МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(УНУ)

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту
«____» _____ 2025 р.
Зав. кафедри, к. с.–г. наук, доцент
_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

УРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД МОРФОРЕГУЛЯТОРІВ І ФУНГІЦИДІВ У ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОМУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 21 м-з-а
спеціальності 201 Агрономія
БАБІЙ Костянтин Костянтинович

Керівник: ВИШНЕВСЬКА Леся, к. с.–г. наук, доцент

Умань – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП 4

РОЗДІЛ 1. ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ (огляд літератури) …… 6

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ (характеристика ячменю озимого) 16

РОЗДІЛ 3. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ 18

3.1. Характеристика ґрунту під дослідом 18

3.2. Кліматичні та погодні умови 19

3.3. Схема досліду та розміщення варіантів 21

3.4. Агротехнологія вирощування ячменю озимого в досліді 22

3.5. Програма досліджень і методика їх проведення 23

РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ …… 26

4.1. Показники структури урожаю ячменю залежно від елементів технології вирощування …….. 26

4.2. Урожайність зерна сортів ячменю озимого залежно від застосування морфорегуляторів та фунгіцидного захисту……..... 29

4.3. Показники якості зерна ячменю озимого залежно від фунгіцидного захисту……. 34

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО 37

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 45

6.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування ячменю озимого…… 45

6.2. Охорона навколишнього природного середовища при

вирощування ячменю озимого 47
ВИСНОВКИ 49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 51
ДОДАТКИ 59

ВСТУП

Актуальність теми. Озимий ячмінь є однією з ключових зернових культур. Його зерно містить близько 12 % білка, понад 75 % вуглеводів та 2,1 % жиру. Білковий комплекс зерна включає більше 20 амінокислот, серед яких 8 є незамінними. В 1 кг зерна міститься 1,2 к.о. та 100 г перетравного протеїну [1]. Ячмінь використовується у різних напрямках: з нього виготовляють солод для пивоваріння, він є цінною кормовою культурою та основою у годівлі тварин, зокрема свиней. Крім того, ця культура набуває популярності серед людей, які дотримуються принципів здорового харчування [2].

Озимий ячмінь має високий потенціал урожайності — 8,0–9,0 т/га і більше. Україна стабільно входить до п’ятірки провідних світових виробників цієї культури. За останні сім років урожайність озимого ячменю зросла з 2,0 т/га до 3,4 т/га, проте вона все ще приблизно вдвічі нижча, ніж у країнах ЄС. Тому удосконалення технології вирощування є необхідним для реалізації потенціалу сортів, зменшення втрат урожаю та підвищення загальної продуктивності культури.

Зміни факторів зовнішнього середовища вимагають пошуку нових ефективних методів вирощування сучасних сортів озимого ячменю. У зв’язку з цим окремі елементи технології слід адаптувати з урахуванням біологічних особливостей сорту, системи догляду за посівами та агрокліматичних умов регіону.

Зв’язок роботи з науковими програмами. Кваліфікаційна робота є частиною наукових досліджень Уманського НУС та кафедри рослинництва «Розробка технологій вирощування польових і кормових культур у системі органо-біологічного рослинництва».

Наукова новизна. Новизна отриманих результатів полягає у встановленні впливу застосованих морфорегуляторів і фунгіцидів на ріст і розвиток рослин озимого ячменю, врожайність та якість зерна.

Практичне значення. Отримані дані дозволяють оптимізувати технологію вирощування озимого ячменю на основі застосування фунгіцидного захисту Систіва 1,5 л/т + Адексар Плюс 1,0 л/га. Для досягнення високої урожайності в умовах Лісостепу Правобережного та запобігання виляганню рослин рекомендується використання регуляторів росту Хлормекватхлорид 750 1,5 л/га (ВВСН 31) + Медакс Топ 1,0 л/га (ВВСН 39).

Апробація результатів. Основні результати досліджень були представлені та обговорені на Всеукраїнській студентській науковій конференції, присвяченій 150-річчю від дня народження видатного вченого і педагога І.І. Корабльова.

РОЗДІЛ 1

Формування урожайності ячменю озимого залежно від впливу елементів технології вирощування (огляд літератури)

Важливим напрямком розвитку аграрного виробництва в Україні є впровадження сучасних інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, що підвищують їхню стійкість до несприятливих факторів та забезпечують збільшення врожайності [3]. При інтенсивному вирощуванні озимого ячменю одним з ключових аспектів є правильний вибір сорту. Потенціал врожайності сучасних сортів зернових культур може сягати 10–12 т/га високоякісного зерна. Однак у господарствах Лісостепу та Полісся урожайність зазвичай досягає лише 25–30 % від теоретичного максимуму. Основною причиною такого недобору є порушення технологічних елементів вирощування. Підвищити реалізацію генетичного потенціалу можливо шляхом розробки та впровадження більш ефективних технологій [4].

Сучасні сорти озимого ячменю характеризуються комплексом господарсько-цінних та біологічних властивостей, які забезпечують їхню адаптацію до несприятливих кліматичних умов, таких як морозостійкість, зимостійкість, посухостійкість, а також стійкість до основних захворювань [5]. Перевагою озимого ячменю над ярим є вища врожайність. Зокрема, дослідження показують, що озимі сорти пивоварного ячменю дають 50–60 ц/га, тоді як ярі — лише 35–40 ц/га [6]. На думку Т. Ф. Цапік та співавт. [7], сорт є фундаментальною біологічною основою, на якій будується технологія вирощування рослин.

Одним із головних чинників, що обмежують отримання високого врожаю, є вилягання зернових. Це явище порушує нормальний ріст і розвиток рослин, зменшує фотосинтетичну поверхню та уповільнює засвоєння води й поживних речовин, що негативно позначається на якості та обсязі продукції [8]. Найчастіше

вилягання спостерігається у посівах із врожайністю понад 6 т/га, вирощених за інтенсивними технологіями [9].

