі виходу в трубку дія ретардантів проявилась чітко: за 3,0 млн контроль мав 24,5 тис. м<sup>2</sup>/га, тоді як Моддус – 27,1, Стабілан – 26,9, Меквалан – 26,0; за 4,0 млн контроль – 28,5, Моддус – 32,6, Стабілан – 33,1, Меквалан – 31,0; за 5,0 млн контроль – 28,7, Моддус – 32,1, Стабілан – 32,5, Меквалан – 30,5. Таким чином, у піковий період формування асиміляційного апарату приріст від ретардантів становив приблизно 2,5–4,6 тис. м<sup>2</sup>/га порівняно з контролем, причому за помірної густоти 4,0 млн Стабілан послідовно забезпечував найвищі значення; у перерахунку на LAI це відповідає орієнтовно 3,1–3,3, що є оптимумом для ярого ячменю в умовах обмеженого зволоження. У колосінні різниці зберігалися, але були менш контрастні: за 3,0 млн контроль – 24,1 тис. м<sup>2</sup>/га, Моддус – 24,6, Стабілан – 25,1, Меквалан – 24,8; за 4,5 млн відповідно 26,2; 28,0; 28,1; 27,0; за 5,0 млн – 26,3; 27,2; 27,5; 26,8, тобто ретарданти підтримували більшу «зелену площу» на тлі зростання базового рівня від підвищення норми висіву.

Таблиця 4

**Динаміка площі листкової поверхні ячменю за фазами розвитку залежно від норми висіву та обробки посівів регуляторами росту, тис. м<sup>2</sup>/га (2025 р.)**

Норма сівби насіння, млн шт./га	Варіант	Площа листкової поверхні, тис. м <sup>2</sup> /га
1	2	3
<b>Кущення</b>		
3,0	без обробки	14,5
	Модус	14,6
	Стабілан	14,4
	Меквалан	14,5
4,0	без обробки	15,6
	Модус	15,7
	Стабілан	15,8
	Меквалан	15,8
5,0	без обробки	15,7
	Модус	15,7
	Стабілан	15,7
	Меквалан	15,7
<b>Вихід в трубку</b>		
3,0	без обробки	24,5
	Модус	27,1
	Стабілан	26,9
	Меквалан	26,0
4,0	без обробки	28,5
	Модус	32,6
	Стабілан	33,1
	Меквалан	31,0
5,0	без обробки	28,7
	Модус	32,1
	Стабілан	32,5
	Меквалан	30,5
<b>Колосіння</b>		
3,0	без обробки	24,1
	Модус	24,6
	Стабілан	25,1
	Меквалан	24,8
4,0	без обробки	26,2
	Модус	28,0
	Стабілан	28,1
	Меквалан	27,0

1	2	3
5,0	без обробки	26,3
	Модус	27,2
	Стабілан	27,5
	Меквалан	26,8
Молочний стан зерна		
3,0	без обробки	15,1
	Модус	16,4
	Стабілан	16,5
	Меквалан	16,2
4,0	без обробки	16,2
	Модус	17,3
	Стабілан	18,8
	Меквалан	17,2
5,0	без обробки	15,8
	Модус	17,1
	Стабілан	17,3
	Меквалан	16,7

В молочній стиглості очікувано відбувалось зниження показника у всіх варіантах, однак здатність «утримувати зелений лист» різнилась: за 3,0 млн контроль – 15,1 тис. м<sup>2</sup>/га, Моддус – 16,4, Стабілан – 16,5, Меквалан – 16,2; за 4,0 млн контроль – 16,2, Моддус – 17,3, Стабілан – 18,8, Меквалан – 17,2; за 5,0 млн контроль – 15,8, Моддус – 17,1, Стабілан – 17,3, Меквалан – 16,7. Найкраще «пролонгування» листової поверхні демонстрував Стабілан за норми 4,0 млн – 18,8 тис. м<sup>2</sup>/га, що узгоджується з фізіологією ССС-регуляторів, які, стримуючи видовження міжвузлів, перерозподіляють асимілянти й сприяють довшій життєздатності листового апарату; Моддус був дуже близьким до Стабілану й стабільно перевищував контроль, тоді як Меквалан займав проміжну позицію. Сумарно спостерігаються три закономірності: по-перше, максимальне нарощування площі листків припадає на вихід у трубку, де ретарданти дають найбільший приріст до контролю; по-друге, оптимальною за поєднанням «масштаб листової поверхні – її збереження до наливу» виявилась норма 4,0 млн, тоді як 5,0 млн не додає площі на кущенні та не покращує її утримання в пізні фази через посилену конкуренцію; по-третє, серед препаратів невелику, але послідовну перевагу

частіше мав Стабілан, особливо в 4,0-мільйонному стоянні, Моддус демонстрував дуже близькі значення, а Меквалан забезпечував стабільний, проте дещо менший ефект. Практичний висновок полягає в тому, що для формування потужного й стійкого до передчасного старіння листкового апарату доцільним є поєднання помірно підвищеної густоти посіву 4,0 млн шт./га з обробкою Стабіланом або Моддусом у вузловій фазі – саме ця комбінація забезпечує найбільшу площу листків у період пікової потреби колоса в асимілянтах і краще збереження зеленого листка до молочної стиглості, що створює передумови для підвищення маси 1000 зерен і натурної ваги.

### **3.3. Кількість продуктивних рослин і стебел залежно від норми висіву та ретардантів**

Кількість продуктивних рослин і стебел визначає каркас врожаю ячменю, оскільки саме від щільності продуктивних рослин і коефіцієнта продуктивного кушення залежить підсумкова кількість колосів на площі та їх наповнення; норма висіву формує стартову конкуренцію, а регулятори росту, стримуючи надмірне видовження і перерозподіляючи асимілянти, впливають на виживання та реалізацію пагонів. За НІР05 для продуктивних рослин 3 шт./м<sup>2</sup> і для продуктивних стебел 5 шт./м<sup>2</sup> встановлено, що підвищення норми висіву з 3,0 до 4,0 і 5,0 млн шт./га стабільно збільшує як густоту продуктивних рослин, так і кількість продуктивних стебел: у контролі без обробки отримано 247/350 шт./м<sup>2</sup> на 3,0 млн, 271/410 шт./м<sup>2</sup> на 4,0 млн і 284/488 шт./м<sup>2</sup> на 5,0 млн, тобто приріст до верхньої норми становив +37 рослин і +138 стебел відносно 3,0 млн; одночасно зростає й коефіцієнт продуктивного кушення (стебел/рослину) – від 1,42 на 3,0 млн до 1,51 на 4,0 млн і 1,72 на 5,0 млн, що свідчить про кращу реалізацію пагонів у щільнішому стеблостой. Обробки ретардантами на всіх нормах висіву достовірно підвищували щільність продуктивних рослин і, особливо, кількість продуктивних стебел; на 3,0 млн шт./га порівняно з контролем кількість рослин становила 259–261 шт./м<sup>2</sup>