Закордонні дослідження показують, що втрати врожаю через вилягання можуть коливатися від 10 до 40 %, а в окремі роки досягати 80 %. Крім того, якість зерна страждає: маса тисячі зерен знижується на 8–15 %, а ризик ураження мікотоксинами зростає [10]. Вилягання є результатом реакції рослин на зовнішні фактори та обумовлюється змінами обміну речовин [11].

Виділяють два основні типи вилягання: стеблове та кореневе, а для ячменю характерне також поникнення колосу [12]. Стеблове вилягання виникає через надмірний вигин стебла або його ламкість, як зазначають С. А. Каллер, В. М. Терентьєва та ін. [41]. Кореневе вилягання пов’язане зі слабкістю кореневої системи або недостатнім зчепленням з ґрунтом. Висота рослини безпосередньо впливає на стійкість до вилягання, тому селекціонери враховують цей фактор при виведенні нових сортів [13].

Довжина та міцність першого і другого міжвузлів є важливими показниками стійкості до вилягання [14]. У багатьох країнах застосування регуляторів росту дозволяє додатково отримати 20–30 % продукції вищої якості [15]. Вони впливають на процеси, які неможливо скоригувати агротехнічними методами [16].

Регулятори росту — це речовини природного або синтетичного походження, які впливають на фізіологічні процеси рослин, включаючись у їхній обмін речовин або змінюючи гормональний баланс. Їх дія схожа на дію фітогормонів [17, 18]. За механізмом впливу їх поділяють на:

- етиленпродуценти (діхлоретилфосфонова кислота – 2ХЕФК),
- препарати, пов’язані з метаболізмом ауксинів (ТІБК, дихлоранізол, морфактини),
- цитокінінові препарати, що гальмують дію цитокінінів [22],
- антибрасостероїди [23],

- препарати, що впливають на гібереліни (ретарданти), які гальмують ріст, сприяють гілкуванню та зміцненню стебла [24–26].

Л. Г. Груздєв [27] зазначає, що обробка ретардантами підвищує зернову продуктивність навіть за відсутності вилягання. Прикореневе вилягання можна зменшити, скоротивши довжину першого та другого міжвузлів і збільшивши їх товщину, проте пізніше стеблове вилягання може виникнути через витягування наступних міжвузлів [28].

Дослідження В. Ф. Ващенка та В. В. Нама [28] показали, що поникнення колосу залежить від кількості опадів у попередню декаду і може бути попереджене застосуванням морфорегуляторів у фазі виходу в трубку. Науковці В. Г. Кур'ята та ін. [29, 30] відзначають, що регулятори росту впливають на всі рівні організації фотосинтетичного апарату.

Ретарданти, включаючись у ланцюг синтезу гібереліну, належать до різних хімічних груп: онієві сполуки (хлормекватхлорид, мепікватхлорид, АМО 1618), похідні бурштинової кислоти (ДЯК, В-9, алар-85), триазол- та пентанолпохідні (паклобутразол, уніконазол, триапентанол), етиленпродуценти (етрел, етефон), ізобутирати та циклогексадіони [32–37]. На 2019 рік зареєстровано ряд морфорегуляторів для зернових культур в Україні: хлормекват-хлорид, мепікватхлорид, етефон, трінексипак-етил, прогексадіон кальцію [38].

Історично першим ретардантом був АМО1618 (1950 р.), а пізніше β-хлоретилтриметиламонійний хлорид (ССС) отримав широке застосування [39]. За даними С. В. Михайленка [40], Хлормекват-хлорид (470 г/л) у нормі 2,5 л/га на ячмені сорту Пасадена у фазу третього вузла запобігав виляганню та давав прибавку 0,41 т/га.

Дослідження ДСВ ІФРГ НААН України показали, що застосування Медакс Топ 1,0 л/га у фазі ВВСН 39 знижує висоту рослин на 11,2 %, а Терпал 1,5 л/га – на 3,9 % [41]. Ретарданти також сприяють збільшенню товщини міжвузлів і сухої маси стебла, що підвищує жорсткість стебла та зміцнює рослини [42–44].

В інтенсивних посівах ячменю підвищується розвиток хвороб, особливо за високого азотного живлення. Втрати врожаю можуть сягати 12–20 %, а при сильному ураженні – до 50 % [50]. Основні хвороби: борошниста роса, плямистості листя, ринхоспоріоз, іржа, хвороби колосу, кореневі гнилі та сажки [51].

Хімічний захист, включно з протруюванням насіння та фунгіцидами, залишається основним методом контролю хвороб [56]. Застосування системних фунгіцидів (тебуконазол, тіабендазол, флутріафол, тритіконазол, прохлораз) знижує інтенсивність розвитку хвороб у 2,3–7,0 раз [57]. Протруйники забезпечують дружні сходи, стимулюють ріст проростків і розвиток кореневої системи, підвищують стійкість рослин до несприятливих умов [58].

Таким чином, регулятори росту та фунгіцидний захист є ключовими елементами технології вирощування озимого ячменю, що забезпечують зменшення вилягання, контроль хвороб та підвищення урожайності [59].

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ (характеристика ячменю озимого)

Вінтмальт. Це середньостиглий високоврожайний сорт озимого ячменю, внесений до реєстру з 2009 року (оригінатор KWS), рекомендований для вирощування у Поліссі та Лісостеповій зоні України. Сорт має дворядний тип колосу (H. s. distichum L.) і призначений переважно для вирощування на зерно. Вінтмальт вирізняється солодовими і пивоварними властивостями, порівнянними з ярими пивоварними сортами ячменю. Рослини добре кущаться при пізніх сходах восени та рано навесні. Сорт характеризується високою стійкістю до вилягання і осипання зерна в колосі, середня висота рослини становить 70–75 см. Він також має підвищену стійкість до вірусу жовтої мозаїки. Тривалість вегетаційного періоду – 280–290 днів, маса тисячі насінин – 44 г [60].

Ханнелоре. Сорт озимого ячменю, зареєстрований в Україні з 2014 року (оригінатор: «Заатбау Лінц рег. Ген.м.б.Х.»), має дворядний тип колосу (H. s. distichum L.). Це середньостиглий сорт з вегетаційним періодом 252–273 днів. Висота рослин становить 70–75 см, а маса тисячі насінин коливається від 50,7 до 52,0 г. Рекомендована норма висіву за оригінатором – 3,0–4,0 млн схожих насінин на гектар. Сорт повільно розвивається восени, поступово кущиться та росте. Потенційна врожайність Ханнелоре – 8–10 т/га. Сорт відзначається високою зимостійкістю і посухостійкістю, стійкий до вилягання та осипання зерна, а також проявляє підвищену стійкість до ураження гельмінтоспоріозом та борошнистою росою [61].

Хайлайт. Шестирядний сорт озимого ячменю, внесений до реєстру України з 2010 року (оригінатор: Deutsche Saatfertellung AG), має палідумний тип колосу. Рекомендований для вирощування у Лісостепу, Степу та Поліссі. Висота рослини – 90–100 см. Сорт характеризується високою масою тисячі насінин (47–51 г) і добре виповненим зерном, яке легко відділяється від остюків під час обмолоту.

Хайлайт має підвищену потребу у регуляторах росту, тому для оптимальної врожайності рекомендується дворазове застосування морфорегуляторів протягом вегетації [62].

РОЗДІЛ 3
УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Характеристика ґрунту під дослідом

Для отримання високих урожаїв озимого ячменю важливе використання родючих, добре структурованих ґрунтів з оптимальною кількістю кальцію та нейтральною або слабокислою реакцією ґрунтового розчину. Погано придатні до вирощування ячменю низинні ділянки, глинисті ґрунти та ділянки, схильні до затоплення. На піщаних ґрунтах ефективність культури сильно залежить від рівномірності опадів у період вегетації. Найбільш придатні для ячменю глибокі, опідзолені чорноземи Степової та Лісостепової зон України [63].

Дослідження проводилися на **чорноземах типових**, що характеризуються високим вмістом гумусу (4,52 % у орному шарі), високою забезпеченістю рухомими формами фосфору (230–236 мг/кг) та калію (86–90 мг/кг), а також достатнім вмістом азоту (119–121 мг/кг). Ґрунт має близьку до нейтральної реакцію (pH сольове – 6,5) та відноситься до незасолених (сума солей 0,05–0,09 %). За гранулометричним складом – суглинок середній (за Качинським Н. А.), із доброю структурою, здатністю накопичувати воду та тепло, а також високою проникністю повітря.

Отже, ґрунти дослідної ділянки були сприятливими для вирощування озимого ячменю та інших сільськогосподарських культур.

3.2. Кліматичні умови

Погодні умови під час проведення досліду характеризувалися підвищеною температурою та високим вологозабезпеченням. У 2024 р. середня температура була на 2,5 °С вище за багаторічну норму під час сівби, а опадів випало 113,3 мм при нормі 53,0 мм, що забезпечило добрий запас вологи та дружні сходи. У 2025 р. весна була теплою та вологою, що сприяло швидкому відновленню вегетації.

Літні місяці також характеризувалися вищою за середню температурою, сприятливою для дозрівання зерна (табл. 1, 2).

Погодні умови сприяли нормальному розвитку міжфазних періодів озимого ячменю. Велика кількість опадів у липні відтермінувала строки збирання урожаю, проте в цілому клімат був сприятливим для росту та розвитку культури.

3.3. Схема досліду та розміщення варіантів

Досліди проводили за методикою Б. А. Доспехова [64]. Облікова площа ділянки – 50 м², повторність варіантів – тричі. Попередник досліду – озимий ріпак.

Схема досліду передбачала два фактори:

Фактор А – сорт:

1. Вінтмальт
2. Ханнелоре
3. Хайлайт

Фактор Б – регулятори росту:

1. Контроль
2. Хлормекват-хлорид 750 р. к., 1,5 л/га (ВВСН 31)
3. Моддус к. е., 0,5 л/га (ВВСН 31)
4. Медакс Топ к. с., 1,0 л/га (ВВСН 31)
5. Терпал р. к., 1,0 л/га (ВВСН 39)
6. Медакс Топ к. с., 1,0 л/га (ВВСН 39)
7. Хлормекват-хлорид 750 р. к., 1,5 л/га (ВВСН 31) + Терпал р. к., 1,0 л/га (ВВСН 39)
8. Хлормекват-хлорид 750 р. к., 1,5 л/га (ВВСН 31) + Медакс Топ к. с., 1,0 л/га (ВВСН 39)
9. Хлормекват-хлорид 750 р. к., 1,5 л/га + Моддус к. е., 0,5 л/га (ВВСН 31) + Терпал р. к., 1,0 л/га (ВВСН 39)

Фактор В – фунгіцидний захист:

1. Контроль
2. Систіва 1,5 л/т (ВВСН 00)
3. Систіва 1,5 л/т + Абакус 1,25 л/т (ВВСН 39)
4. Систіва 1,5 л/т + Адексар Плюс 1,0 л/т (ВВСН 39)
5. Капало 1,0 л/га + Абакус 1,25 л/т (ВВСН 39)
6. Капало 1,0 л/га + Абакус 1,25 л/т + Осіріс Стар 1,5 л/га (ВВСН 65)
7. Систіва 1,5 л/т + Абакус 1,25 л/т + Осіріс Стар 1,5 л/га (ВВСН 65)

Сорти, використані у дослідженні, занесені до **Державного реєстру сортів рослин України (2019)** і рекомендовані для Лісостепу.