(Моддус/Стабілан) і 256 шт./м<sup>2</sup> (Меквалан) – прирости +9...+14 шт./м<sup>2</sup> перевищують НІР<sub>05</sub>, тоді як за стеблами отримано 392–400 шт./м<sup>2</sup>, що на +42...+50 шт./м<sup>2</sup> (+12–14 %) більше за контроль, з найвищим значенням на Стабілані; на 4,0 млн ефект зберігається та підсилюється: 282–287 рослин і 463–467 стебел для варіантів із ретардантами проти 271/410 у контролі, прирости за стеблами +53...+57 шт./м<sup>2</sup> (+13 %) при незначних міжпрепаратних різницях, статистично не розділених; на 5,0 млн отримано 294–297 рослин і 520–531 стебел, тобто приріст до контролю становив +10...+13 рослин і +32...+43 стебла (+7–9 %), при цьому Стабілан забезпечив максимуми 297/531 шт./м<sup>2</sup>, а різниця між Стабіланом і Моддусом за стеблами дорівнює НІР<sub>05</sub> (5 шт./м<sup>2</sup>) – на межі істотності, тоді як перевага Стабілану над Мекваланом за стеблами (+11 шт./м<sup>2</sup>) достовірна.

Таблиця 5

**Кількість продуктивних рослин і стебел ячменю за різних норм сівби та обробки посівів регуляторами росту, шт./м<sup>2</sup> (2025 р.)**

Норма сівби насіння, млн шт./га	Варіант	Кількість продуктивних стебел, шт./м <sup>2</sup>	
		рослин	стебел
3,0	без обробки	247	350
	Модус	259	392
	Стабілан	261	400
	Меквалан	256	392
4,0	без обробки	271	410
	Модус	282	464
	Стабілан	287	467
	Меквалан	286	463
5,0	без обробки	284	488
	Модус	295	526
	Стабілан	297	531
	Меквалан	294	520
НІР <sub>05</sub> , шт./м <sup>2</sup>		3	5

Аналіз коефіцієнта продуктивного кушення підтверджує, що ретарданти підвищують частку реалізованих пагонів: на 3,0 млн він зростає з 1,42 у контролі до 1,51–1,53 у варіантах із препаратами, на 4,0 млн – з 1,51 до 1,62–1,65, на 5,0 млн – з 1,72 до 1,77–1,79; середній за трьома нормами показник

становив приблизно 1,55 у контролі проти 1,65 у варіантах з Моддусом і 1,65 у варіантах зі Стабіланом, що відображає однаково високий рівень утримання продуктивних пагонів, тоді як Меквалан посідав проміжну позицію (близько 1,64). Загалом простежуються три закономірності: по-перше, інтенсифікація висіву лінійно збільшує кількість продуктивних стебел і дещо посилює продуктивне кушення; по-друге, ретарданти достовірно нарощують густоту продуктивних рослин і, більшою мірою, кількість продуктивних стебел, причому відносний ефект сильніший на розрідженішому та середньому стоянні (3,0–4,0 млн), а на 5,0 млн спостерігається закономірне згасання відносного приросту через наближення стеблостою до потенційної місткості середовища; по-третє, Стабілан найчастіше демонструє найвищі абсолютні значення, Моддус майже не поступається за коефіцієнтом продуктивного кушення, а Меквалан забезпечує стабільний, але дещо нижчий ефект. Практичний висновок: для максимальної щільності продуктивних стебел доцільним є поєднання норми висіву 5,0 млн шт./га з обробкою Стабіланом або Моддусом, тоді як для оптимізації співвідношення «рослини – стебла» при економнішій нормі висіву 4,0 млн ретарданти забезпечують найбільший відносний приріст продуктивних пагонів, підвищуючи потенціал колосоношення без ризику надмірної внутрішньовидової конкуренції.

### **3.4. Продуктивність і озерненість колосу залежно від норми висіву та ретардантів**

Оцінка маси зерна з колосу та озерненості є ключовою для розуміння того, як поєднання густоти стояння і морфорегуляції впливає на компоненти врожаю ячменю, адже саме ці показники відображають результат конкуренції за ресурси й ефективність асиміляційного апарату у фазах колосіння–наливу. Дані таблиці демонструють, що підвищення норми висіву від 3,0 до 5,0 млн шт./га без обробки супроводжується поступовим зменшенням індивідуальної продуктивності колосу: маса зерна з колосу знижується з 0,66 до 0,63 г, а озерненість – з 12,4 до 12,1 шт., тобто конкуренція у щільнішому стеблостої

дещо зменшує наповнення колосу. На цьому фоні ретарданти стабільно підвищують обидва показники у межах кожної норми висіву, причому прирости за масою зерна з колосу 0,04–0,05 г достовірно перевищують НІР<sub>05</sub> 0,02 г, а за озерненістю – 0,2–0,5 шт. при НІР<sub>05</sub> 0,1 шт. За 3,0 млн шт./га максимальні значення отримано на Моддусі та Стабілані – по 0,71 г і 12,9 зерен на колос (+0,05 г і +0,5 шт. до контролю, істотно), Меквалан забезпечив 0,69 г і 12,6 шт. (+0,03 г і +0,2 шт., істотно). За 4,0 млн шт./га Моддус і Стабілан зберегли перевагу – 0,69 г і 12,7 шт. (обидва випадки +0,04 г і +0,5 шт. до контролю, істотно), тоді як Меквалан за масою колосу зрівнявся з контролем 0,65 г (різниця < НІР<sub>05</sub>) і підвищив озерненість до 12,4 шт. (+0,2 шт., істотно). За 5,0 млн шт./га Моддус і Стабілан знову дали 0,67 г (по +0,04 г до контролю, істотно) при 12,3 і 12,5 зерен на колос відповідно (+0,2 і +0,4 шт., істотно), Меквалан – 0,65 г (+0,02 г, на межі істотності) та 12,2 шт. (+0,1 шт., на межі істотності).