3.4. Агротехнологія вирощування

Попередник – озимий ріпак. Основний обробіток – оранка на глибину 27 см. Посів здійснювали сівалкою точного висіву Wintersteiger, норма – 3,7 млн насінин/га, загортання – 3 см.

Добрива вносили у формі хлористого калію (К60) та суперфосфату (Р60К90) під основний обробіток, а азот – N30+30+30 під час відновлення весняної вегетації та виходу в трубку. Насіння протруювали **Кінто Дуо к. с., 2,5 л/т** за 7 днів до сівби.

Захист посівів від бур’янів – **Марафон к. с., 4 л/га** у фазі трьох листків. Фунгіцидний захист включав **Капало с. е., 1,0 л/га (ВВСН 31)** та **Абакус с. е., 1,25 л/га (ВВСН 39)**. Регулятор росту **Терпал р. к., 1,0 л/га** застосовували під час виходу в трубку та появи прапорцевого листка. Шкідники контролювали препаратами **Фастак к. е., 0,2 л/га** та **Бі-58 к. е., 1,0 л/га** у фазі кущіння, прапорцевого листка та колосіння.

Обмолот проводили комбайном **ZURN**, визначали урожайність, вологість та відбирали проби зерна для аналізу.

3.5. Програма досліджень і методика

Фенологічні спостереження виконували за методикою В. О. Єщенко, П. Г. Копитко [65]. Початок фази – коли 10–15 % рослин досягли її, повна фаза – 70–75 % рослин. Визначали повні сходи, кущіння, вихід у трубку, колосіння, дозрівання, дату припинення осінньої вегетації та відновлення весняної вегетації. Фази розвитку кодували за міжнародною шкалою **ВВСН (ВВСН)** [66], від 00 до 99. Урожайність визначали прямим комбайнуванням та перераховували на 14 % вологість.

Елементи структури врожаю: кількість продуктивних стебел, довжина колоса, кількість зерен в колосі. Маса 1000 зерен – середнє з двох наважок по 500 насінин, точність – 0,1 г. Вміст крохмалю визначали за ГОСТ 10845-75, білка – методом Кьєльдаля.

Економічну ефективність та енергетичну оцінку технології оцінювали за методиками О. К. Медведовського та П. І. Іваненка [68].

Статистичну обробку проводили методом дисперсійного та кореляційного аналізу з використанням Microsoft Excel та пакету Statistica 6 [69].

РОЗДІЛ 4
ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

4.1. Показники структури урожаю ячменю залежно від технології вирощування

Основними компонентами структури врожаю озимого ячменю є кількість продуктивних стебел на одиниці площі, маса колоса, озерненість колоса та маса 1000 зернин.

Дослідження показали, що застосування регуляторів росту сприяло збільшенню маси зерна з колоса. При цьому маса колоса визначалася переважно сортовими особливостями. Найвищі показники спостерігали у шестирядного сорту **Хайлайт** – 2,01–2,15 г залежно від варіанту обробітку. Дворядні сорти **Вінтмальт** та **Ханнелоре** формували масу зерен з колоса у межах 1,08–1,18 г та 1,21–1,32 г відповідно.

Внесення регуляторів росту підвищувало масу зерна порівняно з контролем:

- **Вінтмальт** – на 1,8–10,2 %;
- **Ханнелоре** – на 2,4–8,0 %;
- **Хайлайт** – на 2,0–8,0 %.

Одноразове внесення регуляторів у фазі виходу в трубку дало такі результати у сорту **Вінтмальт**: **Медакс Топ 1,0 л/га** – 1,13 г, що на 4,6 % більше порівняно з контролем (табл. 3). Внесення **Терпал 1,0 л/га** та **Медакс Топ 1,0 л/га** у фазу прапорцевого листка формувало масу колоса 1,16–1,17 г. Максимальні показники досягнуті при дворазовому та триразовому застосуванні комбінацій регуляторів:

- **Хлормекват-хлорид 1,5 л/га (ВВСН 31) + Медакс Топ 1,0 л/га (ВВСН 39)** – 1,19 г;

- **Хлормекват-хлорид 1,5 л/га + Моддус 0,5 л/га (ВВСН 31) + Терпал 1,0 л/га (ВВСН 39)** – 1,18 г.

Встановлено, що збільшення маси зерна відбувалося переважно за рахунок зростання маси 1000 насінин. Скорочення довжини стебла супроводжувалося інтенсивнішим ростом колоса та кращим наливом зерна. Це підтверджує дані [65] та В. В. Лихочвора [1], що регулятори росту у фазі виходу в трубку сприяють переорієнтації асимілянтів у генеративні органи рослини.

Дослідження показали взаємозв'язок маси 1000 зерен із стійкістю рослин до вилягання (рис. 1). Обприскування регуляторами росту підвищувало цей показник, ймовірно, за рахунок зменшення ризику вилягання.

Кількість зерен у колосі змінювалася під впливом сорту, а не регуляторів росту:

- **Вінтмальт** – 23,1–24,0 шт/колос;
- **Ханнелоре** – 26,1–26,9 шт/колос;
- **Хайлайт** – 42,7–43,5 шт/колос.

Кущіння – важлива характеристика озимих злаків, що впливає на густоту продуктивного стеблостою. У наших дослідженнях застосування регуляторів не впливало на кількість продуктивних пагонів, оскільки обприскування проводилося після завершення закладання пагонів, тобто у фазі виходу в трубку та появи прапорцевого листка.

Отже, застосування фунгіцидного захисту та регуляторів росту формує компоненти продуктивності, визначає структуру врожаю та його величину.