Таблиця 6

**Залежність продуктивності та озерненості колосу ячменю від норми висіву та застосування регуляторів росту (2025 р.)**

Норма сівби насіння, млн шт./га	Варіант	Вага зерна з колосу, г	Озерненість колосу, шт.
3,0	без обробки	0,66	12,4
	Модус	0,71	12,9
	Стабілан	0,71	12,9
	Меквалан	0,69	12,6
4,0	без обробки	0,65	12,2
	Модус	0,69	12,7
	Стабілан	0,69	12,7
	Меквалан	0,65	12,4
5,0	без обробки	0,63	12,1
	Модус	0,67	12,3
	Стабілан	0,67	12,5
	Меквалан	0,65	12,2
НІР <sub>05</sub>		0,02	0,1

У відносних величинах прирости для Моддуса і Стабілану становлять близько +6–8 % за масою колосу і +2–4 % за озерненістю порівняно з відповідним контролем, причому найбільш контрастний ефект спостерігається

на нормі 3,0–4,0 млн, тоді як за 5,0 млн відносний виграш зберігається, але дещо згасає через посилення конкуренції в загущеному посіві. Порівняння препаратів свідчить, що Стабілан і Моддус діють практично синфазно і найчастіше формують статистично однакові максимуми для обох показників, тоді як Меквалан демонструє стабільний, але помірніший ефект і у частині комбінацій лише досягає межі істотності. Узагальнюючи, ретарданти істотно покращують індивідуальну продуктивність колосу в усьому діапазоні густот, компенсуючи зниження наповнення, притаманне високим нормам висіву; з практичного погляду це означає, що при формуванні врожаю за рахунок поєднання щільності колосоношення і маси колосу найбільш збалансованим виглядає використання Моддуса або Стабілану на нормі 4,0–5,0 млн шт./га, де зростання кількості продуктивних стебел поєднується з перевіреним підсиленням маси і озерненості колосу, тоді як за економнішої норми 3,0 млн ті самі препарати забезпечують найбільший відносний приріст саме індивідуальної продуктивності колосу.

### **3.5. Маса 1000 зерен залежно від норми висіву та застосування ретардантів**

Маса 1000 зерен є інтегральним показником індивідуальної продуктивності колосу й ефективності наливу, чутливим до внутрішньовидової конкуренції, забезпечення асимілянтами та регуляції росту; саме тому вивчення її реакції на норму висіву та ретарданти є ключовим для розуміння механізмів формування врожаю ячменю. У контролі простежується закономірне зниження M1000 за зростання густоти: з 48,1 г на 3,0 млн до 47,9 г на 4,0 млн і 47,4 г на 5,0 млн (сукупне зменшення –0,7 г), що відображає посилення конкуренції в загущеному стеблостої. На цьому фоні всі три регулятори забезпечили достовірне підвищення МТЗ у межах кожної норми висіву ( $HP_{05} = 0,2$  г): за 3,0 млн приріст становив +1,7...+1,8 г (+3,5...+3,7 %) для Моддуса, Стабілану й Меквалану відповідно до 49,8–49,9 г; за 4,0 млн Моддус і Стабілан дали 49,6 і 50,2 г, а Меквалан – 50,0 г, тобто

+1,7...+2,3 г (+3,6...+4,8 %) до контролю, і саме тут зафіксовано найвище абсолютне значення в досліді – 50,2 г на Стабілані; за 5,0 млн перевага ретардантів збереглася, але частково згасла через посилену конкуренцію: 48,9 г на Моддусі (+1,5 г, істотно), 48,8 г на Стабілані (+1,4 г, істотно) та 48,2 г на Меквалані (+0,8 г, істотно).

Таблиця 7

**Залежність маси 1000 зерен ячменю від норми висіву та застосування регуляторів росту, г (2025 р.)**

Норма сівби насіння, млн шт./га	Варіант	Маса 1000 зерен, г
3,0	без обробки	48,1
	Модус	49,8
	Стабілан	49,9
	Меквалан	49,9
4,0	без обробки	47,9
	Модус	49,6
	Стабілан	50,2
	Меквалан	50,0
5,0	без обробки	47,4
	Модус	48,9
	Стабілан	48,8
	Меквалан	48,2
НІР <sub>05</sub> , г		0,2

Міжпрепаратні порівняння свідчать, що за 3,0 млн різниця між Моддусом, Стабіланом і Мекваланом не перевищує 0,1–0,2 г і статистично не розділяється, тоді як за 4,0 млн Стабілан переважає Моддус на 0,6 г і Меквалан на 0,2 г (перша різниця достовірна, друга – на межі істотності), а Меквалан випереджає Моддус на 0,4 г (істотно); за 5,0 млн Моддус і Стабілан майже рівні (48,9 проти 48,8 г, різниця < НІР<sub>05</sub>), натомість обидва достовірно переважають Меквалан на 0,6–0,7 г. Таким чином, ретардантний супровід компенсує «ущільнювальний» тиск на індивідуальну масу зерна в усьому діапазоні густот, причому найбільш виражений ефект отримано на середній нормі 4,0 млн, де поєднуються оптимальна архітектура стеблостою і пролонговане функціонування листового апарату; у практичній площині максимізація МТЗ досягається комбінацією норми висіву 4,0 млн з обробкою

Стабіланом (50,2 г) або Мекваланом (50,0 г), тоді як за 5,0 млн для збереження маси зерна доцільніше обирати Моддус чи Стабілан, які достовірно переважають Меквалан і краще стримують спад МТЗ у загущених посівах.

### **3.6. Урожайність зерна залежно від норми висіву та застосування ретардантів**

Вивчення врожайності як інтегрального показника реалізації структури посіву є ключовим для оцінки ефективності поєднання густоти стояння та морфорегуляції, адже саме тут акумулюється вплив стартової польової схожості, щільності продуктивних стебел, озерненості та маси 1000 зерен; тому порівняння варіантів за  $НР_{05} = 0,07$  т/га дозволяє відокремити технологічно значущі відмінності від випадкових коливань. На фоні без обробки підвищення норми висіву із 3,0 до 4,0 млн шт./га забезпечило істотне зростання врожайності з 2,32 до 2,89 т/га (+0,57 т/га, достовірно), тоді як подальше ущільнення до 5,0 млн дало лише 2,93 т/га (+0,04 т/га до 4,0 млн, різниця менша за  $НР_{05}$ ), що свідчить про плато за рахунок посилення внутрішньовидової конкуренції. На цьому фоні всі ретарданти стабільно підвищували врожай у межах кожної густоти: за 3,0 млн шт./га отримано 2,65 т/га на Моддусі, 2,72 т/га на Стабілані та 2,54 т/га на Меквалані, що відповідає приростам +0,33; +0,40 та +0,22 т/га до контролю (+14,2; +17,2 та +9,5 % відповідно) – усі перевищують  $НР_{05}$ ; між препаратами Стабілан переважає Меквалан на +0,18 т/га (істотно), а різниця Стабілан – Моддус становить 0,07 т/га – на межі істотності. Для 4,0 млн шт./га картина зберігається: 3,29 т/га на Моддусі, 3,25 т/га на Стабілані та 3,20 т/га на Меквалані проти 2,89 т/га у контролі дають прирости +0,40; +0,36 і +0,31 т/га (+13,8; +12,5; +10,7 %), причому Моддус достовірно випереджає Меквалан на 0,09 т/га, тоді як відмінність Моддус – Стабілан 0,04 т/га і Стабілан – Меквалан 0,05 т/га статистично незначущі. За максимальної норми 5,0 млн шт./га фіксуємо найвищий абсолютний показник у досліді – 3,35 т/га на Стабілані, тоді як Моддус забезпечив 3,27 т/га, Меквалан – 3,19 т/га при 2,93 т/га в контролі;

отже, прирости до контролю становлять +0,42; +0,34 та +0,26 т/га ( $\approx +14,3$ ; +11,6; +8,9 %), а різниці між препаратами Стабілан – Моддус 0,08 т/га і Моддус – Меквалан 0,08 т/га перевищують НІР<sub>05</sub> і є істотними, як і Стабілан – Меквалан 0,16 т/га.

Таблиця 8

**Показники урожайності зерна ячменю ярого за різних норм сівби і застосування регуляторів росту, т/га (2025 р.)**

Норма сівби насіння, млн шт./га	Варіант	Врожайність зерна, т/га
3,0	без обробки	2,32
	Моддус	2,65
	Стабілан	2,72
	Меквалан	2,54
4,0	без обробки	2,89
	Моддус	3,29
	Стабілан	3,25
	Меквалан	3,20
5,0	без обробки	2,93
	Моддус	3,27
	Стабілан	3,35
	Меквалан	3,19
НІР <sub>05</sub> , т/га		0,07

Узагальнення по густотах показує, що середня врожайність за всіма варіантами зростає від 2,56 т/га на 3,0 млн до 3,16 т/га на 4,0 млн і практично не змінюється до 3,19 т/га на 5,0 млн; отже, перехід із 3,0 до 4,0 млн формує якісно інший рівень урожайності, а подальше ущільнення має сенс лише за умови ретардантної підтримки, яка компенсує конкуренцію за ресурси. У розрізі препаратів середні значення по трьох густотах становлять приблизно 3,11 т/га для Стабілану, 3,07 т/га для Моддуса і 2,98 т/га для Меквалану проти 2,71 т/га у контролі – отже, найбільший середній ефект забезпечив Стабілан, дуже близько до нього Моддус, тоді як Меквалан посідає стабільну, але дещо нижчу позицію; при цьому оптимум «густота × ретардант» відрізняється: для Моддуса пік припадає на 4,0 млн (3,29 т/га), для Стабілану – на 5,0 млн (3,35 т/га), для Меквалану – на 4,0 млн (3,20 т/га). Логіка відмінностей відповідає попереднім компонентам структури врожаю – нарощуванню продуктивних

стебел і підтриманню маси 1000 зерен та озерненості під дією ретардантів, особливо в період виходу в трубку та колосіння; практично це означає, що для досягнення максимальної врожайності доцільно поєднувати норму висіву 5,0 млн шт./га зі Стабіланом, тоді як за критеріїв економії насіння і стабільності ефекту оптимальним компромісом є 4,0 млн із Моддусом або Стабіланом – обидві комбінації забезпечують прирости, які істотно перевищують  $НІР_{05}$ , при менших ризиках внутрішньовидової конкуренції у загущених посівах.

### **3.7. Урожайність соломи залежно від норми висіву та застосування ретардантів**

Урожайність соломи є не лише побічним продуктом, а й важливим елементом балансу вуглецю та органічної речовини, показником загальної біомаси й індикатором того, як густота стеблостою та морфорегуляція перерозподіляють асимілянти між вегетативними та генеративними органами; у системах ощадливого землеробства солома визначає потенціал мульчування, протиерозійного захисту й повернення в ґрунт вуглецю, тоді як у фуражному напрямі – є ресурсом об'ємних кормів. За  $НІР_{05} = 0,08$  т/га підвищення норми висіву з 3,0 до 4,0 млн шт./га достовірно збільшувало врожайність соломи як у контролі, так і в обробках, а подальше ущільнення до 5,0 млн формувало лише незначний або й статистично сумнівний додатковий ефект.

Так, у контролі без обробки одержано 3,07; 3,70; 3,74 т/га для 3,0; 4,0; 5,0 млн відповідно: приріст +0,63 т/га між 3,0 і 4,0 млн був істотним, тоді як +0,04 т/га між 4,0 і 5,0 млн – менший за  $НІР_{05}$ , тобто плато.

На цьому фоні ретарданти стабільно підвищували соломопродуктивність у кожній густоті: при 3,0 млн Моддус, Стабілан і Меквалан дали 3,45; 3,51; 3,25 т/га, тобто +0,38; +0,44; +0,18 т/га до контролю – усі прирости істотні; Стабілан і Моддус перевищили Меквалан на 0,26 і 0,20 т/га відповідно, що також істотно, тоді як різниця між Стабіланом і Моддусом 0,06 т/га статистично не розділяється. За 4,0 млн одержано 3,95; 4,09; 3,92 т/га на Моддусі, Стабілані й Меквалані проти 3,70 т/га в контролі, тобто +0,25;

+0,39; +0,22 т/га – знову всі істотні; тут Стабілан достовірно випередив Моддус на 0,14 т/га і Меквалан на 0,17 т/га, тоді як між Моддусом і Мекваланом 0,03 т/га – нижче НІР<sub>05</sub>. На 5,0 млн ретардантний ефект зберігався: 4,06; 4,15; 3,84 т/га проти 3,74 т/га в контролі, що дорівнює +0,32; +0,41; +0,10 т/га – усі прирости перевищують НІР<sub>05</sub>; Стабілан випередив Моддус на 0,09 т/га (істотно) і Меквалан на 0,31 т/га, Моддус перевищив Меквалан на 0,22 т/га – обидві різниці достовірні.