4.2. Урожайність зерна сортів ячменю озимого залежно від застосування морфорегуляторів та фунгіцидного захисту

Урожайність є комплексним показником продуктивності, який формується під впливом сортових особливостей, агротехнічних заходів та кліматичних умов. Дослідження показали, що комплексний захист рослин від бур'янів, хвороб та шкідників дозволяє додатково отримати до 1,08 т/га врожаю.

За фактором фунгіцидного захисту контрольний варіант забезпечив у середньому 6,96 т/га. Всі варіанти фунгіцидного захисту перевищували контроль. Так, внесення **Систіви 1,5 л/т (ВВСН 00)** забезпечило прибавку 0,7 т/га. Додавання **Абакус 1,25 л/га (ВВСН 39)** до Систіви підвищувало врожайність ще на 0,48 т/га, а заміна Абакус на **Адексар Плюс 1,0 л/га (ВВСН 39)** дала максимальну прибавку 1,45 т/га, що на 0,28 т/га більше порівняно з попереднім варіантом.

Інші варіанти інтенсивного захисту, включаючи комбінації Капало + Абакус та Систіви + Абакус + Осіріс Стар, забезпечували прибавку 1,17–1,48 т/га, що в межах статистичної похибки не перевищує ефективність попередніх варіантів (табл. 4).

Таблиця 4

Урожайність ячменю озимого залежно від фунгіцидного захисту, т/га

№	Фактор впливу	Урожайність, т/га	Приріст, т/га	Приріст, %
1	Контроль	6,51–6,03	–	–
2	Систіва 1,5 л/т	7,64–6,73	0,64	10,5
3	Систіва + Абакус 1,25 л/га	8,08–7,10	1,00	16,5
4	Систіва + Адексар Плюс 1,0 л/га	8,38–7,68	1,34	22,2
5	Капало + Абакус 1,25 л/га	8,27–7,44	1,13	18,7
6	Капало + Абакус + Осіріс Стар 1,5 л/га	8,33–7,49	1,27	21,0
7	Систіва + Абакус + Осіріс Стар 1,5 л/га	8,45–7,59	1,34	22,2

Примітка: на всіх варіантах насіння протруювали Кінто Дуо 2,5 л/т; НІР 05 фактор В = 0,07–0,09 т/га

При застосуванні морфорегуляторів врожайність також збільшувалася. Нижчою продуктивністю характеризувався сорт **Вінтмальт** – 7,15–7,99 т/га, сорт **Ханнелоре** – 7,40–8,05 т/га, а сорт **Хайлайт** забезпечував найвищий урожай 7,86–8,70 т/га (табл. 5).

Таблиця 5

Урожайність сортів ячменю озимого залежно від внесення морфорегуляторів, т/га

Сорт	Контроль	ХМХ	Моддус	Медакс 31	Терпал	Медакс 39	ХМХ+Терпал	ХМХ+Медакс	ХМХ+Моддус+Терпал
Вінтмальт	7,15	7,34	7,29	7,46	7,67	7,80	7,83	7,99	7,93
Ханнелоре	7,40	7,60	7,58	7,71	7,81	7,98	7,87	8,05	8,00
Хайлайт	7,86	8,00	8,01	8,10	8,25	8,36	8,37	8,70	8,62

Середній показник по фактору морфорегуляторів становив 7,47–8,25 т/га, що на 0,65 т/га або 8,8 % вище порівняно з контролем. Найвища прибавка спостерігалася при дворазовому застосуванні **Хлормекват-хлорид 1,5 л/га + Медакс Топ 1,0 л/га (ВВСН 39)** – до 0,84 т/га на сорту Вінтмальт і Хайлайт, та 0,65 т/га на сорту Ханнелоре.

Дисперсійний аналіз показав, що на формування врожаю найбільший вплив мав **сорт (55 %), морфорегулятори – 43 %, взаємодія факторів – 2 %** (рис. 2).

4.3. Показники якості зерна ячменю озимого залежно від фунгіцидного захисту

Між вмістом білка та крохмалю в зерні ячменю озимого існує обернена залежність: збільшення вмісту білка зазвичай супроводжується зниженням крохмалю і навпаки. У посушливі роки скорочується тривалість вегетаційного періоду, що призводить до підвищення білкового складу зерна та зменшення вмісту крохмалю.

Вміст білка в зерні, середньо за час досліджень, коливався в межах 9,1–13,7 % залежно від елементів технології вирощування (табл. 6). Використання фунгіцидів сприяло підвищенню цього показника. Максимальне значення вмісту білка відзначено на варіанті **Систіва 1,5 л/т (ВВСН 00) + Абакус 1,25 л/га (ВВСН 39) + Осіріс Стар 1,5 л/га (ВВСН 65)**. За результатами досліджень встановлено сильний позитивний кореляційний зв’язок між фунгіцидним захистом та вмістом білка (r = 0,95).

Важливим показником якості зерна є **натура**, яка визначається масою 1000 насінин та крупністю зерна. Зі збільшенням маси 1000 зерен підвищується частка крупного зерна, що позитивно впливає на екстрактивність та пивоварні якості [42].

Таблиця 6

Вплив елементів інтенсифікації технології на показники якості зерна ячменю озимого сорту Вінтмальт

Варіант	Натура зерна, г/л	Вміст білка, %	Вміст крохмалю, %
Контроль (без фунгіцидів)	602	9,1	65,9
Систіва (00)	608	9,3	65,1
Систіва (00) + Абакус (39)	614	9,6	64,3

Варіант	Натура зерна, г/л	Вміст білка, %	Вміст крохмалю, %
Систіва (00) + Адексар Плюс (39)	622	10,2	64,0
Капало (31) + Абакус (39)	620	10,1	59,9
Капало (31) + Абакус (39) + Осіріс Стар (65)	625	10,7	59,0
Систіва (00) + Абакус (39) + Осіріс Стар (65)	626	10,8	58,9

У наших дослідженнях застосування фунгіцидів сприяло підвищенню показників натури зерна (рис. 3). На варіанті **Систіва 1,5 л/т (ВВСН 00) + Адексар Плюс 1,0 л/га (ВВСН 39)** показник натури підвищувався на 6–20 г/л порівняно з контролем.

Рис. 3 – Показники маси 1000 зерен та натури зерна залежно від елементів інтенсифікації вирощування ячменю для сортів Вінтмальт, Ханнелоре та Хайлайт

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО

У проведених розрахунках використано середню біржову ціну зерна ячменю 4733 грн/т станом на 17.03.2025 р. Виробничі витрати варіювалися залежно від норм внесення фунгіцидів та кратності обробки. Ціни на фунгіциди складали:

- **Систіва** – 900 грн/л,
- **Капало** – 750 грн/л,
- **Абакус** – 448 грн/л,
- **Адексар Плюс** – 1030 грн/л,
- **Осіріс Стар** – 918 грн/л.

Через високу вартість деяких високоефективних фунгіцидів виробничі витрати зростали із підвищенням інтенсифікації технології. Найбільші витрати зафіксовано на варіанті **Систіва 1,5 л/т + Абакус 1,25 л/га + Осіріс Стар 1,5 л/га**.

Собівартість 1 т зерна коливалась у межах 1604–2024 грн. Мінімальна вона була на варіанті **Капало 1,0 л/га + Абакус 1,25 л/га**, максимальна – при інтенсивному фунгіцидному захисті **Капало 1,0 л/га + Абакус 1,25 л/га + Осіріс Стар 1,5 л/га**.

Таблиця 7

Економічна ефективність вирощування ячменю озимого сорту Вінтмальт залежно від фунгіцидного захисту

Варіант досліду	**Урожайність, т/га**	**Вартість продукції з 1 га, грн**	**Витрати на 1 га, грн**	**Собівартість 1 т, грн**	**Чистий прибуток, грн/га**	**Рентабельність, %**
Контроль	6,05	28635	9976	1649	18659	187
Систіва 1,5 л/т	6,69	31664	10892	1628	20772	191
Систіва 1,5 л/т + Абакус 1,25 л/га	7,05	33368	11567	1641	21801	188
Систіва 1,5 л/т + Адексар Плюс 1,0 л/га	7,39	34977	12712	1720	22265	175
Капало 1,0 л/га + Абакус 1,25 л/га	7,18	33983	11516	1604	22467	195
Капало 1,0 л/га + Абакус 1,25 л/га	7,32	34646	13008	1777	21638	166

Варіант досліду	Урожайність, т/га	Вартість продукції з 1 га, грн	Витрати на 1 га, грн	Собівартість 1 т, грн	Чистий прибуток, грн/га	Рентабельність, %
+ Осіріс Стар 1,5 л/га Систіва 1,5 л/т + Абакус 1,25 л/га	7,39	34977	13059	1767	21918	168
+ Осіріс Стар 1,5 л/га						

Вирощування ячменю озимого сорту Вінтмальт із застосуванням фунгіцидів було високоприбутковим, завдяки високій урожайності та ціні на зерно. Водночас третє внесення фунгіциду у фазу цвітіння не завжди економічно доцільне, оскільки витрати зростають на 1493 грн/га, а прибуток і рентабельність зменшуються.

У досліді з вивчення морфорегуляторів найвища вартість продукції отримана на варіанті **Хлормекват-хлорид 1,5 л/га (ВВСН 31) + Медакс Топ 1,0 л/га (ВВСН 39)**: 37 817 грн – по сорту Вінтмальт, 38 116 грн – по сорту Ханнелоре, 41 193 грн – по сорту Хайлайт.

Таблиця 8

Економічна ефективність вирощування ячменю озимого сорту Вінтмальт залежно від регуляторів росту

Варіант досліду	Урожайність, т/га	Вартість продукції з 1 га, грн	Витрати на 1 га, грн	Собівартість 1 т, грн	Чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Контроль	7,15	33841	13930	1948	19911	142,9
Хлормекват-хлорид (ВВСН 31)	7,34	34724	14152	1929	20572	145,4
Моддус (ВВСН 31)	7,29	34519	14656	2010	19863	135,5
Медакс Топ (ВВСН 31)	7,46	35292	14580	1955	20712	142,1
Терпал (ВВСН 39)	7,67	36318	14432	1881	21886	151,6
Медакс Топ (ВВСН 39)	7,80	36902	14580	1870	22322	153,1
Хлормекват-хлорид (ВВСН 31) + Терпал (ВВСН 39)	7,83	37075	14654	1871	22421	153,0
Хлормекват-хлорид	7,99	37817	14802	1853	23015	155,5

Варіант досліду	Урожайність, т/га	Вартість продукції з 1 га, грн	Витрати на 1 га, грн	Собівартість 1 т, грн	Чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
(ВВСН 31) + Медакс Топ (ВВСН 39)						
Хлормекват-хлорид + Моддус (ВВСН 31) + Терпал (ВВСН 39)	7,93	37533	15380	1939	22153	144,0

Собівартість 1 т зерна без застосування регуляторів становила 1948 грн. На варіантах з Моддус та Медакс Топ у фазу ВВСН 31 собівартість зростала до 2010 та 1955 грн, на інших – 1853–1929 грн. Найвищий прибуток та рентабельність зафіксовані у сорту Хайлайт при поєднанні **Хлормекват-хлорид 1,5 л/га + Медакс Топ 1,0 л/га (ВВСН 39)**: прибуток 26 471 грн/га, рентабельність 179,8 %. Високоврожайні сорти, стійкі до вилягання, у поєднанні з регуляторами росту забезпечують максимальний економічний ефект.