Таблиця 9

**Залежність урожайності соломи ячменю ярого від норми висіву та дії регуляторів росту, т/га (2025 р.)**

Норма сівби насіння, млн шт./га	Варіант	Врожайність соломи, т/га
3,0	без обробки	3,07
	Моддус	3,45
	Стабілан	3,51
	Меквалан	3,25
4,0	без обробки	3,70
	Моддус	3,95
	Стабілан	4,09
	Меквалан	3,92
5,0	без обробки	3,74
	Моддус	4,06
	Стабілан	4,15
	Меквалан	3,84
НІР <sub>05</sub> , т/га		0,08

Середні значення по густотах підтверджують закономірність: для всієї сукупності варіантів перехід від 3,0 до 4,0 млн збільшує соломопродуктивність з 3,32 до 3,92 т/га, тоді як від 4,0 до 5,0 млн вона зростає лише до 3,95 т/га – приріст на межі практичної доцільності; у розрізі препаратів середня врожайність соломи становила 3,92 т/га на Стабілані, 3,82 т/га на Моддусі, 3,67 т/га на Меквалані проти 3,50 т/га у контролі, тобто Стабілан забезпечував найбільший інтегральний ефект, Моддус – дуже близький, Меквалан – стабільний, але нижчий. У поєднанні з раніше показаним зростанням площі листової поверхні у фазі виходу в трубку та кращим її утриманням до

молочної стиглості під дією ССС і трінексапак-етилу, збільшення врожайності соломи інтерпретується як наслідок більшої вегетативної біомаси без шкоди для генеративної частини: співвідношення «солома:зерно» для всіх комбінацій лишається в досить вузькому діапазоні 1,20–1,32, а розрахунковий індекс урожаю тримається на рівні 0,43–0,45, тобто ретарданти підсилюють накопичення сухої речовини як у соломі, так і в зерні, зберігаючи баланс розподілу. Практично це означає, що для задач мульчування, захисту ґрунту й підвищення повернення органіки доцільно поєднувати норму 4,0–5,0 млн з обробкою Стабіланом або Моддусом – саме ці комбінації формують максимальну соломопродуктивність із достовірною перевагою над контролем, тоді як подальше загущення понад 5,0 млн навряд чи виправдане через мінімальний додатковий ефект і ризик посилення внутрішньовидової конкуренції.

### **3.8. Якість зерна: натура, плівчастість і вміст білка залежно від норми висіву та ретардантів**

Показники якості чітко реагували на поєднання густоти стояння і морфорегуляції. За норми 3,0 млн натура в контролі становила 629 г/л, тоді як Моддус і Меквалан підвищували її до 644 г/л, а Стабілан – до 646 г/л; усі прирости відносно контролю на 15–17 г/л перевищували НІР<sub>05</sub> 5 г/л і були істотними, різниця між регуляторами у межах 2 г/л статистично незначуща. Плівчастість на цій густоті зменшувалася з 9,8 % у контролі до 9,5 % на Моддусі, 9,3 % на Стабілані та 9,7 % на Меквалані; зниження на 0,3–0,5 в.п. у перших двох випадках істотне (НІР<sub>05</sub> 0,2 %), тоді як 0,1 в.п. для Меквалану не перевищує поріг.

Уміст білка залишався стабільним на рівні 12,0–12,1 %; приріст на Стабілані до 12,1 % дорівнює НІР<sub>05</sub> 0,1 % і є на межі істотності. За 4,0 млн контроль мав натуру 634 г/л, тоді як Моддус і Стабілан забезпечили 645 і 644 г/л, Меквалан – 641 г/л; прибавки 7–11 г/л щодо контролю достовірні для всіх трьох препаратів, різниця між ними 1–4 г/л не досягає НІР<sub>05</sub>. Плівчастість у

всіх ретардантних варіантах вирівнялась до 9,4 % проти 9,7 % у контролі, тобто зниження на 0,3 в.п. було істотним.

Таблиця 10

**Вплив норми висіву та регуляторів росту на натуру, плівчастість і вміст білка в зерні ячменю (2025 р.)**

Норма сівби насіння, млн шт./га	Варіант	Натура зерна, г/л	Плівчастість зерна, %	Вміст білка, %
3,0	без обробки	629	9,8	12,0
	Модус	644	9,5	12,0
	Стабілан	646	9,3	12,1
	Меквалан	644	9,7	12,0
4,0	без обробки	634	9,7	12,0
	Модус	645	9,4	12,3
	Стабілан	644	9,4	12,3
	Меквалан	641	9,4	12,1
5,0	без обробки	614	11,3	12,1
	Модус	625	11,1	12,1
	Стабілан	626	10,9	12,2
	Меквалан	622	10,9	12,1
НІР <sub>05</sub>		5	0,2	0,1

Білок зростав до 12,3 % на Моддусі та Стабілані (приріст 0,3 % – істотно), тоді як на Меквалані 12,1 % – підвищення на 0,1 % перебуває на межі істотності. За 5,0 млн без обробки зафіксовано зниження натуре до 614 г/л, що відображає посилену конкуренцію у загущеному посіві; ретарданти суттєво пом'якшували цей негативний ефект: 625 г/л на Моддусі, 626 г/л на Стабілані та 622 г/л на Меквалані з прибавками 8–12 г/л відносно контролю, які перевищують НІР<sub>05</sub>.

Плівчастість на високій густоті у контролі різко зростала до 11,3 %, однак за дії регуляторів зменшувалась до 11,1 % на Моддусі та 10,9 % на Стабілані і Меквалані; зміни на 0,2–0,4 в.п. є істотними, причому найвиразніший ефект – у Стабілану та Меквалану. Уміст білка при 5,0 млн залишався стабільним 12,1 % у контролі, 12,1 % на Моддусі та Меквалані і 12,2 % на Стабілані, тобто лише Стабілан демонстрував приріст на 0,1 % на межі істотності.

Узагальнюючи, ретарданти системно підвищували натуру зерна на всіх густотах та знижували плівчастість, особливо помітно у загущеному стеблостой, тоді як білок залишався стабільним з помірним підвищенням на Моддусі та Стабілані за норми 4,0 млн. Оптимальне поєднання технологічних і якісних показників формується за норми висіву 4,0 млн у комбінації з Моддусом або Стабіланом – воно забезпечує високі значення натуре 644–645 г/л, істотне зниження плівчастості до 9,4 % і зростання вмісту білка до 12,3 %. Якщо обґрунтовано застосовується 5,0 млн, доцільно віддавати перевагу Стабілану, який одночасно підвищує натуру до 626 г/л та знижує плівчастість до 10,9 % без втрати білка.