Енергетична ефективність вирощування

Визначення енергетичної ефективності дозволяє оцінити всі складові виробництва у єдиних постійних величинах. Витрати енергії зростали з підвищенням інтенсифікації.

- Мінімальні витрати енергії при дворазовому застосуванні фунгіцидів зафіксовані на варіанті **Систіва 1,5 л/т + Абакус 1,25 л/га** – 4,01 млн ккал/га.
- Максимальні – на варіанті **Капало 1,0 л/га + Абакус 1,25 л/га + Осіріс Стар 1,5 л/га** – 6,96 млн ккал/га.

Енергоємність урожаю розраховували як добуток величини врожаю, енергетичної цінності 1 кг сухої речовини (4568,9 ккал) та середнього коефіцієнта сухої речовини (0,86).

Таблиця 9

Енергетична оцінка вирощування ячменю озимого сорту Вінтмальт

Варіанти досліду	**Урожайність, т/га**	**Витрати енергії на 1 га, млн ккал**	**Енергоємність урожаю, млн ккал**	**Коефіцієнт енергетичної ефективності, Кее**
Контроль	6,05	3,88	23,77	6,13
Систіва	6,69	3,90	26,27	6,74
Систіва + Абакус	7,05	4,01	27,69	6,90
Систіва + Адексар Плюс	7,39	4,03	29,05	7,21
Капало + Абакус	7,18	4,25	28,23	6,64
Капало + Абакус + Осіріс Стар	7,32	4,45	28,78	6,47

Варіанти досліду	Урожайність, т/га	Витрати енергії на 1 га, млн ккал	Енергоємність урожаю, млн ккал	Коефіцієнт енергетичної ефективності, Кее
Систіва + Абакус + Осіріс Стар	7,39	4,23	29,15	6,87

Коефіцієнт енергетичної ефективності на всіх варіантах значно перевищував 1, що свідчить про доцільність включення цих схем у технології вирощування.

Таблиця 10

Енергетична оцінка залежно від регуляторів росту

Варіанти досліду	Урожайність, т/га	Витрати енергії, млн ккал/га	Енергоємність, млн ккал	Коефіцієнт енергетичної ефективності, Кее
Контроль	7,15	28,09	5,81	4,84
ХМХ (ВВСН 31)	7,34	28,83	6,01	4,80
Моддус (ВВСН 31)	7,29	28,66	5,84	4,91
Медакс Топ (ВВСН 31)	7,46	29,30	6,00	4,88
Терпал (ВВСН 39)	7,67	30,15	5,99	5,03
Медакс Топ (ВВСН 39)	7,80	30,64	6,01	5,10

Варіанти досліду	**Урожайність, т/га**	**Витрати енергії, млн ккал/га**	**Енергоємність, млн ккал**	**Коефіцієнт енергетичної ефективності, Кее**
ХМХ + Терпал	7,83	30,78	6,19	4,97
ХМХ + Медакс Топ	7,99	31,39	6,20	5,06
ХМХ + Моддус + Терпал	7,93	31,16	6,21	5,02

Максимальний коефіцієнт енергетичної ефективності – на варіанті **Хлормекват-хлорид 1,5 л/га + Медакс Топ 1,0 л/га (ВВСН 39)** – 5,06.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування ячменю озимого

Незважаючи на високий рівень травматизму серед механізаторів у сільському господарстві, більшість травм є нетяжкими: переважають забиті місця та легкі рани, тоді як переломи складають лише 13,1% випадків. Травми з непрацездатністю до 10 днів становлять 65,8% від загальної кількості, понад 10 днів – 34,2%, а тривалістю понад 30 днів – лише 8,7%.

Основні причини нещасних випадків:

- конструкторські недоліки – 10,5%;
- експлуатація несправних машин і обладнання – 11,8%;
- невідповідність технологічних процесів та порушення правил – 9,5%;
- порушення правил безпеки – 21,7%;
- порушення правил дорожнього руху – 2,2%;
- незадовільна організація робіт – 10,6%;
- незадовільне обладнання робочих місць – 7,8%;
- незадовільний стан споруд – 2,9%;
- недоліки у навчанні працівників безпечним прийомам праці – 11,5%;
- порушення трудової та виробничої дисципліни – 2,5%;
- робота не за спеціальністю – 1,0%;
- інші фактори – 8%.

Найбільша кількість нещасних випадків, як за загальною чисельністю, так і за тяжкістю травм, пов’язана з експлуатацією та обслуговуванням автомобілів, тракторів і внутрішньо-цехового транспорту. Найчастіше спостерігаються:

- падіння з тракторів та сільськогосподарських машин при посадці або спробі зістрибнути на ходу;

- захват одягу та частин тіла незахищеними рухомими елементами машин;
- потрапляння частин тіла у ріжучі та подавальні механізми при ремонті й регулюванні обладнання з не заглушеним двигуном або не відключеним валом відбору потужності;
- очищення лемехів та інших ріжучих частин руками без використання спеціальних пристроїв;
- наїзд на відпочиваючих у зоні робіт;
- перевертання техніки.

Високий травматизм спостерігається також під час навантажувально-розвантажувальних та транспортних робіт:

- піднімання важких вантажів вручну;
- знаходження людей під вантажем або в радіусі дії піднімальних механізмів;
- неправильне закріплення та навантаження вантажів;
- необережне використання ручного інструменту, його несправність та неузгодженість дій між працівниками, що може спричинити травмування кінцівок.

Таким чином, основними причинами нещасних випадків є неправильні дії, невміння працівників та недостатнє навчання і інструктаж. Для зниження травматизму необхідно:

1. Здійснювати організаційні заходи та зміцнювати трудову і виробничу дисципліну.
2. Удосконалювати конструкції мобільних сільськогосподарських машин і транспортних засобів та забезпечувати їх безпечну експлуатацію.
3. Впроваджувати соціально-економічні та організаційні заходи для поліпшення умов праці.
4. Проводити ефективне навчання працівників та підвищувати професійні навички механізаторів.
5. Активізувати роботу служби охорони праці на кожному підприємстві.

Комплексне виконання цих заходів дозволяє зменшити виробничий травматизм, підвищити ефективність використання техніки, знизити економічні збитки та зберегти здоров'я і життя працівників, стимулюючи їхню працездатність.

6.2. Охорона навколишнього природного середовища при вирощуванні ячменю озимого

Традиційні методи землекористування призвели до того, що за наявних темпів ерозії та знеліснення до 2030 року родючої землі на планеті може стати менше на 960 млрд т, а лісів – на 440 млн га [29]. Найнебезпечнішими для якісного стану земель є деградаційні процеси. Деградація земель визначається як зниження або втрата біологічної та економічної продуктивності, порушення структури орних земель, пасовищ та лісів внаслідок землекористування чи інших видів антропогенної діяльності [29].

З метою запобігання деградаційним процесам сьогодні важливим є впровадження видів землекористування екологічного спрямування, таких як: «раціональне», «ефективне», «оптимальне», «стале», «екологозбалансоване», «екологоврівноважене», «екологобезпечне», а також використання сучасних способів землеробства (нульовий обробіток ґрунту, органічне або біологічне землеробство).

Одним із важливих напрямів екологічного землекористування є **раціональне використання землі**. За даними Сохнич А.Я., Горлачука В.В., Панаса Р.М., Русана В.М. та інших, раціональне використання землі передбачає:

- максимальне залучення всіх земель до господарського обігу;
- цільове використання земель;
- підвищення їх родючості;
- збереження екологічної рівноваги [30].

Раціональне використання землі має враховувати ґрунтово-кліматичні умови території, що дозволяє досягти максимального економічного ефекту – отримання найбільшої кількості продукції на одиницю площі за мінімальних затрат праці та коштів, а також задоволення потреб ринку. Основна мета раціонального використання землі полягає як у досягненні економічного ефекту з урахуванням цільового призначення земель, так і в охороні навколишнього природного середовища.

Необхідною складовою раціонального землекористування є ефективне використання землі, яке забезпечує економічно доцільний результат та визначається відношенням чистого економічного ефекту до загальних затрат, а також сприяє підвищенню рівня життя людей та покращенню екологічного стану ґрунтів. За пропозицією Будзяка В.М., ефективне сільськогосподарське землекористування – це процес формування економічно вигідних і водночас екологічно збалансованих напрямів використання сільськогосподарських земель за допомогою економічних, екологічних, правових, організаційних та соціальних механізмів [33].

У другій половині ХХ століття людство усвідомило тісний взаємозв’язок економічних, соціальних та екологічних проблем у використанні земель, які можуть бути вирішені лише комплексно. Оптимізація використання землі, на відміну від раціонального використання, передбачає встановлення екологічно доцільних і економічно вигідних співвідношень між різними видами сільськогосподарських угідь з поступовим вилученням малопродуктивних, еродованих і деградованих земель, тобто урівноваження антропогенних та природних екосистем.

ВИСНОВКИ

1. Застосування регуляторів росту забезпечило збільшення маси 1000 зерен у досліджуваних сортів порівняно з контрольним варіантом. Максимальна маса 1000 зерен спостерігалась на варіантах:
    - **Хлормекват-хлорид 1,5 л/га (ВВСН 31) + Медакс Топ 1,0 л/га** та
    - **Хлормекват-хлорид 1,5 л/га + Моддус 0,5 л/га (ВВСН 31) + Медакс Топ 1,0 л/га**:
        - сорту Вінтмальт – 49,7–49,8 г,
        - сорту Ханнелоре – 48,9–49,0 г,
        - сорту Хайлайт – 49,6 г.
2. Найвищі показники маси 1000 зерен отримано на варіантах **Капало 1,0 л/га + Абакус 1,25 л/га + Осіріс Стар 1,5 л/га** та **Систіва 1,5 л/т + Абакус 1,25 л/га + Осіріс Стар 1,5 л/га**.
3. Використання регуляторів росту забезпечило прибавку врожаю:
    - сорту Вінтмальт – 0,14–0,81 т/га,
    - сорту Ханнелоре – 0,18–0,65 т/га,
    - сорту Хайлайт – 0,14–0,84 т/га.

    Найвищу врожайність зерна отримано у сорту Хайлайт – 7,86–8,7 т/га. Частка впливу організованих факторів у досліді з регуляторами росту становила: сорт (фактор А) – 55 %, морфорегулятори (фактор В) – 43 %, взаємодія цих факторів – 2 %.
4. Підбір сорту та застосування морфорегуляторів сприяє збереженню врожаю та підвищенню чистого прибутку. Найвищий чистий прибуток отримано на варіанті захисту **Хлормекват-хлорид 1,5 л/га (ВВСН 31) + Медакс Топ 1,0 л/га**:
    - сорту Вінтмальт – 23 305 грн/га,
    - сорту Ханнелоре – 23 759 грн/га,
    - сорту Хайлайт – 26 761 грн/га.

5. При зростанні норм добрив та застосуванні фунгіцидного захисту витрати енергії збільшувались з 3,88 до 6,96 млн ккал/га, а енергоємність урожаю – з 23,77 до 36,61 млн ккал/га. Коефіцієнт енергетичної ефективності при цьому становив 5,22–7,21. Застосування регуляторів росту майже не впливало на коефіцієнт енергетичної ефективності – 4,84–5,06.