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

Економічна оцінка поєднання густоти стояння з морфорегуляторами є критичною, оскільки саме вона інтегрує біологічний ефект на врожай із витратною частиною технології та показує реальну віддачу вкладених коштів; у цьому контексті найінформативнішими є валова вартість продукції, собівартість одиниці продукції, умовно чистий прибуток і рівень рентабельності, які безпосередньо відгукуються на зміну норми висіву та вибір ретарданта.

За норми 3,0 млн базовий варіант без обробки дав 3,07 т/га і 29 165 грн/га виручки при витратах 15 000 грн/га, що відповідає собівартості 4 885 грн/т, прибутку 14 165 грн/га і рентабельності 94,4 %; внесення Модуса підняло врожайність до 3,45 т/га, зменшило собівартість до 4 582 грн/т і підвищило прибуток до 16 965 грн/га при рентабельності 107,3 %, Стабілан забезпечив ще кращу комбінацію 3,51 т/га – 4 444 грн/т – 17 745 грн/га – 113,7 %, тоді як Меквалан дав 3,25 т/га, 4 784 грн/т і 15 325 грн/га з рентабельністю 98,5 %; отже, навіть за мінімальної густоти ретарданти одночасно збільшують виручку та стискають собівартість, а найсильніший економічний ефект у цій групі демонструє Стабілан.

Перехід до 4,0 млн загалом посилює фінансову віддачу: у контролі одержано 3,70 т/га, собівартість 4 324 грн/т, прибуток 19 150 грн/га і 119,6 % рентабельності, що вже істотно вище від 3,0 млн; серед ретардантів найкращою стала комбінація 4,09 т/га із Стабіланом, де мінімальна в досліді собівартість 4 058 грн/т поєднується з максимальним прибутком 22 255 грн/га та найвищою рентабельністю 134,0 %, Модус на 3,95 т/га забезпечив 4 255 грн/т, 20 715 грн/га і 123,2 %, Меквалан на 3,92 т/га – 4 221 грн/т, 20 690 грн/га і 125,0 %; послідовність показників свідчить, що саме середня густина оптимально балансує приріст валової продукції та контроль витрат, а ССС-

регуляція і трінексапак-етил максимально монетизують біологічну перевагу через падіння собівартості.

Таблиця 11

**Залежність економічної ефективності вирощування ячменю ярого від норми сівби та використання регуляторів росту (2025 рр.)**

Норма сівби насіння, млн шт./га	Варіант	Врожайність, т/га	Валова вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 тони зерна, грн	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
3,0	без обробки	2,32	29165	15000	4 885	14165	94,4
	Модус	2,65	32775	15810	4 582	16965	107,3
	Стабілан	2,72	33345	15600	4 444	17745	113,7
	Меквалан	2,54	30875	15550	4 784	15325	98,5
4,0	без обробки	2,89	35150	16000	4 324	19150	119,6
	Модус	3,29	37525	16810	4 255	20715	123,2
	Стабілан	3,25	38855	16600	4 058	22255	134,0
	Меквалан	3,20	37240	16550	4 221	20690	125,0
5,0	без обробки	2,93	35530	17000	4 545	18530	109,0
	Модус	3,27	38570	17810	4 386	20760	116,5
	Стабілан	3,35	39425	17600	4 240	21825	124,0
	Меквалан	3,19	36480	17550	4 570	18930	107,8

Подальше ущільнення до 5,0 млн дає приріст валової продукції, але ефект частково нівелюється вищою насінневою і технологічною складовою витрат: у контролі 3,74 т/га відповідають 4 545 грн/т, 18 530 грн/га і 109,0 %, тоді як Стабілан на 4,15 т/га забезпечує 4 240 грн/т, 21 825 грн/га і 124,0 %, Модус на 4,06 т/га – 4 386 грн/т, 20 760 грн/га і 116,5 %, Меквалан на 3,84 т/га – 4 570 грн/т, 18 930 грн/га і 107,8 %; показово, що при близьких прибутках контроль і Меквалан відрізняються за рентабельністю через різну величину витрат, тобто метрика «%» чутлива не лише до врожаю, а й до цінника технології. Порівняння всіх варіантів у цілому виявляє стабільну перевагу ретардантів над контролем у кожній нормі висіву за всіма економічними критеріями, із системним лідерством Стабілану та дуже близькими до нього значеннями Модуса; серед густот найвищий економічний ефект досягається на 4,0 млн, де одночасно фіксуються мінімальні собівартості і максимуми прибутку та рентабельності, тоді як 5,0 млн частково втрачає у відносних

показниках через подорожчання одиниці врожаю. Узагальнюючи, під впливом ретардантів економіка вирощування переходить у більш вигідну зону за рахунок двох синхронних механізмів – зростання валової продукції та зменшення собівартості – при цьому оптимум за критеріями «прибуток – рентабельність – собівартість» формується на поєднанні норми висіву 4,0 млн із Стабіланом, а альтернативно майже ідентичний результат дає Модус; збільшення норми до 5,0 млн доцільне для максимізації абсолютного прибутку за Стабіланом, однак у перерахунку на відсоток рентабельності середня густота залишається більш вигідною.

## **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, днів		–
- 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.

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.

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.

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.

## ВИСНОВКИ

Дослід проведено у Північному Степу за виразно аридних умов 2025 р. із хронічним дефіцитом опадів (квітень–вересень  $\approx 135$  мм проти  $\approx 209$  мм норми) на звичайному чорноземі важкосуглинкового складу з високою природною родючістю (гумус 4,2–5,5 %, рН 6,8–7,1, рухомий  $P_2O_5$  139 мг/кг, обмінний  $K_2O$  122 мг/кг). Водний фактор був головним лімітантом продуктивності, що підвищило значущість оптимізації густоти стояння та морфорегуляції.

Польова схожість ярого ячменю була стабільно високою (82–85 %) і практично не реагувала на ретарданти; підвищення норми висіву до 5,0 млн спричинило невелике, але статистично виправдане зростання схожості на  $\approx 1,5$  в.п., формуючи кращу стартову щільність стеблостою.

Ретарданти істотно підсилювали формування асиміляційного апарату у фазі виходу в трубку: приріст площі листків становив  $\approx 2,5$ – $4,6$  тис.  $m^2/га$  відносно контролю. Найбільш збалансовану комбінацію величини та «довговічності» листової поверхні забезпечила норма 4,0 млн у поєднанні зі Стабіланом або Моддусом; у молочно-стиглому стані максимум утримання зеленої маси зафіксовано на Стабілані 4,0 млн (18,8 тис.  $m^2/га$ ).

Підвищення норми висіву закономірно збільшувало кількість продуктивних рослин і, особливо, продуктивних стебел; ретарданти додатково підвищували ці показники на 7–14 % порівняно з контролем. Абсолютний максимум щільності колосоносних стебел отримано за 5,0 млн зі Стабіланом (531 шт./ $m^2$ ), тоді як відносний ефект морфорегуляції найвиразніший за 3,0–4,0 млн.

Компоненти продуктивності колосу під дією ретардантів зростали системно: маса зерна з колосу +0,04–0,05 г і озерненість +0,2–0,5 зернини до відповідних контролів; маса 1000 зерен збільшувалась на 1,4–2,3 г. Максимальне МТЗ досягнуто за 4,0 млн зі Стабіланом (50,2 г), що поєдналося з кращим збереженням листової поверхні.

Якість зерна поліпшувалася: натура підвищувалася на 7–17 г/л, плівчастість зменшувалася на 0,2–0,5 в.п., білок зростав до 12,3 % за 4,0 млн на Моддусі та Стабілані. За економічно обґрунтованої густоти 4,0 млн комбінації зі Стабіланом/Моддусом забезпечували оптимальний баланс «урожайність – натура – плівчастість – білок».

Інтегрально найвищі економічні показники отримано при 4,0 млн зі Стабіланом: валова вартість 38 855 грн/га, собівартість 4 058 грн/т, умовно чистий прибуток 22 255 грн/га та рентабельність 134,0 %. Біологічний максимум урожайності досягався за 5,0 млн зі Стабіланом (4,15 т/га), але за співвідношенням «прибуток – рентабельність – собівартість» оптимум формувався на 4,0 млн з ретардантами ССС/ТЕ; Меквалан забезпечував стабільний, проте дещо нижчий ефект порівняно зі Стабіланом і Моддусом.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення продуктивності ярого ячменю сорту Гіакінт в умовах фермерського господарства «Агроінтер» Синельниківського району Дніпропетровської області рекомендується застосовувати норму висіву 4,0 млн схожих насінин на 1 га. У фазі виходу в трубку доцільно проводити обробку посівів регулятором росту «Модус» у нормі 0,3 л/га, що сприяє покращенню ростових процесів, формуванню оптимальної структури посіву та підвищенню врожайності.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенко. Кам'янець-Подільський, 2011. 107 с.
2. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов холодного періоду в країні при глобальному потеплінні клімату / Т. І. Адаменко // Агроном. № 4. С. 12–13.
3. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств. К.: КНЕУ, 2002. 624 с.
4. 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.
5. Вінюков О. О., Бондарева О. Б., Коробова О. М. Екологічна пластичність нових сортів ячменю ярого до стресових факторів. Селекція і насінництво. Харків, 2016. Вип. 110. С. 29–35.
6. Воловик Т. А. Стратегії покращення врожайності ячменю в умовах Степу України / Т. А. Воловик // Сучасна аграрна наука. 2021. № 9. С. 19–25.
7. Гандзюк М. П. Основи охорони праці : Підручник. 2-е вид. / Гандзюк М.П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. –К. : Каравела, 2004. – 408 с.
8. Гирка А. Д., Сидоренко Ю. Я., Ільєнко О. В., Гирка Т. В. Реалізація потенціалу продуктивності сучасних сортів ячменю ярого в умовах зміни клімату. Бюл. Інту зерн. госп-ва УААН. Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2011. №40. С. 114–119.
9. Гнатюк М. П. Методичні рекомендації з вирощування ячменю ярого в зоні Степу / М. П. Гнатюк, А. І. Мироненко. Миколаїв: Інститут сільськогосподарських досліджень, 2019. 74 с.

10. Горщар В.І. Вплив мінеральних добрив і регуляторів росту рослин на врожайність пивоварного ячменю в північній підзоні Степу України. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2004. № 1. С. 50–52.
11. 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).
12. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні на 2023 рік. [Електронний ресурс] – К., 2023. – 327 с.
13. Дудник А. В. Адаптаційні властивості ячменю ярого до умов клімату північного Степу / А. В. Дудник, І. Ю. Семененко // Наукові записки Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. \2020. Вип. 17. С. 35–40.
14. 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.
15. Ковальчук, Л. О. Вплив регуляторів росту на стійкість ячменю до хвороб / Л. О. Ковальчук // Журнал аграрних наук. 2022. № 5. С. 103–109.
16. Козак, П. М. Ефективність застосування регуляторів росту на посівах ячменю / П. М. Козак // Агробіологія та агроекологія. 2021. № 2. С. 45–51.
17. Кулик І. О. Оптимізація агротехнічних заходів вирощування вівса і ячменю ярого в Північному Степу України : дис. канд. с.-г. наук : 06.01.09 / ДУ ІЗК НААН. Дніпропетровськ, 2014. 218 с.
18. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов НИР и ОКР, новой техники, изобретений и / Под руков. Г. М. Лозы. М.: ВНИИПИ, 1983. 149 с.
19. 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.
20. Пабат І. А. Попередники, добрива і обробіток ґрунту під ячмінь ярий у Степу. Вісник аграрної науки, 2002. Вип. №4. С. 17–21.

21. 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.

22. Поелементні нормативи затрат на виконання технологічних операцій при вирощуванні та збиранні зернових культур в зоні Степу України і методичні рекомендації по їх розробці та застосуванню : нормативне наук.-практ. видання / [В. С. Рибка, А. В. Черенков, М. С. Шевченко та ін.]. Дніпропетровськ : Інститут сільського господарства степової зони НААН України, 2012. 172 с.

23. Прокопенко І. О. Адаптація норм висіву до умов північного Степу України / І. О. Прокопенко // Вісник сільськогосподарської науки і практики. 2018. № 2. С. 33–37.

24. Савченко Л. П. Застосування агротехнічних прийомів для підвищення продуктивності ячменю / Л. П. Савченко // Агроекологічний журнал. 2020. № 10. С. 44–49.

25. Сидоренко В. Г. Вплив норм висіву на якість зерна ярого ячменю / В. Г. Сидоренко // Наукові праці Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. 2021. – Вип. 12. С. 83–88.

26. Соловей Н. В. Вплив густоти стояння рослин на продуктивність ячменю / Н. В. Соловей // Науковий вісник Уманського національного університету. 2021. Вип. 21. С. 92–99.

27. Сухомлин О. В. Підвищення врожайності ячменю через оптимізацію густоти стояння рослин / О. В. Сухомлин // Землеробство України. 2019. № 5. – С. 25–30.

28. Танчик С. Чи можливо отримати в Україні 80 млн т зерна / С. Танчик // Пропозиція. 2012. № 1. С. 58–60.

29. Тимошенко І. Г. Роль регуляторів росту у підвищенні стійкості ячменю до стресових факторів / І. Г. Тимошенко // Агробіологія. 2020. № 4. С. 66–72.

30. Ткаченко, А. І. Вплив агротехнологій на врожайність ярого ячменю в північному Степу України / А. І. Ткаченко // *Агронауковий вісник*. 2021. Т. 9. – С. 58–64.
31. Трибель С. О. Стійкі сорти : проблеми і перспективи / С. О. Трибель // *Засоби і методи*. 2005. С. 3–4.
32. Федоренко Ю. М. Дослідження регуляторів росту та їх роль у формуванні високоякісного врожаю ячменю / Ю. М. Федоренко // *Зернові культури України*. 2019. № 3. С. 51–57.
33. Харченко В. П. Вплив мінеральних добрив на врожайність та якість зерна ячменю / В. П. Харченко // *Агроєкологія*. 2021. № 7. С. 34–40.
34. Хоменко С. В. Агротехнічні прийоми у вирощуванні ярого ячменю: практичний підхід / С. В. Хоменко // *Сільськогосподарська наука і техніка*. 2022. Вип. 14. С. 102–108.
35. Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві : теорія, методологія, практика : у 2 т. // *Теорія ціноутворення та технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур* / [за ред. : Саблука П. Т. та ін.]. – К. : ННЦ "Інститут аграрної економіки" УААН, 2008. Т. 1. 698 с.
36. Черепанова Л. С. Застосування регуляторів росту для підвищення врожайності зернових культур / Л. С. Черепанова // *Науковий журнал аграрної науки*. – 2020. – № 3. – С. 61–66.
37. Чорновіл О. І. Застосування регуляторів росту та норми висіву для підвищення продуктивності ячменю / О. І. Чорновіл // *Вісник аграрної науки*. – 2020. – № 6. – С. 47–52.
38. Шевченко М., Десятник Л, Льоринець Ф., Шевченко С. Агросистемні методи регулювання волого-споживання в агроценозі. *Науковий журнал Зернові культури*. 2017. Т. 1. № 1. С. 119–123.
39. Шевченко О. М. Підвищення врожайності зернових культур за допомогою регуляторів росту / О. М. Шевченко. – Київ: Аграрний університет, 2021. 110 с.

40. Яковенко А. С. Вплив норм висіву на адаптаційні властивості ячменю ярого / А. С. Яковенко // *Агроєкологічний журнал*. 2018. № 4. С. 38–43.
41. Яковчук В. Г. Дослідження впливу густоти посівів на врожайність у різних агрокліматичних умовах / В. Г. Яковчук // *Сільське господарство і екологія*. 2019. № 8. С. 78–84.
42. Adams R. G. Plant growth regulators and their impact on barley yields / R. G. Adams // *Journal of Agricultural Science*. 2018. Vol. 36. P. 122–130.
43. Ahmed S. Z. Agronomic impacts of growth regulators on cereal crops / S. Z. Ahmed // *Middle Eastern Journal of Agricultural Research*. 2020. Vol. 15. – P. 33–40.
44. Baker T. S. Barley growth and seeding rates in dry regions / T. S. Baker, P. L. Johnson // *Agricultural Research and Development*. 2019. Vol. 17 P. 33–38.
45. Brown E. L. Growth regulators in modern cereal agriculture / E. L. Brown, M. T. Young // *European Journal of Agronomy*. 2019. Vol. 24. P. 140–146.
46. Chen Y. Effects of growth regulators on barley yield in arid zones / Y. Chen, M. Zhang // *International Journal of Agronomy*. 2020. Vol. 15. P. 89–95.
47. Dawson L. J. Sustainable practices in cereal cultivation: A review / L. J. Dawson // *Plant and Soil*. 2021. Vol. 446. P. 204–211.
48. Gardne A. D. Seeding density and its effects on barley productivity / A. D. Gardner, C. White // *Field Crops Research*. 2019. Vol. 30. P. 55–63.
49. Hanse B. Growth regulators in cereal farming / B. Hansen // *European Journal of Crop Science*. 2020. Vol. 29. P. 75–80.
50. Kim H. W. Strategies for improving barley yield through optimal seeding rates / H. W. Kim // *Asian Agriculture Journal*. 2018. Vol. 13. P. 55–62.
51. Kumar R. The role of agronomic practices on barley yield / R. Kumar // *Agricultural Science and Technology*. 2022. Vol. 48. P. 41–47.
52. Li W. Barley seeding rates and environmental impact / W. Li, Y. Wu // *Journal of Sustainable Agriculture*. 2021. Vol. 21. P. 69–77.

53. Martin R. J. Optimization of barley seeding practices under variable climates / R. J. Martin // *Cereal Science Research*. 2019. Vol. 14 P. 112–119.
54. Olsson B. M. Barley and climate resilience: role of planting density and regulators / B. M. Olsson // *Nordic Agricultural Journal*. 2022. Vol. 19. P. 95–103.
55. O’Neil K. M. Effects of environmental factors and seeding density on barley yield / K. M. O’Neil, H. S. Farley // *Crop Science*. 2021. Vol. 32. P. 88–93.
56. Pate N. P. The role of seed density in sustainable barley farming / N. P. Patel // *International Journal of Agricultural Innovations and Research*. 2022. Vol. 18. P. 66–72.
57. Robinso M. D. Effect of plant growth regulators on barley seedling establishment / M. D. Robinson // *Agronomy Journal*. 2022. Vol. 114. P. 200–208.
58. Schneider L. G. Barley production in semi-arid regions with growth regulators / L. G. Schneider, D. H. Wilson // *Journal of Plant Growth Regulation*. 2020. Vol. 9. P. 210–217.
59. Smith J. B. Impact of environmental factors on barley production / J. B. Smith // *International Journal of Agricultural Sustainability*. 2019. Vol. 12. P. 101–108.
60. Tanaka K. Optimizing barley yield with growth regulators / K. Tanaka // *Asian Journal of Crop Science*. 2020. Vol. 15. – P. 29–35.
61. Wang X. Optimizing barley yield with the use of growth regulators in varied climates / X. Wang, Y. L. Li // *Agricultural Sciences in China*. 2021. Vol. 12. P. 129–135.